

Użytkowanie i dobór sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości

Materiały informacyjne



Opracowano i wydano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej.

Zadanie nr 4.SP.09

pt. *Opracowanie materiałów szkoleniowych z zakresu doboru i użytkowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości wykorzystujące technikę rzeczywistości wirtualnej*

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autor – dr inż. Marcin Jachowicz

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2022

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (48-22) 623 46 50, fax (48-22) 623 36 93, www.ciop.pl

Wstęp

Zagrożenie upadkiem z wysokości występuje wszędzie tam, gdzie na stanowisku pracy lub w jego bezpośrednim otoczeniu istnieją miejsca usytuowane względem siebie na różnych poziomach, a pracownik może znaleźć się powyżej poziomu najniższego. Stanowiska pracy, na których występuje zagrożenie upadkiem z wysokości, mogą istnieć we wszystkich gałęziach przemysłu jednak najczęściej występują w energetyce, budownictwie i telekomunikacji.

Upadek z wysokości można określić jako końcowy etap spadania, objawiający się gwałtownym zatrzymaniem spadającego w wyniku zderzenia z podłożem. Takie określenie zagrożenia nie jest wystarczające z punktu widzenia ochrony człowieka. Zagrożenie jest równoznaczne z możliwością odniesienia urazu. Biorąc pod uwagę, że upadek z wysokości jest w praktyce zawsze poprzedzony spadaniem oraz, że niebezpieczeństwo odniesienia urazu występuje także podczas spadania (np. w wyniku uderzeń o konstrukcję) lub podczas powstrzymywania spadania przez sprzęt ochronny – już sam proces spadania jest zagrożeniem.

Analizując zjawisko spadania, można wyodrębnić czynniki wpływające na zakres i intensywność urazów, które mogą powstać podczas upadku lub powstrzymania spadania. Czynnikiem tymi są: masa ciała spadającego, droga swobodnego spadania, siła udarowa działająca na ciało w momencie upadku lub powstrzymania spadania przez system ochronny oraz całkowita droga spadania. Ciężar ciała i droga swobodnego spadania składają się (pośrednio) na energię kinetyczną spadania, która jest wytracana w momencie upadku lub powstrzymania spadania przez system ochronny.

Decydujący wpływ na możliwość odniesienia urazu ma droga swobodnego spadania, a siła udarowa, powstająca podczas zatrzymania spadania (zarówno w wyniku zetknięcia się spadającego z niższym poziomem jak i zadziałania systemu ochronnego), ma bezpośredni wpływ na organizm człowieka. Wartość siły udarowej zależy zarówno od wymienionych wyżej czynników – masy pracownika i drogi swobodnego spadania – oraz sposobu zatrzymania (wyhamowania) spadania. Podczas spadania występuje dodatkowo niebezpieczeństwo uderzenia spadającego o konstrukcję. Ostatecznie może zaistnieć także np. konieczność przeprowadzenia specjalnej akcji ewakuacyjnej wynikającej z „zawiśnięcia” człowieka po powstrzymaniu spadania w miejscu uniemożliwiającym samodzielną ewakuację z miejsca zdarzenia.

Zminimalizowanie parametrów charakteryzujących spадanie z wysokości (zwłaszcza drogi swobodnego spadania, całkowitej drogi spadania i siły udarowej powstrzymywania spadania) zmniejsza prawdopodobieństwo powstania urazu.

Na stanowiskach pracy w przemyśle, na których istnieje zagrożenie upadkiem, należy stosować kolejno następujące sposoby zabezpieczania pracowników:

- ♦ eliminacja zagrożenia – poprzez organizacyjne i techniczne usunięcie konieczności wykonywania pracy w warunkach zagrożenia,
- ♦ ochrony zbiorowe – w postaci siatek ochronnych powstrzymujących spadanie lub w postaci barier nie dopuszczających do znalezienia się pracownika w zagrożonej strefie,
- ♦ środki ochrony indywidualnej – w postaci systemów chroniących przed upadkiem z wysokości, w celu kontrolowania spadania lub uniknięcia ryzyka spadania (kontrolowania ryzyka spadania).

W celu zabezpieczenia pracowników przed upadkiem z wysokości tworzone są kompletne systemy ochronne. Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje systemów chroniących przed upadkiem z wysokości – systemy powstrzymujące spadanie z wysokości oraz systemy zapobiegające spadaniu. Zapewniają one ochronę przed upadkiem z wysokości poprzez powstrzymanie zaistniałego spadania lub poprzez niedopuszczenie do wystąpienia spadania i zbudowane są ze składników lub podzespołów, w taki sposób, żeby osiągnąć wymagany w danych warunkach stopień i zakres ochrony.

Systemy powstrzymujące spadanie z wysokości

Indywidualnym systemem powstrzymującym spadanie z wysokości nazywany jest kompletny układ mający na celu powstrzymanie spadania oraz zmniejszający ryzyko uszkodzenia ciała. Do zadań systemu powstrzymującego spadanie należą:

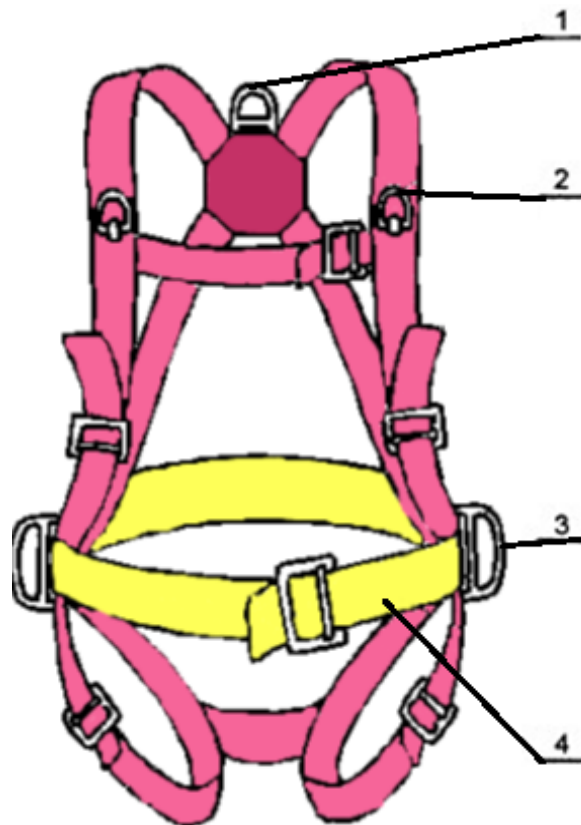
- ♦ powstrzymanie spadania,
- ♦ amortyzacja siły uderowej występującej podczas powstrzymywania spadania,
- ♦ rozłożenie siły uderowej na mniej wrażliwe części ciała człowieka (pośladki i uda),
- ♦ umożliwienie bezpiecznego oczekiwania na udzielenie pomocy podczas wiszenia po powstrzymaniu spadania lub umożliwienie samoewakuacji.

Każdy system można podzielić na trzy podstawowe podzespoły, pełniące odmienne, wzajemnie uzupełniające się role: uprząż – szelki bezpieczeństwa, podzespół łącząco-amortyzujący, podzespół kotwiczący [1].

Szelki bezpieczeństwa [1-5] są podstawowym rodzajem upręży przeznaczonym do powstrzymywania spadania z wysokości. Składnik ten użytkownik systemu chroniącego przed upadkiem z wysokości zakłada bezpośrednio na siebie.

Szelki bezpieczeństwa mają za zadanie utrzymanie ciała człowieka w czasie powstrzymania spadania oraz podczas wiszenia po powstrzymaniu spadania. Odpowiadają za prawidłowy rozkład siły uderzeniowej (występującej w czasie powstrzymania spadania) na ciało użytkownika. Przenoszą naciski na mniej wrażliwe części ciała - pośladki i uda. Zadaniem szelek jest również nadanie użytkownikowi prawidłowej (zbliżonej do pionowej) pozycji podczas wiszenia po powstrzymaniu spadania, w celu umożliwienia bezpiecznego i w miarę wygodnego oczekiwania na udzielenie pomocy.

Szelki bezpieczeństwa są konstrukcją z taśm włókienniczych, odpowiednio połączonych ze sobą za pomocą szwów i elementów spinających (np. klamer), tak by utworzyły układ pasów nośnych obejmujących ciało użytkownika. Taśmy szelek są wykonywane z włókien syntetycznych typu poliamid lub poliester. Szelki wyposażone są w jedną lub kilka klamer zaczepowych, służących do przyłączenia podzespołu łącząco-amortyzującego. Klamry przeznaczone do powstrzymania spadania oznaczane są na szelkach bezpieczeństwa wielką literą **A**. Szelki bezpieczeństwa mogą być również wyposażone w pas do ustalania pozycji podczas pracy na wysokości. Oprócz elementów pełniących funkcje ochronne, szelki mogą mieć także wyposażenie pomocnicze np. elementy do zawieszania narzędzi. Przykład konstrukcji szelek bezpieczeństwa przedstawia rysunek 1.



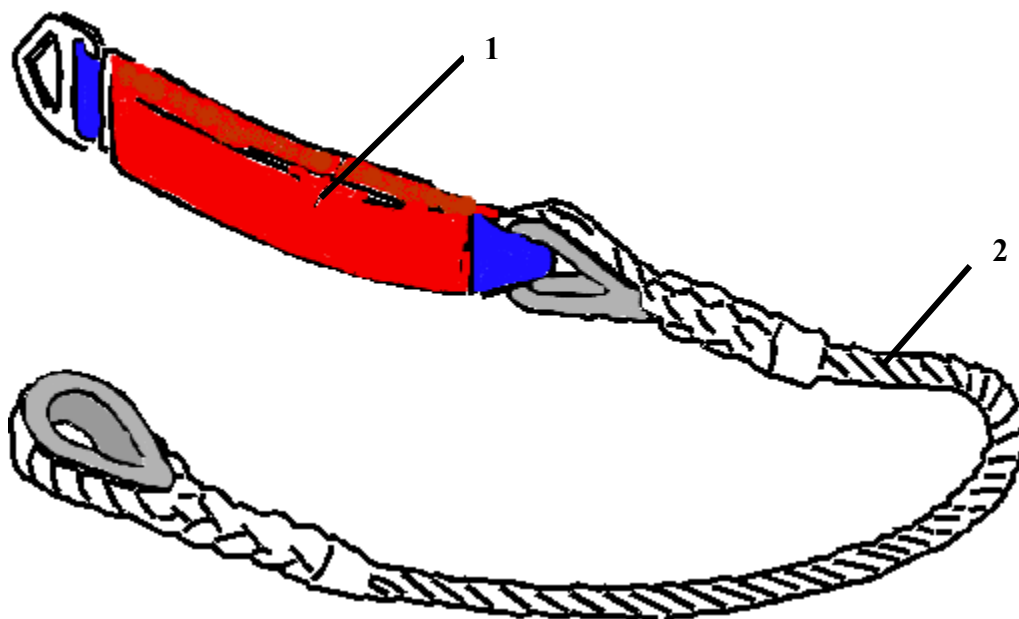
Rys. 1. Przykład konstrukcji szelek bezpieczeństwa. 1 – klamra zaczepowa grzbietowa, 2 – klamra zaczepowa piersiowa (dla potrzeb ewakuacyjnych), 3 – klamra pasa do ustalania pozycji, 4 – pas do ustalania pozycji [29]

Podzespół łącząco-amortyzujący pełni w systemie rolę elementu powstrzymującego spadanie oraz pochłaniającego energię kinetyczną spadania. Pochłaniając energię kinetyczną, podzespół zmniejsza siłę uderową występującą podczas powstrzymywania spadania do wartości uznanej za nieszkodliwą dla organizmu człowieka.

Istnieją trzy podstawowe rodzaje podzespółów łącząco-amortyzujących, oparte na odmiennych zasadach działania:

- ♦ linka bezpieczeństwa [6] z amortyzatorem [7],
- ♦ urządzenie samozaciskowe [8, 9],
- ♦ urządzenie samohamowne [10].

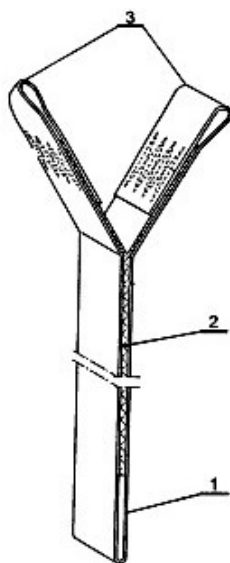
Linka bezpieczeństwa z amortyzatorem jest podzespołem łącząco-amortyzującym najpowszechniej stosowanym w systemach powstrzymywania spadania. Może być dostarczana jako podzespół albo jako dwa oddzielne składniki (linka bezpieczeństwa oraz amortyzator), dobierane i montowane samodzielnie przez użytkownika w celu uzyskania kompletnego podzespołu. Przykład podzespołu łącząco-amortyzującego w postaci linki bezpieczeństwa połączonej trwale z amortyzatorem włókienniczym przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Linka bezpieczeństwa z amortyzatorem włókienniczym. 1 – amortyzator włókienniczy, 2 – linka bezpieczeństwa [29]

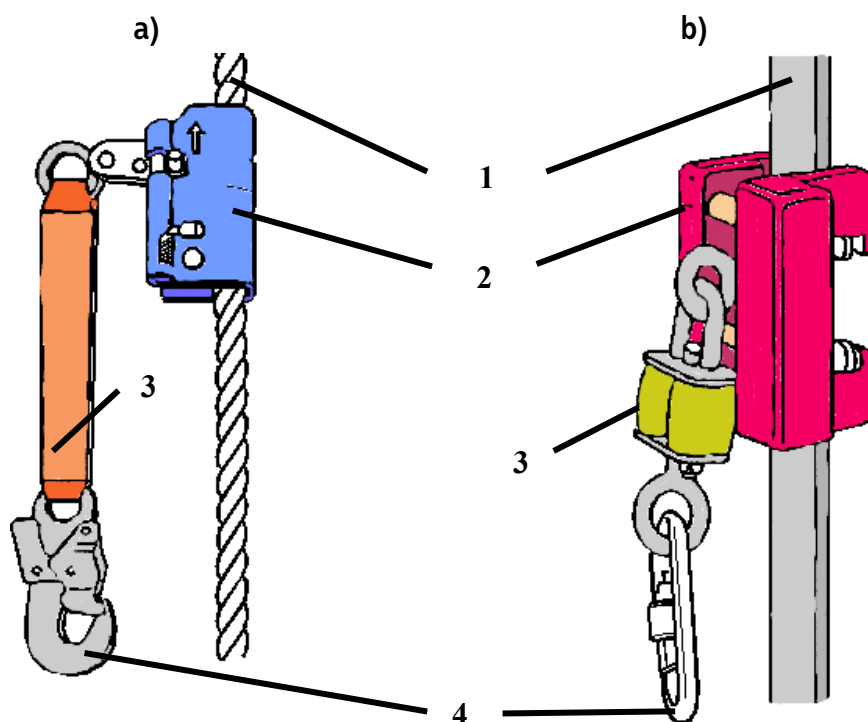
Linki bezpieczeństwa wykonywane są zazwyczaj z lin z włókien syntetycznych (poliamidowych, poliestrowych, aramidowych itp.), rzadziej z lin stalowych lub łańcuchów. Mogą mieć stałą bądź regulowaną długość. Maksymalna długość linki bezpieczeństwa wraz z amortyzatorem nie może przekraczać 2 m. Włókiennicze linki bezpieczeństwa przeznaczone do prac, przy których mogą być narażone na działanie czynników gorących (płomień, iskry, rozgrzane przedmioty), są wykonywane z odpowiednio odpornych materiałów np. włókien aramidowych.

Amortyzatory przeznaczone do stosowania w podzespołach łącząco-amortyzujących najczęściej są wykonywane jako amortyzatory włókiennicze. Przykład konstrukcji amortyzatora włókienniczego przedstawia rysunek 3. Głównym elementem takiego amortyzatora jest taśma amortyzująca, wykonana techniką tkacką lub szycia, która rozdzierając się pochłania energię spadania [11]. Znane są również amortyzatory działające na innej zasadzie – np. cierne lub gumowe.



Rys. 3. Przykład konstrukcji amortyzatora włókienniczego. 1 – taśma nośna, 2 – taśma amortyzująca, 3 – zakończenia [29]

Urządzenia samozaciskowe są kategorią podzespołów łącząco-amortyzujących, których działanie polega na przemieszczaniu się mechanizmu zaciskowego po pionowej prowadnicy. Przykłady rozwiązań tych urządzeń przedstawia rysunek 4. Mechanizm zaciskowy może przemieszczać się swobodnie po prowadnicy do góry oraz, z niewielką prędkością, w dół. W razie zaistnienia spadania następuje zaciśnięcie mechanizmu na prowadnicy i powstrzymanie spadania.



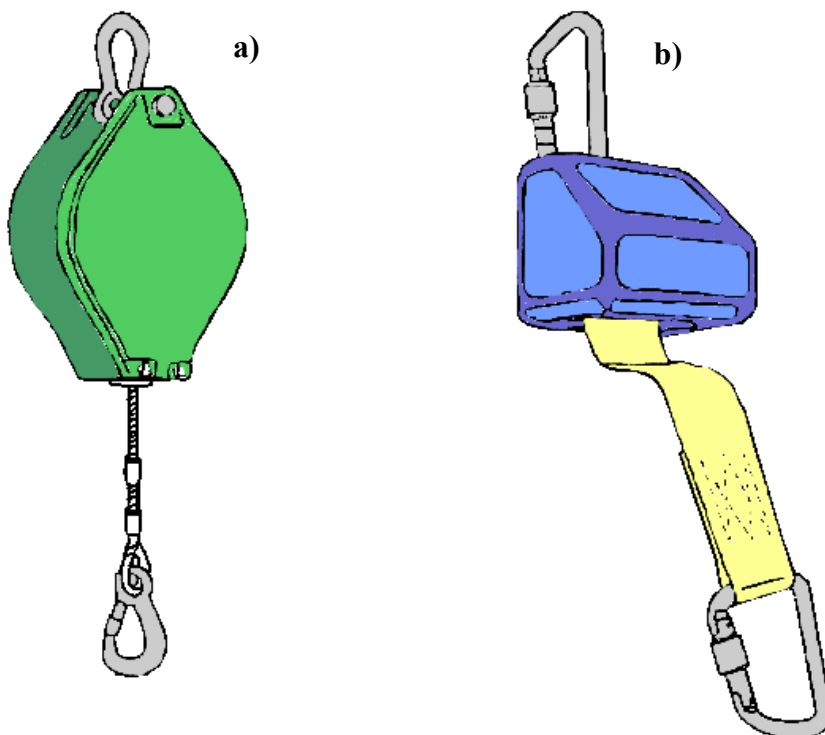
Rys. 4. Przykłady urządzeń samozaciskowych: a) z giętką prowadnicą, b) ze sztywną prowadnicą.
1 – prowadnica, 2 – mechanizm zaciskowy, 3 – łącznik-amortyzator, 4 – zatrzaśnik [29]

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje urządzeń samozaciskowych: z giętką prowadnicą (rys. 4a) i ze sztywną prowadnicą (rys. 4b).

W urządzeniach z giętką prowadnicą prowadnica może być linką włókienniczą lub stalową, której górny koniec przytwierdzony jest do konstrukcji stałej, a dolny zwieszony swobodnie. Dolny koniec prowadnicy może być również wyposażony w obciążnik. Urządzenia ze sztywną prowadnicą mają prowadnicę w postaci szyny lub stalowej liny przytwierdzonej do konstrukcji stałej na obu końcach. Szczególnym przypadkiem urządzeń samozaciskowych ze sztywną prowadnicą są urządzenia, których prowadnica może być poprowadzona pod kątem do pionu.

W urządzeniach samozaciskowych amortyzacja siły uderowej, występującej podczas powstrzymywania spadania, uzyskiwana jest poprzez tarcie pomiędzy prowadnicą a zaciśniętym na niej mechanizmem zaciskowym oraz poprzez działanie elementów amortyzujących wbudowanych w prowadnicę lub w element łączący użytkownika z mechanizmem zaciskowym [12-15].

Urządzenia samohamowne, stanowiące osobną kategorię podzespółów łącząco-amortyzujących, są wytwarzane w dwóch podstawowych odmianach konstrukcyjnych – z linką stalową (rys. 5a) lub z taśmą włókienniczą (rys. 5b).



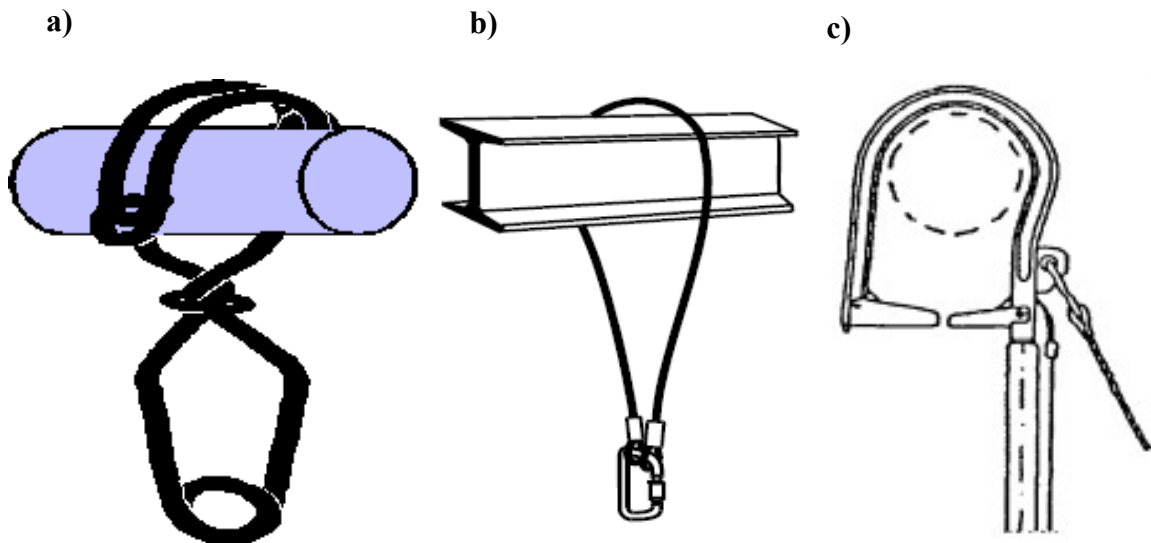
Rys. 5. Przykłady urządzeń samohamownych: a) z linką stalową, b) z taśmą włókienniczą [34]

Urządzenia te są wyposażone w mechanizm zwijający z bębniem, na który nawinięta jest lina lub taśma włókiennicza. Mechanizm zwijający umożliwia odwijanie się liny (taśmy) pod wpływem niewielkiej siły (oddalanie się użytkownika od mechanizmu) oraz samoczynnie zwija ją (kasując luz) w przypadku zbliżania się użytkownika do mechanizmu. W wypadku wzrostu prędkości odwijania się linki lub taśmy z bębna powyżej wartości 2,5 m/s (do czego dochodzi w sytuacji spadania) następuje automatyczne zablokowanie obrotu bębna i powstrzymanie spadania użytkownika. Amortyzowanie siły uderowej powstrzymywania spadania uzyskiwane jest dla każdej z wyżej wymienionych odmian konstrukcyjnych urządzeń samohamownych na innej zasadzie. W urządzeniach z linką stalową amortyzacja uzyskiwana jest w efekcie działania hamulca ciernego, w który wyposażony jest mechanizm zwijający, natomiast w urządzeniach z taśmą włókienniczą amortyzacja uzyskiwana jest najczęściej dzięki wbudowaniu specjalnego amortyzatora włókienniczego w końcówkę taśmy [16, 17].

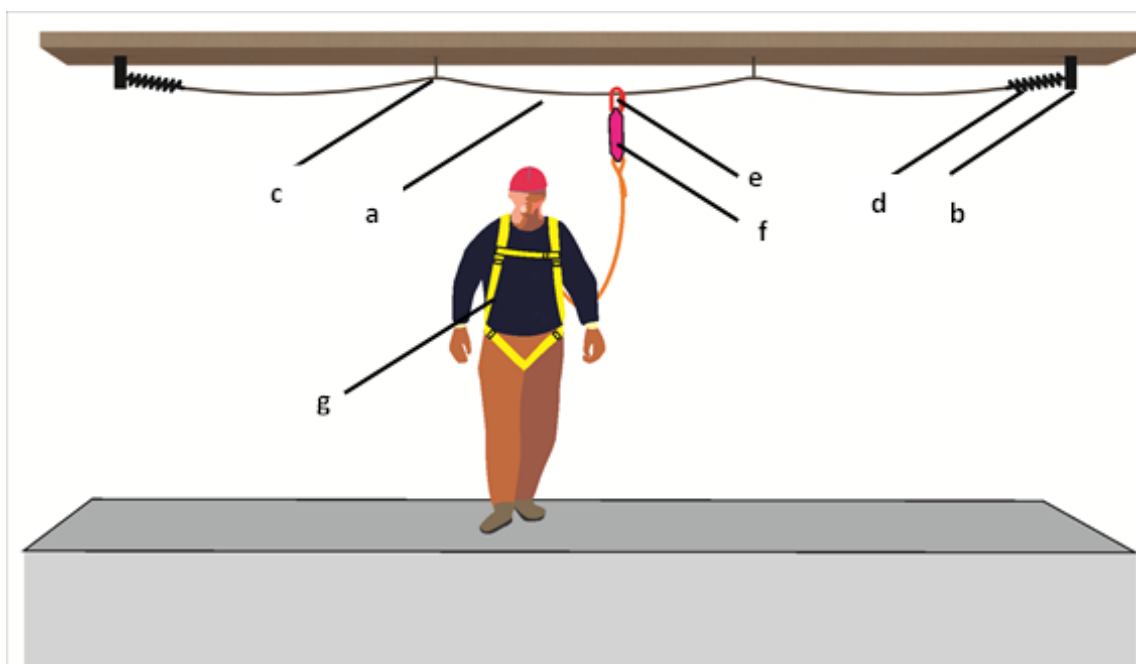
Podstawowymi parametrami charakteryzującymi podzespół łącząco-amortyzujący są: zdolność amortyzacji oraz wydłużenie podzespołu podczas powstrzymywania spadania. **Zdolność amortyzacji** określona jest przez maksymalną wartość siły, jaka występuje na klamrze zaczepowej szelek

bezpieczeństwa w momencie powstrzymywania spadania przez podzespół. Normy [4-7] wymagają by wartość tej siły nie przekraczała 6 kN. **Wydłużenie podzespołu łącząco-amortyzującego** określane jest jako maksymalny dystans przebyty przez klamrę zaczepową szelek bezpieczeństwa, począwszy od momentu zadziałania podzespołu do momentu całkowitego zatrzymania spadania. Na całkowite wydłużenie podzespołu łącząco-amortyzującego podczas powstrzymywania spadania składają się wydłużenia trwałe oraz odwracalne wszystkich jego elementów. Wydłużenie to jest ściśle związane z siłą powstrzymywania spadania - dla tej samej energii spadania większe wydłużenie podzespołu łącząco-amortyzującego powoduje zmniejszenie siły powstrzymywania spadania. Nadmierne wydłużenie niekorzystnie zwiększa jednak drogę powstrzymywania spadania systemu, a co za tym idzie, całkowitą drogę spadania. W związku z tym wymagane jest zapewnienie odpowiedniej wolnej przestrzeni poniżej stanowiska pracy w celu uniknięcia uderzenia o podłoże lub o elementy konstrukcji.

Podzespół kotwiczący ma za zadanie umożliwić przyłączenie podzespołu łącząco-amortyzującego do konstrukcji nośnej stanowiska pracy. Składnikami sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości zaliczanymi do kategorii podzespółów kotwiczących są różnego rodzaju zaczepy (nożycowe, linkowe, hakowe, taśmowe) [18], poziome liny i szyny kotwiczące [18-22], statywy [18] oraz masy kotwiczące [18, 23]. Podzespoły kotwiczące mogą spełniać szereg dodatkowych funkcji ułatwiających pracę na wysokości, np. umożliwiając przemieszczanie się użytkownika w poziomie lub szybkie mocowanie i odłączanie od konstrukcji stałej. Przykładowe rozwiązania podzespółów kotwiczących w postaci zaczepu nożycowego, zaczepu linkowego (z linki stalowej) oraz zaczepu hakowego przedstawia rysunek 6, a w postaci poziomej liny kotwiczącej – rysunek 7.



Rys. 6. Przykłady podzespołów kotwiczących: a) zaczep nożycowy, b) zaczep linkowy, c) zaczep hakowy [34]



Rys. 7. System ochrony z poziomą liną kotwiczącą: a – lina kotwicząca, b – skrajny element kotwiczący, c – pośredni element kotwiczący, d – amortyzator, e – mechanizm przesuwany (np. zatrzaśnik), f – podzespół łącząco-amortyzujący, g – szelki bezpieczeństwa [29]

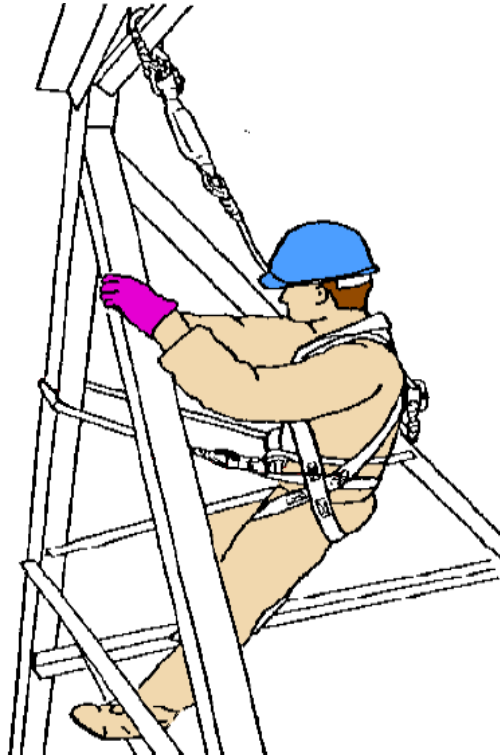
W skład podzespołu kotwiczącego mogą wchodzić zarówno składniki sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, jak i elementy konstrukcji nośnej, do których składniki sprzętu są mocowane – tzw. punkty kotwiczenia (punkty mocowania). Istnieją także rozwiązania systemów chroniących przed upadkiem z wysokości, których składniki stanowią integralną część konstrukcji nośnej (np. prowadnice szynowe urządzeń samozaciskowych wbudowane w systemy stałych drabin).

Systemy zapobiegające spadaniu z wysokości

Indywidualne systemy zapobiegające spadaniu są odrębną kategorią sprzętu zabezpieczającego przed upadkiem z wysokości i mają za zadanie nie dopuścić do zaistnienia spadania z wysokości. Do tej kategorii sprzętu zaliczane są się dwa rodzaje systemów:

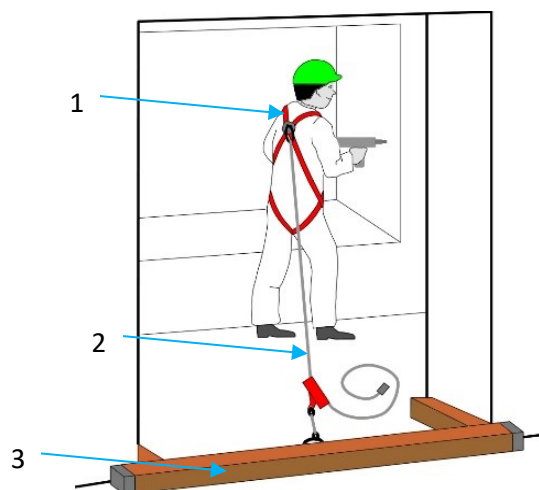
- ♦ do ustalania pozycji podczas pracy na wysokości (tzw. „praca w podparciu”) [24, 25],
- ♦ niedopuszczające do wejścia pracownika do strefy, w której istnieje ryzyko spadania [26, 27].

Przykład „pracy w podparciu” przedstawia rysunek 8.



Rys. 8. Przykład „pracy w podparciu” [29]

Systemy niedopuszczające pracownika do wejścia w niebezpieczną strefę do stosowania wyłącznie na powierzchniach poziomych lub o niewielkich nachyleniach. Przykład stosowania takiego sprzętu przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 9. Przykład systemu niedopuszczającego pracownika do wejścia w strefę zagrożoną rozpoczęciem spadania. 1 – uprząż np. szelki bezpieczeństwa, 2 – podzespół łączący o regulowanej długości, 3 – podzespół kotwiczący [29]

Sprzęt ochronny w postaci systemów zapobiegających spadaniu nie powinien być używany jako jedyne zabezpieczenie, jeżeli w obrębie strefy stanowiska pracy, w której znajduje się użytkownik, istnieje możliwość zaistnienia swobodnego spadania. W takich przypadkach konieczne jest stosowanie niezależnego systemu powstrzymującego spadek.

Podstawowe zasady konfigurowania systemów powstrzymujących spadek

System zapobiegający spadaniu uniemożliwia spadek z wysokości ale system powstrzymujący spadek nie chroni przed wystąpieniem spadania lecz tylko przed upadkiem z wysokości. Pozwala na kontrolowanie zjawiska spadania i minimalizowanie jego skutków.

Skuteczność działania systemu powstrzymującego spadek z wysokości zależy od wzajemnego oddziaływania następujących czynników:

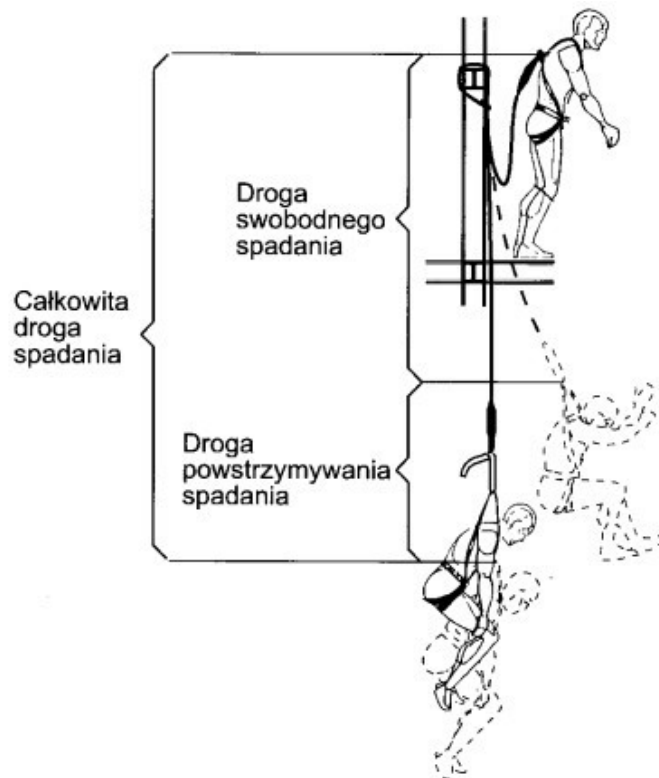
- ◆ parametrów geometrycznych i konstrukcyjnych stanowiska pracy,
- ◆ warunków otoczenia,
- ◆ konstrukcji systemu.

Parametry stanowiska pracy na wysokości mają podstawowe znaczenie w kontekście zapewnienia skutecznej ochrony pracownika przed upadkiem z wysokości. Stanowią podstawę do projektowania systemu powstrzymującego spadek. Głównymi parametrami stanowiska pracy, które należy wziąć pod uwagę projektując system, są: usytuowanie miejsca pracy względem poziomu otoczenia, ukształtowanie konstrukcji, na której wykonywana jest praca oraz rozmieszczenie

elementów nośnych, które mogą służyć jako punkty kotwiczenia systemu. Usytuowanie stanowiska pracy względem poziomego otoczenia ma znaczenie zwłaszcza w odniesieniu do wymaganej minimalnej przestrzeni poniżej stanowiska, która musi być większa od całkowitej drogi spadania, wynikającej z działania systemu powstrzymującego spadanie w danych warunkach jego zastosowania. Ukształtowanie konstrukcji, w powiązaniu z zastosowanym systemem oraz sposobem jego kotwiczenia do konstrukcji, ma wpływ na możliwość uderzenia użytkownika systemu o elementy konstrukcji zanim jego spadanie nie zostanie powstrzymane. Niebezpieczeństwo uderzenia o konstrukcję występuje zarówno podczas spadania w pionie jak i ewentualnego, jednoczesnego przemieszczenia w poziomie (tzw. „zjawisko wahadła”) pojawiającego się w przypadku powstrzymania spadania pracownika odsuniętego w bok od pionowej osi przechodzącej przez punkt przyłączenia systemu do konstrukcji nośnej. Rozmieszczenie elementów konstrukcji nośnej, które mogą być użyte jako punkty kotwiczenia, stanowi informację wyjściową do projektowania systemu powstrzymującego spadanie. Elementy takie powinny być przewidziane na konstrukcji (budowli) już w fazie jej projektowania - bądź jako specjalne punkty kotwiczenia, bądź też jako części konstrukcji pełniące normalnie inną funkcję, lecz przewidziane pod względem wytrzymałości, umiejscowienia i kształtu również do współpracy z systemem chroniącym przed upadkiem z wysokości.

Warunki otoczenia rozumiane jako: wilgotność, wysoka lub niska temperatura, zanieczyszczenia (oleje, pyły), itp., mogą być kształtowane zarówno pod wpływem czynników atmosferycznych jak i czynników wynikających z procesów technologicznych. Warunki otoczenia lub ich zmiana powinny być brane pod uwagę podczas projektowania (konfigurowania) systemu oraz podczas jego użytkowania.

Konstrukcja systemu powstrzymującego spadanie ma zasadniczy wpływ na skuteczność jego działania w danych warunkach. Jednym z podstawowych parametrów charakteryzujących konstrukcję systemu jest całkowita droga, jaką przebędzie użytkownik zanim jego spadanie nie zostanie powstrzymane przez system. Droga ta jest sumą drogi swobodnego spadania oraz drogi powstrzymywania spadania. Określenie dystansów spadania przedstawia rysunek 10.



Rys. 10. Określenie dystansów spadania [29]

W przypadku zastosowania jako podzespołu łącząco-amortyzującego linki bezpieczeństwa z amortyzatorem, na drogę swobodnego spadania mają wpływ: długość linki i amortyzatora oraz pionowa odległość między klamrą zaczepową szelek a punktem mocowania na konstrukcji stałej. Gdy linka bezpieczeństwa z amortyzatorem (o maksymalnej długości 2 m) przyłączona jest bezpośrednio do konstrukcji nośnej powyżej klamry zaczepowej szelek, to droga swobodnego spadania praktycznie nie przekracza 2 m.

Urządzenia samohamowne zapewniają stosunkowo krótką drogę swobodnego spadania, zazwyczaj nie przekraczającą około 0,3 m. Ponadto, w tym przypadku droga swobodnego spadania praktycznie nie zależy od pionowej odległości między punktem mocowania urządzenia do konstrukcji a klamrą zaczepową szelek.

W przypadku stosowania urządzeń samozaciskowych droga swobodnego spadania uzależniona jest od długości elementu łączącego klamrę zaczepową szelek z mechanizmem zaciskowym urządzenia, pionowej odległości między klamrą a mechanizmem oraz od drogi swobodnego przesunięcia mechanizmu po prowadnicy, zanim nastąpi jego zaciśnięcie.

Droga powstrzymywania spadania jest maksymalnym dystansem, jaki przebędzie użytkownik począwszy od momentu zadziałania systemu ochronnego do momentu zatrzymania jego ruchu do dołu. Na drogę powstrzymywania spadania składają się trwałe (plastyczne) i odwracalne (sprężyste)

wydłużenia poszczególnych składników systemu (zależne od ich charakterystyk) oraz dodatkowe, przypadkowe przemieszczenia lub wydłużenia elementów (np. wyciągnięcie taśm szelek bezpieczeństwa).

Zasady doboru sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości

Podstawę doboru środków ochrony indywidualnej stanowi rozpoznanie **czynników niebezpiecznych i szkodliwych**, jakie występują na stanowiskach pracy. Na stanowisku pracy na wysokości rozpoznanie to powinno polegać także na zidentyfikowaniu wszystkich pozostałych występujących czynników niebezpiecznych i szkodliwych. Dobór środków ochrony indywidualnej powinien być podejmowany ostatecznie po wyczerpaniu pozostałych możliwości takich jak: modyfikacja procesu technologicznego, rozwiązań natury organizacyjnej lub zastosowaniu środków ochrony zbiorowej.

Po stwierdzeniu konieczności stosowania środków ochrony indywidualnej należy zebrać dane na temat warunków wykonywanej pracy oraz wymagań wynikających z faktu, że ochrony będą użytkowane przez konkretnego człowieka. Należy tu wziąć pod uwagę rodzaj wykonywanej pracy, przeanalizować, w jakim stopniu wykonywane ruchy będą ograniczone w przypadku zastosowania ochrony oraz jakie jest dopuszczalne ograniczenie tych ruchów. Następną kwestię stanowi potrzeba przemieszczania się i zasięg tego przemieszczania, który musi być uwzględniony szczególnie wtedy, gdy zastosowana ochrona ten zasięg ogranicza, a także pozycja, w której pracownik wykonuje pracę oraz kubatura i możliwości wentylacji pomieszczeń. Ponadto należy uwzględnić pole widzenia pracownika oraz dopuszczalne jego ograniczenie. Mając wszystkie możliwe dane dotyczące stanowiska pracy nie wolno zapomnieć o stopniu uciążliwości wykonywanej pracy, dodatkowym obciążeniu, jakie stanowią ochrony oraz o niezbędnym czasie przebywania w strefie zagrożenia.

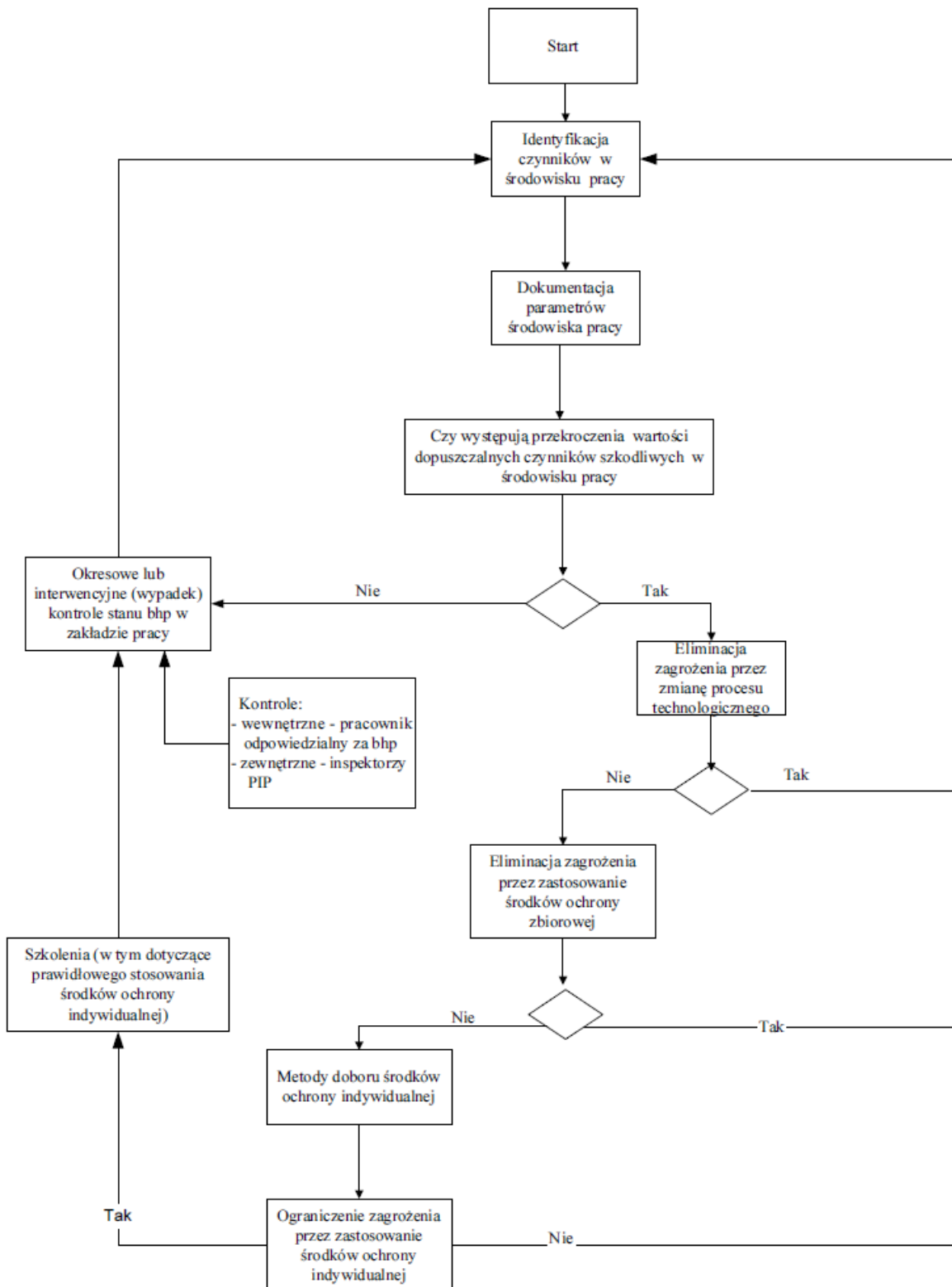
Czynnikami, które niejako narzucają warunki brzegowe podjętych już decyzji, są dodatkowe zagrożenia zewnętrzne. Ich występowanie może z góry wykluczyć stosowanie niektórych środków ochrony indywidualnej. Chodzi tu o takie problemy, jak: zagrożenie wybuchem, zagrożenie pożarowe, obecność nieosłoniętych, wirujących elementów pracujących w pobliżu maszyn, niekorzystne warunki klimatyczne itp.

Poczynione ustalenia należy uzupełnić dodatkowymi wymaganiami dotyczącymi pracownika, który środki ochrony indywidualnej będzie wykorzystywał. Najważniejsze informacje, które trzeba wziąć pod uwagę to: płeć, wymiary ciała oraz cechy osobnicze wprowadzające pewne dodatkowe

ograniczenia. Dobrze jest pozostawić pracownikowi możliwość wyboru, po przeprowadzeniu krótkotrwałego, próbnego użytkowania określonych wzorów ochron.

Na zakończenie pozostaje jeszcze zagadnienie bezkolizyjności łącznego użytkowania kilku różnych środków ochrony indywidualnej. Żaden ze wzorów wchodzących w skład zestawu nie może wpływać ujemnie na skuteczność ochrony pozostałych i nie powinien utrudniać korzystania z nich.

Po dokonaniu doboru środków ochrony indywidualnej konieczne jest praktyczne zapoznanie pracowników ze sposobem ich prawidłowego użytkowania i konserwacji. Cały proces funkcjonowania środków ochrony indywidualnej w ramach systemu BHP w zakładzie pracy przedstawiono na rysunku 11 [28].



Rys. 11. Schemat funkcjonowania środków ochrony indywidualnej w ramach systemu bhp w zakładzie pracy [28]

Podsumowując zebrane informacje należy stwierdzić, że indywidualne systemy chroniące przed upadkiem z wysokości powinny być stosowane wówczas, gdy zagrożenie upadkiem z wysokości nie może być wyeliminowane lub nie mogą być zastosowane ochrony grupowe. Systemy powinny być

konfigurowane tak, by umożliwiały automatyczne kontrolowanie zaistniałego spadania lub kontrolowanie ryzyka spadania (zapobiegały wystąpieniu spadania). Powinny zapewniać ciągłą i kompletną ochronę, bez ograniczania możliwości poruszania się. Podstawowym rodzajem systemów chroniących przed upadkiem z wysokości są systemy powstrzymujące spadanie. Każdy system powstrzymujący spadanie powinien zawierać: szelki bezpieczeństwa, podzespół łącząco-amortyzujący oraz podzespół kotwiczący.

Podczas projektowania systemu chroniącego przed upadkiem z wysokości, a w szczególności systemu powstrzymującego spadanie, należy brać pod uwagę: parametry konstrukcyjne i geometryczne stanowiska pracy, warunki otoczenia oraz sposób działania systemu, wynikający z konstrukcji i charakterystyk poszczególnych jego składników. Należy ponadto uwzględnić aspekt ekonomiczny ochrony - maksymalna ochrona przy minimalnym koszcie.

Indywidualne systemy chroniące przed upadkiem z wysokości mają budowę modułową. Konfigurowane są ze składników lub podzespołów sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości.

Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości powinien być odpowiednio nadzorowany w przedsiębiorstwie użytkującym przez kompetentną, wyznaczoną do tych zadań osobę.

Bibliografia

1. PN-EN 361:2005 Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Szelki bezpieczeństwa.
2. Baszczyński K., Dolecki M., Zrobek Z.: *Nowy typoszereg szelek bezpieczeństwa i zakres ich stosowania*. Ochrona Pracy 1993, nr 4.
3. Baszczyński K.: Effects of full body harness design on fall arrest performance, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 2021, Vol. 27, 3, s. 938-945
4. Baszczyński K.: New test method with a Hybrid III Anthropomorphic Dummy for Textile Safety Harnesses, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 2020, 1(139), s. 81-86
5. Baszczyński K. : Sprawdzanie stanu technicznego uprząży w indywidualnych systemach chroniących przed upadkiem z wysokości , *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2013, 10 (505) , s. 27-30
6. PN-EN 354:2012. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Linki bezpieczeństwa.
7. PN-EN 355:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Amortyzatory.
8. PN-EN 353-1:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Część 1 - Urządzenia samozaciskowe ze sztywną prowadnicą.
9. PN-EN 353-2:2005. Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Część 2 - Urządzenia samozaciskowe z giętką prowadnicą.
10. PN-EN 360:2005 Środki ochrony indywidualnej chroniące przed upadkiem z wysokości. Urządzenia samohamowne.
11. Baszczyński K.: Influence of weather conditions on the performance of energy absorbers and guided type fall arresters on a flexible anchorage line during fall arresting. *Safety Science* 42 2004, p.519-536, Elsevier
12. Baszczyński K., Zrobek Z.: Wydłużenia urządzeń samozaciskowych jako źródło zagrożeń. *Bezpieczeństwo Pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, styczeń 1998, numer 1, str. 17-20
13. Baszczyński K., Zrobek Z.: Wpływ atmosferycznych warunków na działanie urządzeń samozaciskowych z giętkimi prowadnicami. *Bezpieczeństwo Pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, czerwiec 2000, numer 6, str. 17-19

14. Baszczyński K.: Wymagania i metody badań urządzeń samozaciskowych chroniących przed upadkiem z wysokości, wyposażonych w sztywne prowadnice, *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2019, 4(571), s. 15-18
15. Baszczyński K., Jachowicz M.: Ocena podzespołów łącząco-amortyzujących sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości w warunkach dynamicznych, *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2012, 11 (494), s. 22-25
16. Baszczyński K.: The influence of anchor devices on the performance of retractable type fall arresters protecting against falls from a height. *JOSE*, volume 12, number 3, 2006, p. 307-318.
17. Baszczyński K.: Modeling performance during fall arrest of selected textile elements of personal protective equipment protecting against falls from a height, *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 2013, 21, 4(100), s. 130-136
18. PN-EN 795:2012. Ochrona przed upadkiem z wysokości. Urządzenia kotwiczące.
19. Baszczyński K., Zrobek Z.: Stalowe poziome liny zaczepowe. *Bezpieczeństwo Pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, czerwiec 1998, numer 6, str. 18-21
20. Baszczyński K., Karlikowski M., Zrobek Z.: Urządzenia kotwiczące w sprzęcie chroniącym przed upadkiem z wysokości. *Bezpieczeństwo Pracy* 12(341) 1999, s. 6 - 11.
21. Baszczyński K.: Modelling the performance of horizontal anchor lines during fall arrest, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, 2017, 25, 5(125), s. 95-103
22. Baszczyński K.: Konstrukcja, podstawowe wymagania i metody badań urządzeń kotwiczących umożliwiającym przemieszczanie się pracownika na stanowiskach pracy na wysokości, *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 2016, 2, s. 13-17
23. Baszczyński K., Zrobek Z.: Bezwładne masy kotwiczące. *Bezpieczeństwo Pracy* 3(356) 2001, s. 21 - 22.
24. PN-EN 358:2002 Indywidualny sprzęt ochronny ustalający pozycję podczas pracy i zapobiegający upadkom z wysokości. Pasy ustalające pozycję podczas pracy i ograniczające przemieszczanie oraz linki ustalające pozycję podczas pracy.
25. Baszczyński K., Z. Zrobek: Ochrona przed upadkiem ze słupów żerdziowych – ocena skuteczności systemu ustalającego pozycję. *Bezpieczeństwo Pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 4/2005, str. 18-21
26. Baszczyński K., Korycki R.: *Stosowanie i zasady doboru sprzętu uniemożliwiającego rozpoczęcie spadania z wysokości*. *Bezpieczeństwo Pracy*, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa, listopad 2001, numer 11, str. 21-23

27. Baszczyński K.: Bezpieczeństwo pracy na dachach. Bezpieczeństwo Pracy, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2/2006, str. 2-4
28. Pościk A., Biernacki A.: Narzędzia wspomagające zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie - komputerowy program doboru środków ochrony indywidualnej DOBÓR, Bezpieczeństwo Pracy, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2/2001, str. 2-6
29. Materiały Centrum Edukacyjnego CIOP-PIB na temat upadku z wysokości