

## **CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Ul. Czerniakowska 16  
00-701 Warszawa  
Polska

### **Kombinezon asekuracyjno-ochronny do stałego noszenia podczas pracy w portach i innych nawodnych obiektach przemysłowych w pasie wód przybrzeżnych**

**Autorzy projektu kombinezonu:  
Krzysztof Łęzak  
Adam Małachowski**

W środowisku morskim pasa wód przybrzeżnych i środowisku wód śródlądowych istnieją miejsca pracy dla wielu rodzajów wyspecjalizowanych grup zawodowych (w stocznjach, portach, na jednostkach pływających i różnych nawodnych obiektach przemysłowych).

Takie środowiska pracy wymagają szczególnych działań w celu uczynienia pracy bezpieczną oraz stworzenia możliwości skutecznego ratowania życia ludzi w sytuacjach bezpośredniego zagrożenia. Ważne jest też to, by stosowanie środków ochrony indywidualnej, a w szczególności odzieży o połączonych funkcjach: ochronnej i ratowniczej, pozwalało na efektywne wykonywanie czynności zawodowych, w zgodzie z zasadami higieny pracy i ergonomii [Koradecka D.: *Wprowadzenie*. W: *Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia*, D. Koradecka (red. nauk.). Warszawa, CIOP 1997].

Praca w tych środowiskach - często w skrajnie złych warunkach atmosferycznych - grozi najczęściej upadkiem do wody, szokiem termicznym (związanym z nagłą zmianą temperatury otoczenia - hipotermia) czy też utonięciem.

Główne funkcje, jakie musi spełniać wielofunkcyjna odzież ochronna do stałego noszenia podczas pracy, to:

- zapewnienie ochrony przed działaniem czynników zewnętrznych - mechanicznych, chemicznych i cieplnych (w zakresie niskich i wysokich temperatur, a także przy narażeniu na chwilowe działanie ognia)
- umożliwienie użytkownikowi poruszania się w wodzie i wydostania się z niej (aktywne uczestniczenie w akcji ratowniczej)
- zapewnienie wystarczającej widzialności użytkownika w wodzie i umożliwienie odszukania go w celu podjęcia czynności ratunkowych
- przeciwdziałanie skutkom szoku termicznego, związanego z nagłą zmianą temperatury otoczenia (w przypadku nieprzewidzianego zanurzenia w wodzie) oraz utonięciu.

Omawiana grupa odzieży ochronnej musi spełniać wymagania ogólne i szczegółowe, zawarte m.in. w:

- dyrektywie 89/686/EWG, dotyczącej środków ochrony indywidualnej
- konwencji Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) SOLAS 1974 o bezpieczeństwie życia na morzu [PRS Gdańsk 1988]
- normie PN-EN ISO 15027-1: 2002 *Kombinezony przeciwzanurzeniowe. Część 1: Kombinezony do stałego noszenia, wymagania, w tym – wymagania bezpieczeństwa (Immersion suits. Part 1: constant wear suits, requirements including safety)*
- międzynarodowym kodeksie środków ratunkowych (*International life-saving appliance code* – kodeks LSA), rezolucja MSC.48(66) [PRS Gdańsk 1999].

Ze względu na potrzebę zapewnienia bezpieczeństwa pracującym w opisanych wcześniej warunkach pracy, w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym opracowano i wykonano kombinezon asekuracyjno-ochronny do stałego noszenia podczas pracy w portach i nawodnych obiektach przemysłowych w pasie wód przybrzeżnych.

## **Kombinezon asekuracyjno-ochronny do stałego noszenia podczas pracy w portach i innych nawodnych obiektach przemysłowych w pasie wód przybrzeżnych – widok z przodu i z tyłu**

Kombinezon może być ubraniem ochronnym dla pracowników obsługi portów, nabrzeży, stoczni, doków, zapór rzecznych, elektrowni wodnych, itp., i jednocześnie stanowić skuteczną ochronę przed szokiem termicznym przy nagłej zmianie temperatury otoczenia po przypadkowym wпадnięciu do wody i utonięciu. Bardzo dobre parametry użytkowe i higieniczne kombinezonu pozwalają na wykonywanie w nim czynności zawodowych.

### **Konstrukcja kombinezonu**

Wyrób jest kombinezonem typu suchego, przeznaczonym do stałego noszenia podczas wykonywanych czynności zawodowych. Jego rozmiar jest dostosowany do noszenia łącznie z odzieżą spodnią.

Pływalność kombinezonu uzyskano dzięki zastosowaniu w jego konstrukcji dwóch elementów wypornościowych:

- materiału o trwałych właściwościach wypornościowych, tj. pianki polietylenowej o porach zamkniętych, zastosowanego w ilości zapewniającej całkowitą wyporność kombinezonu (bez wyporności kołnierza) nie mniejszą niż 70 N
- jednokomorowego pneumatycznego kołnierza wypornościowego do napełniania powietrzem wydychanym przez użytkownika (bezpośrednio przed zanurzeniem lub podczas zanurzania się w wodzie), na stałe zainstalowanego pod zewnętrznym materiałem kombinezonu na wysokości torsu i karku.

Zewnętrzny materiał kombinezonu posiada małą masę powierzchniową, co zmniejsza całkowity ciężar wyrobu i optymalizuje jego tzw. układalność, a to z kolei zmniejsza do minimum uczucie dyskomfortu i wydatek energetyczny podczas wykonywania czynności zawodowych. Materiał jest wodoszczelny, ale - dla zminimalizowania dyskomfortu podczas intensywnego wysiłku fizjologicznego - przepuszczający parę wodną (powleczone go membraną paroprzepuszczalną), a więc pot (i – pośrednio - nadmiar ciepła z organizmu) na zewnątrz odzieży.

Pneumatyczny kołnierz wypornościowy jest wyposażony w zawór zwrotny zainstalowany w gumowym wężyku o tak dobranej długości i miejscu zamocowania w kombinezonie, aby umożliwić wygodne napełnianie kołnierza za pomocą ust.

Kołnierz nie nadmuchany nie powoduje utrudnień w poruszaniu rękami. Wykonany jest z cienkiego materiału powleczonego, który nie przepuszcza powietrza.

Dwie części składowe kołnierza połączono szwami uszczelnionymi taśmą naklejoną od wewnątrz. Wężyk do napełniania jest mocowany za pomocą zacisku gwintowego oraz uszczelnień gumowych i parafinowych, zabezpieczających przed przeciekaniem wody do wnętrza kombinezonu.

Główne zapięcie kombinezonu jest umieszczone centralnie, pionowo z przodu. Umożliwia to nakładanie kombinezonu w krótkim czasie, w każdych warunkach, bez pomocy innych osób.

Otwory rękawów oraz część twarzową kaptura wykończono gumowymi uszczelniającymi.

Układy zamków błyskawicznych na nogawkach umożliwiają ich ścisłe dopasowanie. W ten sposób jest usuwany nadmiar powietrza z dolnej części kombinezonu, co przyczynia się do efektywniejszego unoszenia górnej części ciała nad powierzchnią wody, pionowego pozycjonowania użytkownika (głową do góry) oraz stabilizacji pozycji w czasie unoszenia w wodzie.

Szczelne zakończenia nogawek mają formę „na stałe doszytych skarpet”.

Wkład z pianki polimerowej (materiał wypornościowy) w formie kombinezonu wewnętrznego dopinany jest do kombinezonu zasadniczego za pomocą zamka błyskawicznego (jednakże na stałe, z uszczelnieniem szwów, są łączone dolne otwory rękawów). Tak konstrukcja umożliwia szybkie suszenie wnętrza kombinezonu i jego konserwację.

### **Badania użytkowe**

Badania użytkowe zostały przeprowadzone pod kątem spełnienia wymagań dla kombinezonów ochronnych, określonych w międzynarodowym kodeksie środków ratunkowych (kodeks LSA) oraz w normie EN-ISO 15027-1: 2002 (PN-EN ISO 15027 *Kombinezony*

zanurzeniowe. Część 1: Kombinezony zanurzeniowe do ciągłego noszenia, wymagania, łącznie z wymaganiami bezpieczeństwa).

### Wyniki wybranych badań użytkowych kombinezonu asekuracyjno-ochronnego z kołnierzem wypornościowym

Lp	Cecha	Podstawa oceny (identyfikacja dokumentu normatywnego) nazwa i punkt dokumentu	Ocena testowanej cechy / funkcji podczas badań
1	Wszystkie właściwości	EN-ISO 15027-1: 2002 4.11 kodeks LSA 2.4	kombinezon nie uległ zniszczeniu i zachował swoje funkcje; materiał zewnętrzny, pianka wypornościowa i uszczelniająca, zamki zapięć oraz kołnierz wypornościowy  nie uległy zniszczeniu i zachowały swoje funkcje
2	Elementy wyposażenia dodatkowego	EN-ISO 15027-1: 2002 4.4.2.1.4 kodeks LSA	kombinezon może być stosowany z szelkami bezpieczeństwa i pasami bezpieczeństwa; wymienione elementy nie zmieniły funkcji kombinezonu
3	Kolorystyka materiałów zewnętrznych (materiały tła) na częściach eksponowanych nad powierzchnią wody	EN-ISO 15027-1: 2002 4.5	właściwości fluorescencyjne materiału w kolorze pomarańczowym, z którego w całości wykonany jest kombinezon, umożliwiają zachowanie jego dobrej widzialności
4	Izolacyjność cieplna	EN-ISO 15027-1: 2002 4.14 kodeks LSA 2.5.1	przewodność cieplna układu materiałów wynosi 0,64 W/(m <sup>2</sup> K) wielkość i budowa kombinezonu umożliwiają stosowanie dodatkowo odzieży spodniej
5	Stosowanie z kamizelkami i pasami ratunkowymi	EN-ISO 15027-1: 2002 4.1.6	kombinezon jest wyposażony w kołnierz wypornościowy (kołnierze wypornościowe spełniają zasadnicze wymagania przedmiotowe dla kamizelek ratunkowych, zgodnie z normą ISO 12402)
6	Konstrukcja	EN-ISO 15027-1: 2002 4.1.8	na kombinezonie, w miejscach narażonych na przetarcie opcjonalnie można zastosować zabezpieczenia z cienkiej gumy lub dodatkowej warstwy materiału zasadniczego
		EN-ISO 15027-1: 2002 4.1.9	konstrukcja kombinezonu i wyposażenie dodatkowe nie zawierają elementów mogących zranić lub ograniczyć swobodę ruchów w trakcie normalnego użytkowania
<b>Badania parametrów bezpieczeństwa</b>			
7	Palność	kodeks LSA 2.4.1.1.4	materiał zewnętrzny użyty do konstrukcji kombinezonu nie topi się ani nie podtrzymuje palenia po 2 s działania płomienia (metodą zapalania powierzchni). <i>Nie badano kombinezonów w całości</i>
8	Odporność na działanie cyklicznych zmian temperatury (w zakresie -30 ÷ +65 °C)	EN-ISO 15027-1: 2002 4.9	materiały użyte do konstrukcji kombinezonu nie ulegają degradacji po 8 cyklach kondycjonowania na przemian w temperaturach -30 °C i +60 °C

9	Przeciekanie	EN-ISO 15027-1: 2002 4.10 kodeks LSA 2.4.1.1	po 45 min użytkowania w wodzie oraz testach wychodzenia na platformę ewakuacyjną nie stwierdzono przeciekania kombinezonu
10	Widzialność	EN-ISO 15027-1: 2002 4.12	Zastosowany jest system biernego świecenia. Minimalna powierzchnia materiału odblaskowego: 400 cm <sup>2</sup> , w tym: ≥ 100 cm <sup>2</sup> na kapturze ≥ 250 cm <sup>2</sup> na części kombinezonu wystającej z wody (podczas badania wg EN ISO 15027-3: 2002, p. 3.11.6.4) ≥ 50 cm <sup>2</sup> na plecach kombinezonu i z tyłu nogawek
11	Napełnianie powietrzem	EN-ISO 15027-1: 2002 4.3	każdy element zespołu kołnierza wypornościowego spełnia zasadnicze wymagania EN-ISO 12402-2
<b>Badania eksploatacyjne na sucho</b>			
12	Marsz	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.1	średnie czasy marszów w kombinezonie i bez kombinezonu nie różnią się w sposób istotny (różnica nie przekracza 5%)
13	Wspinanie się	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.2	średni czas wspinania się w kombinezonie nie jest dłuższy od średniego czasu wspinania się bez kombinezonu o więcej niż 5%
14	Ubieranie się	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.3	czas rozpakowania i ubierania się po kondycjonowaniu (w temp. -5 °C przez 24 h) nie przekracza 5 min; nie stwierdzono uszkodzeń kombinezonu po ubraniu się
15	Możliwość sprawnego poruszania się	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.4	kombinezon nie krępuje ruchów i pozwala na wykonywanie czynności zgodnych z metodą badania; wykonanie sekwencji ruchów nie spowodowało uszkodzeń
16	Nakładanie ochron rąk	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.5	czas nałożenia gumowych rękawic nie przekracza 3 min
<b>Badania eksploatacyjne w wodzie</b>			
17	Skok do wody	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.6 kodeks LSA 2.4.1.3.2	podczas badań wykonano skoki z wysokości 4,5 m; nie stwierdzono uszkodzeń kombinezonu ani kołnierza wypornościowego. Czas zamknięcia drugorzędnych zapięć kombinezonu, tj. kieszonek na „linkę życia” i radiotelefon, nie przekroczył 2 min
18	Wejście na platformę	EN-ISO 15027-1: 2002 4.13.7 kodeks LSA 2.4.1.3.3	kombinezon w pełni umożliwił przepłynięcie dystansu 25 m i wyjście na platformę ewakuacyjną (jednostkę ratunkową) zarówno przed napełnieniem kołnierza wypornościowego powietrzem jak i po napełnieniu
19	Pływalność i pozycjonowanie	prEN-ISO 15027-1: 2002 4.13.8 kodeks LSA 2.4.3 2.4.1.1	czas pozycjonowania sylwetki do ułożenia „twarzą do góry” nie przekroczył 5 s. Napełniony kołnierz wypornościowy znacznie ułatwia pozycjonowanie
20	Pole widzenia	prEN-ISO 15027-1: 2002 4.13.9 kodeks LSA 2.4.1.1.7	przed napełnieniem kołnierza wypornościowego i po napełnieniu, kąt pola widzenia - wyznaczany na sucho i w wodzie (bez użycia przyrządu) - wynosi 180° w kierunku wzdłuż ciała i 180° w kierunku poprzecznym do osi ciała

## **Zalety kombinezonu**

W konstrukcji kombinezonu zastosowano nowatorskie połączenie seryjnie produkowanych i powszechnie dostępnych lekkich materiałów, dobranych w sposób pozwalający osiągnąć produkt o optymalnych właściwościach ochronnych i użytkowych oraz zapewnić uniwersalność jego zastosowania.

Walory użytkowe kombinezonu i jego niska cena jednostkowa powodują, że może on być także stosowany np. w różnych dyscyplinach sportów wodnych, czy też jako odzież ewakuacyjna dla ludności cywilnej podczas powodzi.

## **Cechy ergonomiczne**

Dzięki małej masie (około 2 kg), specjalnie opracowanej formie kroju i dużej elastyczności zastosowanego układu materiałów, kombinezon jest łatwy do założenia, nie krępuje ruchów i umożliwia swobodne poruszanie się zarówno na lądzie, jak i w wodzie. Jednocześnie zewnętrzny materiał umożliwia odparowanie potu podczas intensywnego wysiłku fizycznego i nie dopuszcza w ten sposób do powstania uczucia dyskomfortu fizjologicznego.

## **Funkcjonalność**

Specjalna konstrukcja kombinezonu pozwala na użytkowanie go z innymi środkami ochrony indywidualnej.

Dzięki możliwości odłączenia wewnętrznego materiału wypornościowego (z pianki) kombinezon daje się łatwo konserwować i suszyć.

Zastosowane materiały zachowują swe właściwości w dużym zakresie temperatur (od -20 do +30 °C).

## **Uruchomienie produkcji i skutki społeczne**

Dzięki przeprowadzeniu prac wdrożeniowych, przebadaniu partii informacyjnej i opracowaniu – we współpracy z potencjalnym producentem (Pracownia Sprzętu Alpinistycznego Małachowski w Dębowcu) – technologii wytwarzania, jest możliwe podjęcie seryjnej produkcji kombinezonów.

Walory użytkowe i jakość ochrony osiągnięta w wielu warunkach użytkowania oraz relatywnie niska cena jednostkowa mogą przyczynić się do znacznego zwiększenia stopnia bezpieczeństwa użytkowników z wielu grup zawodowych i pozazawodowych.

## **Dane techniczne**

### Tkanina zewnętrzna

*Concordia*, art. *Climasafe W* – czterowarstwowy laminat paroprzepuszczalny, tkanina nośna 100% PE, masa powierzchniowa: 310 g/m<sup>2</sup>.

Kolory: żółty, pomarańczowy, o właściwościach fluorescencyjnych.

### Materiały wewnętrzne

Podszewka *Piumi Microfiber* – 434, 100% PE, masa powierzchniowa: 43 g/m<sup>2</sup>.

Dzianina usztywniająca wewnątrz kaptura, art. 201 180 AN, 100% PA, masa powierzchniowa: 392 g/m<sup>2</sup>.

Kompozyt elastyczny *Piuma* – pianka neoprenowa dwustronnie pokryta dzianiną PA, grubość: 1,5 mm, masa powierzchniowa: 480 g/m<sup>2</sup> (stosowana na uszczelnienia mankietów).

Pianka polietylenowa o porach zamkniętych, grubość: 3,3 mm, masa powierzchniowa: 57,5 g/m<sup>2</sup>, wytrzymałość próbki o pow. 100 cm<sup>2</sup>: 0,28 N.

Taśma odblaskowa, szara, szerokość: 50 mm, wodoodporna.

### Materiał kołnierza wytrzymałościowego

Tkanina poliestrowa jednostronnie powleczonej poliuretanem, masa powierzchniowa: 89 g/m<sup>2</sup>.

**Kombinezon przeciwanurzeniowy do stałego noszenia został wystawiony na :**

- **53 Międzynarodowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Technik BRUSSELS EUREKA 2004, które odbyły się w dniach 16-21 listopada 2004r. - zespół autorów otrzymał na nich srebrny medal;**
- **Seul International Invention Fair 2004 (12.10.) w Seulu - zespół autorów otrzymał na nich srebrny medal.**
- **Międzynarodowa Wystawa Wynalazków „INNOWACJE” 2005 w Gdańsku zespół autorów otrzymał na nich srebrny medal.**