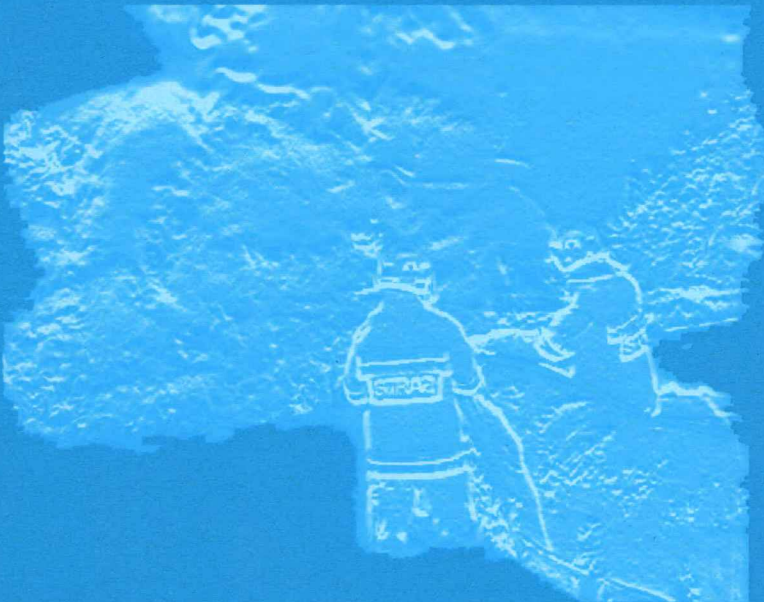


**System szkolenia członków Ochotniczych Straży Pożarnych  
biorących bezpośredni udział w działaniach ratowniczych**

# **Szkolenie Strażaków Ratowników OSP**

## **Część 2**





**Komenda Główna  
Państwowej Straży  
Pożarnej**



**CNBOP**

**Centrum Naukowo-Badawcze  
Ochrony Przeciwpóżarowej  
im. Józefa Tuliszkowskiego**

**System szkolenia członków Ochotniczych Straży Pożarnych  
biorących bezpośredni udział  
w działaniach ratowniczych**

# **SZKOLENIE STRAŻAKÓW RATOWNIKÓW OSP CZĘŚĆ II**

**CNBOP marzec 2009**

**Praca zbiorowa pod redakcją:  
Zbigniew SURALA**

**Zespół autorski:  
Piotr BIELICKI  
Robert CZARNECKI  
Urszula FIETZ-STRYCHALSKA  
Maciej GLOGER  
Grażyna GUGALA  
Ariadna KONIUCH  
Robert LAZAJ  
Daniel MAŁOZIĘĆ  
Marek PLOTICA**

**Recenzja merytoryczna:  
Wojciech BABUT  
Maciej SCHROEDER**

**Recenzja pedagogiczna:  
Bogdan GUMIŃSKI  
Jan KIELIN  
Józef ZALEWSKI**

**Projekt okładki:  
Rafał KOWAL**

## WYKAZ TEMATÓW

| Lp. | Temat wykładu                                                                          | Autor/Autorzy                      | Ilość godzin wykładu | Strona |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------|
| 1   | Organizacja ochrony ludności w tym ochrony przeciwpożarowej                            | Robert Łazaj                       | 1                    |        |
| 2   | Rozwój pożaru                                                                          | Ariadna Koniuch<br>Daniel Malozięć | 1                    |        |
| 3   | Taktyka gaszenia pożarów                                                               | Piotr Bielicki                     | 2                    |        |
| 4   | Sprzęt ochrony dróg oddechowych                                                        | Marek Plotica                      | 4                    |        |
| 5   | Ratowniczy sprzęt mechaniczny                                                          | Robert Czarnecki<br>Maciej Gloger  | 3                    |        |
| 6   | Podstawowe zadania strażaków ratowników OSP w czasie działań chemiczno - ekologicznych | Urszula Fietz-Strychalska          | 1                    |        |
| 7   | Elementy pierwszej pomocy                                                              | Grażyna Gugąła                     | 1                    |        |



## Temat 1

# Organizacja ochrony ludności w tym ochrony przeciwpożarowej

### Jednostki organizacyjne ochrony przeciwpożarowej i ich zadania

Ochrona przeciwpożarowa<sup>1</sup> polega na realizacji przedsięwzięć mających na celu ochronę życia, zdrowia, mienia lub środowiska przed pożarem, klęską żywiołową lub innym miejscowym zagrożeniem poprzez:

1. zapobieganie powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia,
2. zapewnienie sił i środków do zwalczania pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia,
3. prowadzenie działań ratowniczych.



*Fotografia nr 1.1. Pożar hotelu<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup> Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (art.1., Dz.U. z 1991r., Nr 81, poz. 351).

<sup>2</sup> [www.cspsp.pl](http://www.cspsp.pl)

Zapobieganie powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia polega na:

- zapewnieniu koniecznych warunków ochrony technicznej nieruchomościom i ruchomościom,
- tworzeniu warunków organizacyjnych i formalnoprawnych zapewniających ochronę ludzi i mienia, a także przeciwdziałających powstawaniu lub minimalizujących skutki pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia.

Natomiast działania ratownicze polegają na podjęciu czynności w celu ochrony życia, zdrowia, mienia lub środowiska, a także likwidacji przyczyn powstania pożaru, wystąpienia klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia.<sup>3</sup>

Zadania ochrony przeciwpożarowej zgodnie z zapisem ustawy o ochronie przeciwpożarowej realizują jednostkami ochrony przeciwpożarowej, którymi są<sup>4</sup>:

1. jednostki organizacyjne Państwowej Straży Pożarnej,
2. jednostki organizacyjne wojskowej ochrony przeciwpożarowej,
3. zakładowa straż pożarna,
4. zakładowa służba ratownicza,
5. gminna zawodowa straż pożarna,
6. powiatowa (miejska) zawodowa straż pożarna,
7. terenowa służba ratownicza,
8. ochotnicza straż pożarna,
9. związek ochotniczych straży pożarnych,
10. inne jednostki ratownicze.

Zadania i organizację Państwowej Straży Pożarnej określa ustawa o Państwowej Straży Pożarnej.

Ważnym i najliczniejszym w naszym kraju ogniwnem realizującym zadania ochrony przeciwpożarowej są Ochotnicze Straże Pożarne, które działają na podstawie prawa o stowarzyszeniach, ustawy o ochronie przeciwpożarowej i statutu Ochotniczej Straży Pożarnej.

Stowarzyszenie OSP posiada osobowość prawną i jest członkiem Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej.

Ochotnicza Straż Pożarna jest jednostką umundurowaną, wyposażoną w specjalistyczny sprzęt, przeznaczoną w szczególności do walki z pożarami, klęskami żywiołowymi lub innymi miejscowymi zagrożeniami.

---

<sup>3</sup> art.2. ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej, op. cit.

<sup>4</sup> ibidem, art.15.

Szczegółowe zadania i organizację Ochotniczej Straży Pożarnej i ich związku określa statut. Wszelkie sprawy dotyczące ochrony przeciwpożarowej, określone w statucie ochotniczej straży pożarnej i ich związku, wymagają uzgodnienia z komendantem powiatowym (miejskim) Państwowej Straży Pożarnej właściwym ze względu na teren działania lub Komendantem Głównym Państwowej Straży Pożarnej w przypadku Związku Ochotniczych Straży Pożarnych działającego na terenie całego kraju.<sup>5</sup>

#### Świadczenia rzeczowe i finansowe<sup>6</sup>

Koszty funkcjonowania jednostek ochrony przeciwpożarowej pokrywane są na mocy zapisów ustawy o ochronie przeciwpożarowej z:

- budżetu państwa,
- budżetów jednostek samorządu terytorialnego,
- dochodów instytucji ubezpieczeniowych, ubezpieczających osoby prawne i fizyczne,
- środków własnych podmiotów, które uzyskały zgodę Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji na utworzenie jednostki ochrony przeciwpożarowej.

Państwowa Straż Pożarna jest obowiązana do przekazywania nieodpłatnie technicznie sprawnego, zbędnego sprzętu i urządzeń ochotniczym strażom pożarnym, po zasięgnięciu opinii właściwego zarządu wojewódzkiego Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej.

Zakładowe straże pożarne lub zakładowe służby ratownicze mogą przekazywać nieodpłatnie sprawny technicznie, zbędny sprzęt i urządzenia Zarządowi Głównemu Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej oraz ochotniczym strażom pożarnym pozostającym poza strukturami związku. Koszty wyposażenia, utrzymania, wyszkolenia i zapewnienia gotowości bojowej jednostek ochrony przeciwpożarowej, ponoszą podmioty tworzące te jednostki.

Koszty wyposażenia, utrzymania, wyszkolenia i zapewnienia gotowości bojowej ochotniczej straży pożarnej ponosi gmina.

#### Gmina ma również obowiązek:

- bezpłatnego umundurowania członków ochotniczej straży pożarnej,
- ubezpieczenia w instytucji ubezpieczeniowej członków ochotniczej straży pożarnej i młodzieżowej drużyny pożarniczej,

---

<sup>5</sup> ibidem, art.19.

<sup>6</sup> ibidem, rozdział 6.

- ponoszenia kosztów okresowych badań lekarskich członków ochotniczej straży pożarnej.

Gmina może zatrudnić komendanta gminnego ochrony przeciwpożarowej.

Budżet państwa uczestniczy w kosztach funkcjonowania jednostek ochrony przeciwpożarowej, jeżeli jednostki te działają w ramach Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego.

Szkolenie członków Ochotniczej Straży Pożarnej prowadzi nieodpłatnie Państwowa Straż Pożarna.

Nieruchomości, środki transportu, urządzenia i sprzęt, pozostający w dyspozycji ochotniczej straży pożarnej lub ich związku, mogą być odpłatnie wykorzystywane do innych społecznie użytecznych celów określonych w statucie ochotniczej straży pożarnej lub ich związku. Środki uzyskane z powyższego tytułu stanowią dochody własne ochotniczej straży pożarnej lub ich związku.

Zakłady ubezpieczeń są obowiązane przekazywać 10% sumy wpływów uzyskanych z tytułu obowiązkowego ubezpieczenia od ognia na określone cele ochrony przeciwpożarowej. Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej i Zarząd Główny Związku Ochotniczych Straży Pożarnych Rzeczypospolitej Polskiej otrzymują po 50% kwoty.

Strażakowi jednostki ochrony przeciwpożarowej lub członkowi ochotniczej straży pożarnej, który w związku z działaniami ratowniczymi lub ćwiczeniami doznał uszczerbku na zdrowiu lub poniósł szkodę w mieniu, a w przypadku śmierci członkom jego rodziny, przysługują świadczenia odszkodowawcze.<sup>7</sup>

### **Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy**

Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy jest integralną częścią organizacji bezpieczeństwa wewnętrznego państwa obejmującą, w celu ratowania życia, zdrowia, mienia lub środowiska, prognozowanie, rozpoznawanie i zwalczanie pożarów, klęsk żywiołowych lub innych miejscowych zagrożeń; system ten skupia jednostki ochrony przeciwpożarowej, inne służby, inspekcje, straże, instytucje oraz podmioty, które dobrowolnie w drodze umowy cywilnoprawnej zgodziły się współdziałać w akcjach ratowniczych.<sup>8</sup>

Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy ma na celu ochronę życia, zdrowia, mienia lub środowiska poprzez:

- walkę z pożarami lub innymi klęskami żywiołowymi,
- ratownictwo techniczne,
- ratownictwo chemiczne,

<sup>7</sup> ibidem, art. 26.

<sup>8</sup> ibidem, art.2.

- ratownictwo ekologiczne,
- ratownictwo medyczne.<sup>9</sup>



*Fotografia nr 1.2. Pożar kamienicy<sup>10</sup>*

Krajowy System Ratowniczo-Gaśniczy, jest zorganizowany na trzech poziomach:

1. powiatowym,
2. wojewódzkim,
3. krajowym.

Na poziomie powiatowym wykonuje się wszystkie podstawowe zadania systemu, związane z obszarem powiatu. Poziomy wojewódzki i krajowy spełniają rolę wspomagającą i koordynacyjną w sytuacjach wymagających użycia sił i środków spoza obszaru danego powiatu lub województwa.

Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej, wojewoda lub starosta odpowiednio na obszarze kraju, województwa lub powiatu określają zadania krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, koordynują jego funkcjonowanie i kontrolują wykonywanie wynikających stąd zadań, a w sytuacjach nadzwyczajnych zagrożeń życia, zdrowia lub środowiska - kierują tym systemem.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> ibidem, art.14.

<sup>10</sup> [www.cspsp.pl](http://www.cspsp.pl)

<sup>11</sup> art.14. ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej, op. cit.

Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej kieruje Krajowym Systemem Ratowniczo-Gaśniczym, a w szczególności<sup>12</sup>:

- dysponuje jednostki Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego na obszarze kraju, poprzez swoje stanowisko kierowania,
- ustala zbiorczy plan sieci jednostek krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego,
- ustala plan rozmieszczania na obszarze kraju sprzętu specjalistycznego w ramach Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego,
- dysponuje odwodami operacyjnymi i kieruje ich siłami,
- dowodzi działaniami ratowniczymi, których rozmiar lub zasięg przekracza możliwość sił ratowniczych województwa,
- organizuje i kieruje centralnymi odwodami operacyjnymi,
- analizuje działania ratownicze prowadzone przez jednostki organizacyjne Krajowego Systemu Ratowniczo- Gaśniczego.

Wojewoda i starosta wykonują swoje zadania przy pomocy odpowiednio wojewódzkiego i powiatowego zespołu reagowania kryzysowego, działających na podstawie przepisów o stanie klęski żywiołowej.

Wójt (burmistrz lub prezydent miasta) koordynuje funkcjonowanie Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego na obszarze gminy w zakresie ustalonym przez wojewodę. Zadanie to wykonywane jest przy pomocy komendanta gminnego ochrony przeciwpożarowej, jeżeli komendant taki został zatrudniony przez gminę.<sup>13</sup>

### **Zasady współpracy OSP z innymi podmiotami ratowniczymi**

Współdziałaniem jednostek na miejscu zdarzenia organizuje kierujący akcją ratowniczą.

Współdziałanie to polega na<sup>14</sup>:

- wzajemnej pomocy w celu zachowania ciągłości i skuteczności procedur ratowniczych,
- powiadamianiu o występujących zagrożeniach oraz zastosowanych i wymaganych środkach ochrony osobistej ratowników i zabezpieczeniu terenu działań ratowniczych,

---

<sup>12</sup>ibidem, art.10.

<sup>13</sup> ibidem, art14.

<sup>14</sup> art.5.rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2001 roku w sprawie szczegółowych zasad kierowania i współdziałania jednostek ochrony przeciwpożarowej biorących udział w działaniu ratowniczym (Dz. U. z 2001r., Nr 82, poz. 895.).

- informowaniu o stosowanych technikach ratowania życia, zdrowia, środowiska i mienia oraz sposobach ewakuacji poszkodowanych i zagrożonych ludzi oraz zwierząt ze stref zagrożenia,
- wzajemnym wsparciu logistycznym prowadzonych działań ratowniczych,
- zapewnieniu łączności i ciągłości wymiany informacji z powiatowym (miejskim) stanowiskiem kierowania.

Do zadań służb współpracujących z jednostkami ochrony przeciwpożarowej w czasie akcji ratowniczych należy:

1. Jednostki policji:

- Kierowanie ruchem drogowym.
- Wyznaczenie objazdów wokół miejsca zdarzenia.
- Oznakowanie miejsca zdarzenia.
- Zabezpieczenie dróg dojazdowych do miejsca zdarzenia.
- Usunięcie osób postronnych utrudniających prowadzenie działań ratowniczych.
- Zabezpieczenie przed kradzieżą mienia na miejscu zdarzenia.

2. Służby medyczne:

- Zabezpieczenie medyczne działań ratowniczych.
- Udzielenie pomocy medycznej poszkodowanym.
- Zapewnienie transportu dla poszkodowanych do szpitali.



*Fotografia nr 1. 3. Udzielanie pomocy medycznej<sup>15</sup>*

---

<sup>15</sup> [www.cspsp.pl](http://www.cspsp.pl)



### 3. Administracja samorządowa i rządowa:

- Zapewnienie pojazdów celem przetransportowania większej ilości poszkodowanych.
- Zapewnienie środków pierwszej potrzeby (ubrania, koce, żywność) dla poszkodowanych.
- Zapewnienie bezpiecznego miejsca lokalizacji osób poszkodowanych.
- Zapewnienie wszelkiej pomocy wykraczającej poza zadania i możliwości służb ratowniczych.

### **Zadania OSP w powszechnym systemie ochrony ludności**

Zadania związane z ochroną porządku i bezpieczeństwa publicznego należą do podstawowych zadań jednostek samorządu terytorialnego. Zakres działalności poszczególnych szczebli samorządu terytorialnego został jednak zróżnicowany. Zaspokajanie zbiorowych potrzeb wspólnoty należy do zadań własnych gminy. W szczególności zadania własne gminy obejmują m.in. sprawy porządku publicznego i bezpieczeństwa obywateli oraz ochrony przeciwpożarowej i przeciwpowodziowej.

Gmina wykonuje zadania z zakresu porządku publicznego i bezpieczeństwa obywateli jako zadania własne. Określenie zadań z zakresu porządku publicznego i bezpieczeństwa obywateli oraz bezpieczeństwa publicznego jako zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego wynika bezpośrednio z Konstytucji RP oraz przepisów ustrojowych.

Do zakresu działania szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin, na ich obszarze działania, należy w szczególności:<sup>16</sup>

- opracowywanie i opiniowanie planów obrony cywilnej,
- organizowanie i koordynowanie szkoleń oraz ćwiczeń obrony cywilnej,
- organizowanie szkolenia ludności w zakresie obrony cywilnej,
- przygotowanie i zapewnienie działania systemu wykrywania i alarmowania oraz systemu wczesnego ostrzegania o zagrożeniach,
- tworzenie i przygotowywanie do działań jednostek organizacyjnych obrony cywilnej,
- przygotowywanie i organizowanie ewakuacji ludności na wypadek powstania masowego zagrożenia dla życia i zdrowia na znacznym obszarze,
- planowanie i zapewnienie środków transportowych, warunków bytowych oraz pomocy przedmedycznej, medycznej i społecznej dla ewakuowanej ludności,

---

<sup>16</sup> Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002r. w sprawie szczegółowego działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin.

- planowanie i zapewnienie ochrony płodów rolnych i zwierząt gospodarskich oraz produktów żywnościowych i pasz, a także ujęć i urządzeń wodnych na wypadek zagrożenia zniszczeniem,
- planowanie i zapewnienie ochrony oraz ewakuacji dóbr kultury i innego mienia na wypadek zagrożenia zniszczeniem,
- wyznaczanie zakładów opieki zdrowotnej zobowiązanych do udzielania pomocy medycznej poszkodowanym w wyniku masowego zagrożenia życia i zdrowia ludności oraz nadzorowanie przygotowania tych zakładów do niesienia tej pomocy,
- zapewnienie dostaw wody pitnej dla ludności i wyznaczonych zakładów przemysłu spożywczego oraz wody dla urządzeń specjalnych do likwidacji skażeń i do celów przeciwpożarowych,
- zaopatrywanie organów i formacji obrony cywilnej w sprzęt, środki techniczne i umundurowanie niezbędne do wykonywania zadań obrony cywilnej, a także zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania, konserwacji, eksploatacji, remontu i wymiany tego sprzętu, środków technicznych oraz umundurowania,
- integrowanie sił obrony cywilnej oraz innych służb, w tym sanitarno epidemiologicznych i społecznych organizacji ratowniczych, do prowadzenia akcji ratunkowych oraz likwidacji skutków klęsk żywiołowych i zagrożeń środowiska,
- kontrolowanie przygotowania formacji obrony cywilnej i ratowników do prowadzenia działań ratowniczych,
- przygotowanie i zapewnienie niezbędnych sił do doraźnej pomocy w grzebaniu zmarłych.

Rola jednostek samorządu terytorialnego w realizacji zadań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa społeczności lokalnych powinna polegać na:

- Koordynowaniu działań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa na danym terenie i w danym czasie. Rola ta powinna opierać się na wypracowaniu algorytmów postępowania, dla każdego z podmiotów i służb, zgodnie z jego kompetencjami.
- Organizacji życia społecznego i jego warunków, by nie powstawały sytuacje zagrożeniowe czy też prowokujące zagrożenie.
- Organizacji czasu wolnego młodzieży. Działalność rodziny i szkoły powinna być uzupełniana poprzez stwarzanie właściwych form życia społecznego w miejscu zamieszkania dzieci i młodzieży.
- Współpracy ze środkami masowego przekazu. Organy jednostek samorządu terytorialnego (starosta, wójt, burmistrz, prezydent miasta), jako koordynator działań wszystkich podmiotów i służb w stanach zagrożenia, powinny odpowiadać za politykę informacyjną, obejmującą

przede wszystkim informację o faktach, ich uwarunkowaniach i przyczynach, zakończoną wnioskami i sugestiami dotyczącymi bezpiecznych zachowań. Współpraca ta powinna być prowadzona zarówno przed potencjalnymi zagrożeniami, jak też w ich trakcie i po ich ustąpieniu.

### **Literatura:**

1. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z 1991r. Nr 81, poz. 351.).
2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 1991r. Nr 88,poz. 400.).
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2001 roku w sprawie szczegółowych zasad kierowania i współdziałania jednostek ochrony przeciwpożarowej biorących udział w działaniu ratowniczym (Dz. U. z 2001r. Nr 82, poz. 895.).
4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 29 grudnia 1999 roku w sprawie szczegółowych zasad organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego (Dz. U. z 1999r. Nr 111, poz. 1311.).
5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 25 czerwca 2002r. w sprawie szczegółowego działania Szefa Obrony Cywilnej Kraju, szefów obrony cywilnej województw, powiatów i gmin.
6. *Vademecum ochrony przeciwpożarowej w powiecie i gminie*. Oficyna poligraficzna APLA SP.J, Kielce 2004.

## Temat 2

# Rozwój pożaru

### Proces spalania materiałów palnych<sup>17</sup>

#### Spalanie ciał stałych

Każde palne ciało stałe, zanim ulegnie zapaleniu, musi zostać podgrzane do określonej temperatury, w której następuje wydzielanie się palnych gazowych produktów rozkładu termicznego. Najbardziej podatne na zapalenie oraz rozprzestrzenianie się ognia są materiały włókniste (bawełna, wełna, konopie, juta, len), oraz inne w stanie rozdrobnionym (siano, słoma luzem, odpady papierowe luzem, wióry drewniane). Natomiast ciała stałe w postaci dużych brył (sprasowana słoma, belki drewniane, bele tkanin czy papieru) zapalają się i palą znacznie wolniej – spalaniu ulega najpierw zewnętrzna warstwa materiału bezpośrednio stykająca się z powietrzem, a następnie ogień przenika przez dalsze warstwy w głąb materiału. Tłumaczy się to faktem, że ciała rozdrobnione stykają się z tlenem z powietrza na powierzchni znacznie większej niż te w postaci zwartej, co oznacza, że na większej powierzchni może jednocześnie następować spalanie. W końcowej fazie spalania dopalają się materiały zwęglone w fazie poprzedniej i pozostaje niewielka ilość resztek mineralnych (popiołu), które są również produktami spalania. Jeżeli spalanie jest zupełne i jeżeli substancje zwęglone składają się głównie z węgla, to głównym produktem spalania w tej fazie będzie dwutlenek węgla –  $\text{CO}_2$ , ponieważ para wodna ulotni się wcześniej. W procesie palenia tworzy się również pewna ilość tlenku węgla –  $\text{CO}$ , zwanego popularnie czadem. (przykład: fot. nr 2.1).<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup> Drysdale D., *An introduction to fire dynamics*, New York, Wiley 1990; Pofit – Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*, SA PSP, Kraków 1994; Praca zbiorowa, *Fizykochemia spalania i wybuchów*, SGSP, Warszawa 1996;

<sup>18</sup> [www.apclima.pl](http://www.apclima.pl)



*Fotografia nr 2.1. Pożar komórek drewnianych  
w miejscowości Starowa Góra<sup>20</sup>*

### Spalanie cieczy

Podczas spalania cieczy zachodzi proces powstawania par, a następnie ich zmieszania z powietrzem podtrzymującym proces spalania powstałej mieszaniny. Palenie przebiega w cienkiej warstwie, zwanej strefą palenia, do której z powierzchni cieczy nieustannie dochodzą pary cieczy, a z powietrza pobierany jest tlen. Temperatura strefy palenia w każdym punkcie strefy jest wyższa od temperatury zapłonu mieszaniny, dlatego też strefa palenia jest stałym źródłem ciepła. Konieczne do parowania ciepło jest przekazywane drogą promieniowania od strefy palenia (płomienia) do powierzchni cieczy. W ten sposób, w procesie palenia w cieczy, ustala się równowaga pomiędzy ilością ciepła przekazywaną ze strefy palenia do powierzchni cieczy a ilością par przechodzących z powierzchni cieczy do płomienia. W przypadku cieczy możemy również spotkać się z takimi zjawiskami jak wyrzut i wykipienie. Oba te zjawiska zalicza się do wybuchów fizycznych.



*Fotografia nr 2.2. Pożar testowy (pożar cieczy  
wylanej na tacę)*

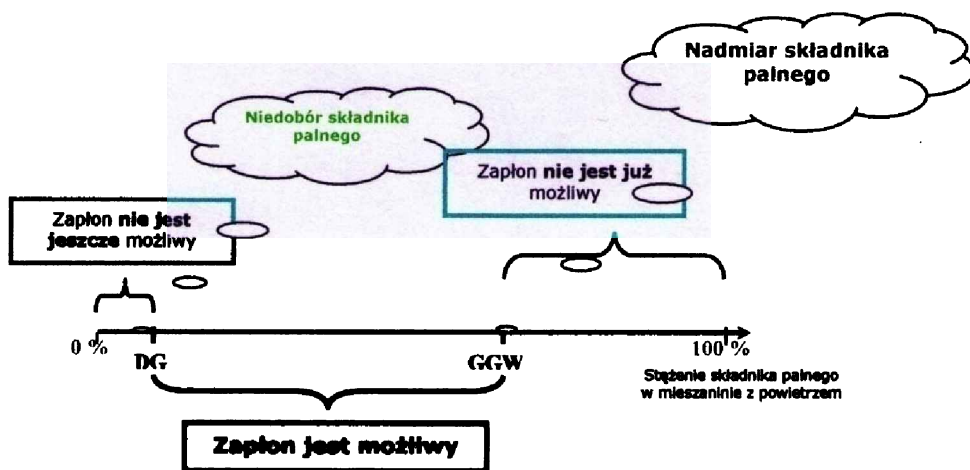
Wyrzut zachodzi zwłaszcza w ciężkich produktach naftowych tj. oleje, ropa, które są mieszaninami związków chemicznych o różnych masach cząsteczkowych, a tym samym i odmiennej gęstości, lotności i zawartości wody – tworzą one emulsje wodne oleju lub warstwę wody na dnie zbiornika. W chwili pożaru zbiornika z tego typu paliwami ciekłymi początkowo dochodzi do rozdestylowania składników: tuż pod powierzchnią paliwa tworzy się warstwa przegrzana (temperatura jest wyższa od temperatury wrzenia powierzchni cieczy). Oddestylowanie produktów lotnych z tej warstwy powoduje wzrost jej gęstości w stosunku do początkowej gęstości mieszaniny, w wyniku czego przesuwa się ona w dół zbiornika, a na jej miejsce napływa świeża nierozdestylowana ciecz. Stopniowo przegrzana warstwa osiąga temperaturę około  $95^{\circ}\text{C}$ . W momencie, gdy przesunie się ona tak głęboko, że dotrze do warstwy emulsyjnej wody z olejem lub warstwy samej wody, dochodzi do przejścia wody w parę wodną. Przejście to powoduje wzrost ciśnienia w zbiorniku i wyrzut zawartości płonącego paliwa na zewnątrz zbiornika, co znacznie zwiększa powierzchnię pożaru.

Wykipienie – to wybuch fizyczny spowodowany zetknięciem się wody ze stopionymi metalami typu Al, Mg, Co, Ni (osiągają one wtedy temperaturę rzędu  $700\div 2000^{\circ}\text{C}$ ). Gdy roztopiony metal o wysokiej temperaturze wlewa się do wody (warunek wykipienia – duża powierzchnia zetknięcia), powstała gwałtownie para rozbija roztopioną masę na bardzo małe cząsteczki, które mieszają się bezpośrednio z wodą, w skutek czego powstaje duża powierzchnia zetknięcia, poprzez którą następuje wymiana ciepła. Przyczyna zaistniałego wybuchu jest proces fizyczny – nagłe przejście wody w parę (1700-krotne powiększenie objętości – siła tej przemiany zbliżona jest do detonacji wybuchowego materiału kruszącego).

### Granice wybuchowości

Proces spalania cieczy palnej może zaistnieć wówczas, gdy nad powierzchnią cieczy utworzy się zdolna do palenia mieszanina par tej cieczy z powietrzem. Zapalenie się cieczy poprzedza zawsze parowanie i mieszanie się par cieczy z otaczającym powietrzem. Jeśli par cieczy jest mało (poniżej dolnej granicy wybuchowości, tj. najniższego stężenia składnika palnego w mieszaninie z tlenem, przy którym zapłon jest już możliwy) lub jeśli jest za mało tlenu w powietrzu (np. przez rozrzedzenie jakimkolwiek gazem obojętnym – azotem), to palenie się cieczy jest praktycznie niemożliwe. Te dwa stany określamy jako:

1. **Dolną granicę wybuchowości** – minimalna zawartość składnika palnego w mieszaninie z powietrzem, przy której zapłon jest już możliwy.
2. **Górną granicę wybuchowości** – maksymalna zawartość składnika palnego w mieszaninie z powietrzem, przy której zapłon jest jeszcze możliwy.



Rysunek nr 2.1. Granice wybuchowości (rysunek CNBOP)

### Spalanie gazów

Spalanie gazów odbywa się w obecności tlenu zawartego w powietrzu. Do zapalenia gazu palnego potrzebna jest energia cieplna inicjująca proces zapalenia oraz odpowiednia ilość gazu w stosunku do tlenu w powietrzu oraz innych gazów w mieszaninie. Do zapalenia gazu palnego wystarczy iskra, np. od stosowanych narzędzi wykonanych z materiałów iskrzących, podkutych butów, uszkodzonej instalacji elektrycznej.

Gazy palne charakteryzują się własnymi granicami wybuchowości – dolną i górną. Najbardziej niebezpieczne są te gazy, których granice wybuchowości dzieli duża rozpiętość.

Bardzo niebezpieczna jest - stosowana powszechnie – płynna mieszanina gazów propanu i butanu tzw. LPG. Gaz płynny w fazie gazowej, niezależnie od swego składu, jest prawie zawsze dwukrotnie cięższy od powietrza i ulatniając się z nieszczelnej butli lub instalacji spływa szybko ku ziemi i rozprzestrzenia się podobnie jak woda, wypełniając sobą wszelkie zagłębienia, np. piwnice, studzienki kanalizacyjne, niżej położone części pomieszczeń. Gaz ten może przez dłuższy okres czasu zalegać w nisko położonych i niedostatecznie przewietrzanych pomieszczeniach – co dodatkowo stanowi o jego niebezpieczeństwie.

*Tabela nr 2.1. Dolna i górna granica wybuchowości niektórych palnych gazów, par i cieczy*

| Palne pary cieczy i gazy | Granice wybuchowości w % obj. |       |
|--------------------------|-------------------------------|-------|
|                          | dolna                         | górna |
| Aceton                   | 2,1                           | 13    |
| Acetylen                 | 2,3                           | 82    |
| Alkohol etylowy          | 3,1                           | 20    |
| Alkohol metylowy         | 5,5                           | 36,5  |
| Amoniak                  | 15                            | 28    |
| Benzyna samochodowa      | 0,76                          | 7,6   |
| Benzyna ekstrakcyjna     | 1,1                           | 1,5   |
| Butan                    | 1,5                           | 8,5   |
| Cyjanowodór              | 5,6                           | 41    |
| Dwusiarczek węgla        | 1                             | 50    |
| Fenol                    | 0,3                           | 2,3   |
| Gaz miejski              | 5,3                           | 40    |
| Gaz ziemny               | 4,3                           | 15    |
| LPG                      | 1,5                           | 13,5  |
| Metan                    | 4,9                           | 15,4  |
| Nafta                    | 1,4                           | 7,5   |
| Olej napędowy            | 1,3                           | 6,0   |
| Propan                   | 2,1                           | 9,5   |
| Tlenek węgla             | 12,5                          | 75    |
| Wodór                    | 4                             | 75    |

*Uwaga: kolorem wyróżniono substancje najczęściej występujące lub posiadające najszerze granice wybuchowości*



Nie tylko mieszaniny gazów i par palnych cieczy z powietrzem mogą wybuchać, ale również mieszaniny pyłów z powietrzem. Pyły stwarzają zarówno zagrożenie pożarowe jak i wybuchowe. Zagrożenie pożarowe stwarzają pyły osiadłe, a wybuchowe – chmury pyłowe.

Wybuchają tylko pyły, które można w sposób trwały zawiesić w powietrzu (o dużym stopniu dyspersji). Są to na ogół materiały stałe powszechnego użytku, które nie wybuchają w postaci litej, a tylko w postaci pyłów. Charakterystykę wybuchową pyłów określa się przez podanie DGW pyłu, maksymalnego ciśnienia podczas wybuchu, szybkości narastania ciśnienia, minimalnej energii zapłonu (jako pomocniczych używa się takie parametry jak: GGW pyłu, stężenie tlenu, przy którym zostaje przerwane spalanie tzw. graniczne stężenie  $O_2$ ).

*Tabela nr 2.2. Charakterystyka pyłów pochodzenia organicznego*

| Nazwa materiału | DGW<br>[g/m <sup>3</sup> ] | P <sub>max</sub><br>[bar] | szybkość wzrostu ciśnienia<br>[bar/s] | E <sub>z</sub><br>[mJ] |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Kakao           | 35                         | 8,0                       | 290                                   | 60                     |
| Orzech          | 30                         | 7,9                       | 310                                   | 80                     |
| Wetna           | 25                         | 6,3                       | ---                                   | 25                     |
| Mleko w proszku | 50                         | 6,7                       | 160                                   | 50                     |
| Lignina         | 40                         | 7,1                       | 350                                   | 30                     |
| Dekstryna       | 40                         | 8,7                       | 280                                   | 40                     |
| Sosna           | 30                         | 6,6                       | ---                                   | 15                     |
| Ziemniak        | 45                         | 8,5                       | 560                                   | 25                     |
| Ryż             | 45                         | 7,3                       | 190                                   | 40                     |
| Soja            | 60                         | 7,3                       | 105                                   | 100                    |
| Cukier          | 50                         | 7,6                       | 460                                   | 10                     |
| Tytoń           | 4 000                      | 3,7                       | 28                                    | 2000                   |
| Herbata         | 4 200                      | 3,8                       | 30                                    | 2000                   |

*Uwaga: kolorem wyróżniono pyły najbardziej niebezpieczne w przypadku wybuchu – z uwagi na szybkość wzrostu ciśnienia*

### **Podział pożarów wewnętrznych i zewnętrznych<sup>19</sup>**

Pożar może przebiegać zarówno na otwartej przestrzeni, jak i wewnątrz budynku (pomieszczenia). Podstawowa różnica między pożarami zewnętrznymi i przebiegającymi w budynku polega na tym, że w pomieszczeniach, w wyniku wymiany ciepła pomiędzy spalającym się materiałem a otoczeniem występuje dodatkowy czynnik grzewczy, tzw. strumień energii zwróconej („feedback energy”). Podczas spalania materiałów powstający strumień ciepła rozchodzi się we wszystkich kierunkach. Część tego strumienia po dojściu do ścian i sufitu

<sup>19</sup> Bielicki P., *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*. Kraków 1996

zostaje pochłonięta, natomiast pozostała jego część ulega odbiciu i wraca do palącego się materiału, zwiększając jednocześnie jego szybkość spalania. W przypadku pożarów zewnętrznych energia cieplna oddawana jest w przestrzeń praktycznie nieograniczoną, a swobodny dostęp powietrza sprawia, że intensywność spalania jest znacznie większa niż przy pożarach wewnętrznych.

Pożar wewnętrzny – pożar rozwijający się i rozprzestrzeniający się w zamkniętych przestrzeniach (wewnątrz budynków, urządzeń i obiektów).

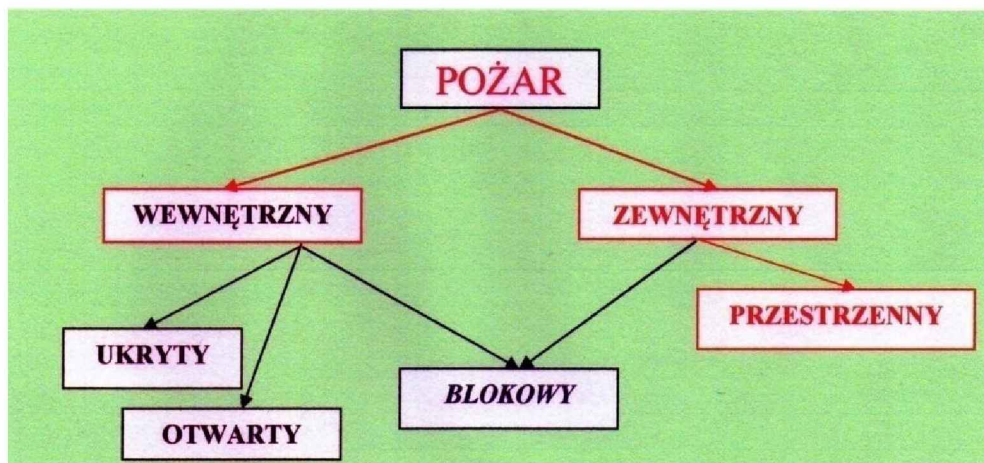
Pożary wewnętrzne podzielić można na pożary:

- ukryte – przebiegające w pustych przestrzeniach stropów, ścian budynków, wewnątrz urządzeń technologicznych, ich zewnętrzne objawy to: obecność lotnych produktów spalania (zapach dymu), mogą pojawiać się smugi dymu,
- otwarte – rozwijające się w przestrzeni zamkniętej z widzialnym ogniskiem pożaru.

Pożar zewnętrzny – pożar rozwijający się i rozprzestrzeniający się na zewnątrz obiektu lub poza obszarem budynku na odkrytej przestrzeni, rozwój pożaru zależy od warunków atmosferycznych.

Pojedynczy pożar zewnętrzny, a często również równolegle rozwijający się pożar wewnętrzny, stwarzają groźbę powstania pożaru:

- blokowego – zewnętrzny pożar grupy budynków, wielokondygnacyjnego obiektu. Na ogół przebiega zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz,
- przestrzennego – zewnętrzny obejmujący obiekty zlokalizowane na dużym obszarze.



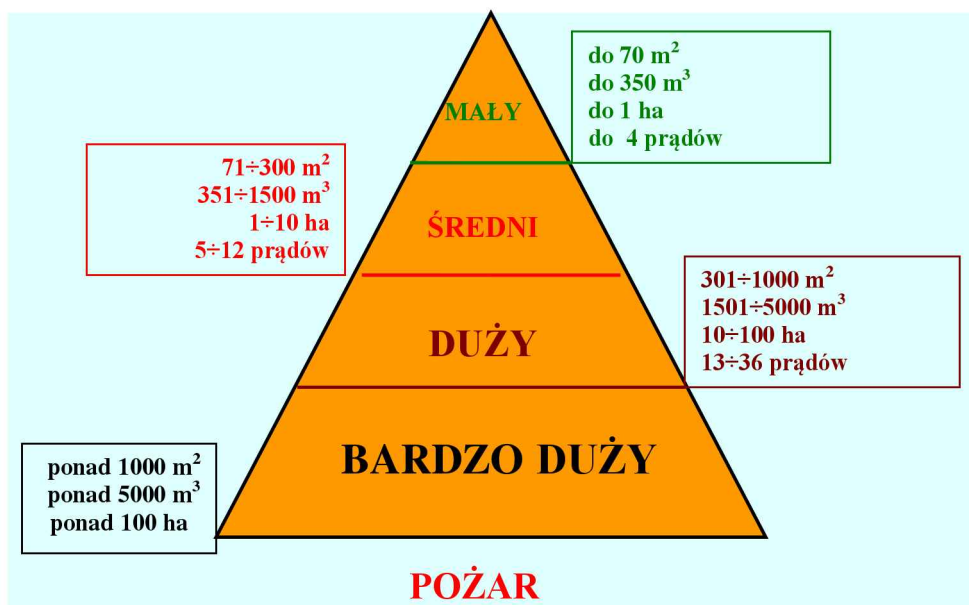
Rysunek nr 2.2. Rodzaje pożarów (rysunek CNBOP)

Pożary zarówno wewnętrzne i zewnętrzne można podzielić na:

- pożar mały – występuje, jeśli w jego wyniku zostały spalone lub zniszczone: obiekty lub ich części, ruchomości, składowiska materiałów, maszyny, urządzenia, surowce, paliwa itp., o powierzchni do  $70 \text{ m}^2$  lub objętości do  $350 \text{ m}^3$ , lasy, uprawy, trawy, torfowiska i nieużytki, o powierzchni nie większej niż 1 ha,
- pożar średni – występuje, jeśli w jego wyniku zostały spalone lub zniszczone: obiekty lub ich części, ruchomości, składowiska materiałów, maszyny, urządzenia, surowce, paliwa itp., o powierzchni od 71 do  $300 \text{ m}^2$  lub objętości od 351 do  $1500 \text{ m}^3$ , lasy, uprawy, trawy, torfowiska i nieużytki, o powierzchni powyżej 1 ha i nie większej niż 10 ha,
- pożar duży – występuje, jeśli w jego wyniku zostały spalone lub zniszczone: obiekty lub ich części, ruchomości, składowiska materiałów, maszyny, urządzenia, surowce, paliwa itp., o powierzchni od 301 do  $1000 \text{ m}^2$  lub objętości od 1501 do  $5000 \text{ m}^3$ , lasy, uprawy, trawy, torfowiska i nieużytki, o powierzchni powyżej 10 ha i nie większej niż 100 ha,
- pożar bardzo duży – występuje, jeśli w jego wyniku spalone lub zniszczone powierzchnie lub objętości przekraczają wartości podane w punkcie 3.

Przy ustaleniu wielkości pożarów, w stosunku do których nie można zastosować powyższych kryteriów, a w szczególności w przypadku pożarów odwiertów naftowych, rurociągów gazowych, paliwowych, urządzeń technologicznych poza budynkami, przyjmuje się następujące kryteria wielkości pożarów:

- pożar mały – jeżeli podano do 4 prądów gaśniczych,
- pożar średni – jeżeli podano 5-12 prądów gaśniczych,
- pożar duży – jeżeli podano 13-36 prądów gaśniczych.



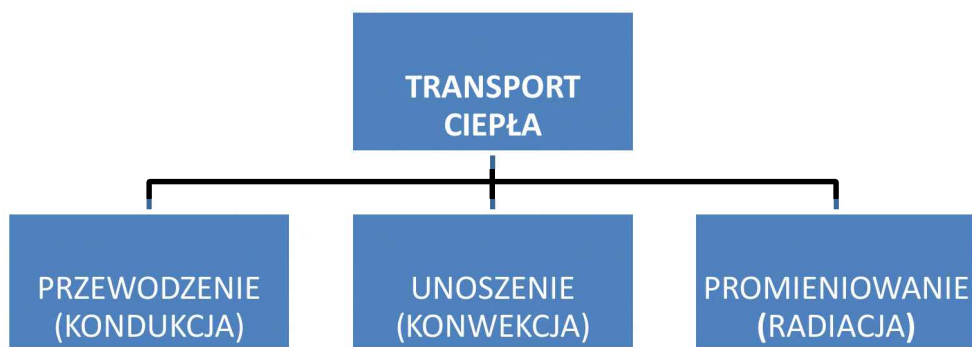
Rysunek nr 2.3. Podział pożarów (rysunek CNBOP)

### Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego<sup>20</sup>

Istnieją trzy podstawowe mechanizmy transportu ciepła w środowisku pożarniczym:

- przewodzenie – kondukcja,
- unoszenie – konwekcja,
- promieniowanie – radiacja.

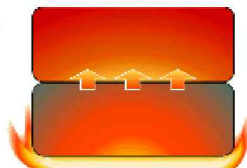
<sup>20</sup> Gałąź J., Świątkiewicz M., *Termodynamika – wykłady*, materiały niepublikowane, SGSP, Warszawa 2006



*Rysunek nr 2.4. Sposoby transportu ciepła*

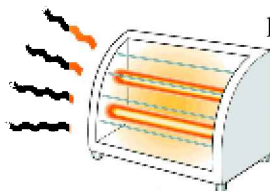
#### Przewodzenie ciepła – kondukcja

Jest to wymiana ciepła polegająca na przekazywaniu energii cieplnej między punktami ośrodka, bez przemieszczania jego elementów w kierunku zmiany temperatury i bez udziału sił elektromagnetycznych w ten sposób występuje np.: w szybie okiennej lub w ścianie budynku. Przewodzone ciepło określa szybkość przewodzenia ciepła w ciałach stałych. Jest to ważny element biorąc pod uwagę zapalność i szybkość rozprzestrzeniania się płomienia po powierzchni ciał stałych, czyli w początku pierwszej fazy pożaru. Przewodnictwo ciepła decyduje o tym, jak szybko materiał ogrzewa się, rozkłada termicznie itd. Przewodnictwo ciepła jest również istotne przy obliczaniu odporności ogniowej elementów budowlanych.



#### Promieniowanie cieplne – radiacja

Promieniowanie jest dominującym i zasadniczym sposobem przenoszenia ciepła przy pożarach. W skutek oddziaływania na materiał strumienia ciepła promieniowania, ulega on ogrzaniu i w konsekwencji dalszym przemianom aż do wystąpienia zapalenia. Promieniowanie warunkuje również ciągłość spalania materiałów i jest ono odpowiedzialne za szybkość rozwoju pożarów na otwartych przestrzeniach np.: pożarów lasów oraz za ogrzewanie budynków. Powstała ilość ciepła wydzielonego w płomieniach jest przenoszona do otoczenia drogą promieniowania. Strumień energii cieplnej wymienionej przez



promieniowanie zależy od różnicy temperatury źródła promieniowania i powierzchni odbierającej ciepło. W warunkach pożaru ok. 90% energii cieplnej przekazywanej jest do otoczenia w postaci promieniowania.

### Konwekcja – unoszenie się ciepła

Jest to wymiana ciepła polegająca na przepływie ciepła spowodowanym naturalnym lub wymuszonym przemieszczaniem się m.in. gazu. Konwekcja naturalna jest wywołana różnicą gęstości gazów spowodowaną wzrostem objętości ogrzanych gazów. Powietrze ogrzane unosi się do góry, a chłodne opada w dół. Konwekcja wymuszona jest wywołana działaniem sił zewnętrznych. Konwekcyjne przenoszenie ciepła ma miejsce we wszystkich fazach rozwoju pożaru, ale szczególnie istotna jest w tej fazie pożaru gdzie strumień ciepła promieniowania jest bardzo mały. Wymiana ciepła przez konwekcję naturalną występuje np.: w przestrzeni pokoju.



### **Fazy rozwoju pożaru<sup>21</sup>**

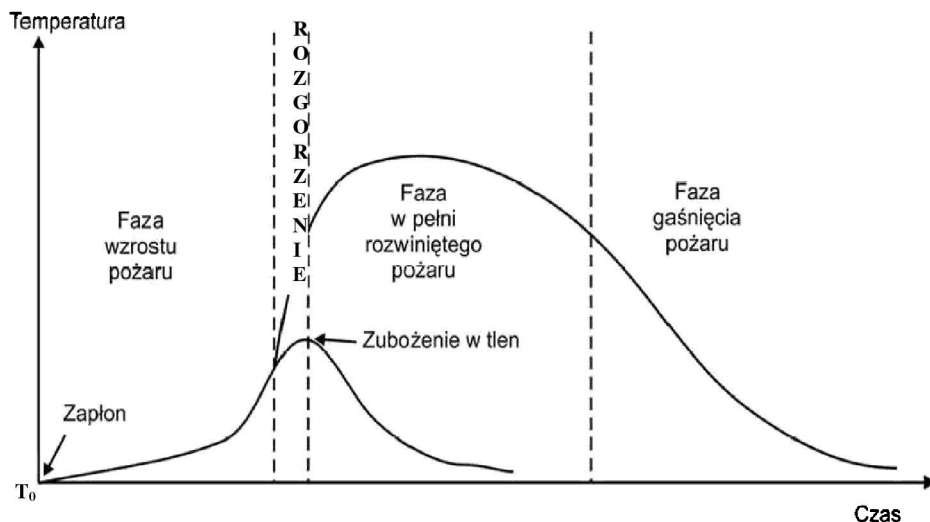
Nawet najmniejszy płomień powoduje wzrost temperatury i wyzwala się energię cieplną, wskutek czego ogrzewają się materiały znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie. Wytworzone ciepło może spowodować zapalenie się materiałów znajdujących się w sąsiedztwie.

Palenie jest procesem złożonym, przebiegającym w sposób łańcuchowy, w czasie którego zachodzą różne reakcje chemiczne. W trakcie trwania tego procesu wywiązują się wolne rodniki. Są to części związków chemicznych, nie mogące istnieć samodzielnie i które są nietrwałe. Wolne rodniki posiadają jednak bardzo dużą energię i łatwo łączą się z następnymi nie uszkodzonymi jeszcze cząsteczkami materiałów palnych, pobudzając je do dalszego reagowania. Proces ten przebiega z wydzieleniem energii cieplnej i świetlnej. W ten sposób zjawisko potęguje się, narasta i staje się w końcu trudne do opanowania.

Pożar pomieszczenia jest to pożar występujący w zamkniętej objętości (pomieszczeniu) lub podobnej przestrzeni ograniczonej przegrodami budowlanymi.

<sup>21</sup> Bińkowski R., *Analiza literaturowa teoretycznych i praktycznych aspektów zjawisk rozgorzenia (flashover) i backdraft*, Warszawa 2000; DeHaan J.D., *Kirk's fire investigation*, New Jersey 1997; Drysdale D., *An introduction to fire dynamics*, op. cit.; Drysdale D., *The Flashover Phenomenon*, Fire Engineers Journal, November 1996; Pofit – Szczepańska M., op. cit.; *Fizykochemia spalania I wybuchów*, op. cit.; Roure J.F., Bailly J.L., Le Gougec C., *Backdraft et Flashover*, Journal Des Sapeurs – Pompier Suisses, 4/1997; Walton W.D., Thomas P.H., *Estimating Temperatures in compartment fires*, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massachusetts 1992.

Ograniczenie przestrzeni powoduje gromadzenie się w górnej części pomieszczenia gorących produktów rozkładu termicznego powodując powiększanie się gorącej podsufitowej warstwy gazów. Prowadzi to do zwiększenia strumienia energii zwróconej do materiałów palnych. Następnie dochodzi do wzrostu szybkości wydzielania lotnych produktów rozkładu, które ulegając spalaniu tworzą coraz większe ilości gorących produktów spalania, w postaci dymu i związków toksycznych.



Rysunek nr 2.5. Hipotetyczny przebieg zmian temperatury pożaru w czasie trwania poszczególnych jego faz, dla warunków pożarowych niekontrolowanych działaniami gaśniczymi <sup>22</sup> ( $T_0$  – temperatura otoczenia)

Wyróżnia się następujące fazy rozwoju pożaru w pomieszczeniu:

- faza wzrostu pożaru,
- faza w pełni rozwiniętego pożaru,
- faza gaśnięcia pożaru.

Inicjacja pożaru może nastąpić na dwa sposoby: zapłon – przy udziale punkтового źródła ciepła, na przykład płomienia – i samozapłon – na przykład poprzez akumulację ciepła w paliwie w wyniku oddziaływania strumieni promieniowania cieplnego. Podane powyżej zależności graficzne dotyczą tylko spalania płomieniowego.

<sup>22</sup> Drysdale D., *An introduction to fire dynamics*, op. cit.





*Fotografia 2.3. Rozgorzenie w pomieszczeniu* <sup>32</sup>

Wzrost pożaru charakteryzuje się wzrostem temperatury i wielkości pożaru w funkcji czasu. Wzrost ten zależy przede wszystkim od:

- typu paliwa znajdującego się w pomieszczeniu,
- typu konstrukcji budynku (pomieszczenia),
- sposobu spalania się materiałów,
- dostępu tlenu.

Zapoczątkowanie procesu spalania ma przeważnie miejsce w małej objętości, często rozpoczyna się ono od **tlenia**. W wyniku dostatecznej ilości tlenu oraz dużej ilości materiału palnego następuje intensyfikacja procesu spalania, a co za tym idzie, zwiększenie strefy spalania. Płomienie ogrzewają bezpośrednie sąsiedztwo strefy spalania, co powoduje rozkład termiczny znajdujących się w nim materiałów palnych.

W pierwszej fazie rozwój pożaru jest uwarunkowany dwoma mechanizmami: konwekcji i promieniowania. **Konwekcja** decyduje o wysokości płomienia. **Promieniowanie**, które emituje pożar, powoduje rozkład termiczny znajdujących się w pobliżu przedmiotów. Rozwijający się pożar tworzy kolumnę konwekcyjną ognia, która unosi gorące gazy. Gdy rozgrzane gazy dotrą do sufitu,



zaczynają rozprzestrzeniać się w poziomie. Powstała w ten sposób warstwa promieniuje ciepło. Jej temperatura stale wzrasta, ponieważ wciąż napływają gorące gazy ze strefy spalania. Znaczna część energii wydzielanej przez strefę podsufitową w formie promieniowania, bo aż 70%, jest promieniowane w dół pomieszczenia. Zjawisko to nazywane jest „strumieniem energii zwróconej”. Energia, jaką emituje strefa gazów w formie promieniowania, powoduje, że proces rozkładu termicznego zachodzi szybciej i w większej objętości niż przed wytworzeniem się strefy zadymienia. Gromadzące się pod sufitem gazy tworzą strefę zadymienia. W miarę jak ich ilość zwiększa się, strefa zadymienia obniża się. Ilość powietrza wpływającego do pomieszczenia nie ma większego wpływu na rozwój pożaru, ponieważ w pomieszczeniu znajduje się jeszcze wystarczająca ilość tlenu pozwalająca na dalszy rozwój pożaru.

Podczas pierwszej fazy pożar jest kontrolowany przez paliwo. Jego rozwój zależy od ilości i rodzaju materiału wystawionego na bezpośrednie działanie promieniowania cieplnego. Rozwój pożaru powoduje sytuację, w której ilość odprowadzanego z pomieszczenia ciepła jest mniejsza niż ilość ciepła emitowanego przez pożar. Sytuacja ta powoduje akumulację ciepła w pomieszczeniu. Palne gazy i pary, wydzielające się ze wszystkich elementów wyeksponowanych na działanie promieniowania cieplnego, mieszają się z powietrzem, tworząc palną mieszaninę. Gdy temperatura gazów w strefie podsufitowej osiągnie temperaturę ich samozapłonu, wymieszane z powietrzem gazy zapalają się. Efekt ten ma początkowo miejsce tylko w małych objętościach, co objawia się obecnością języków ognia nazywanych „ognistymi aniołami”. Pojawienie się ich stanowi ostatnie ostrzeżenie przed nadchodzącym rozgorzeniem (flashover) (fot. nr 2.3<sup>23</sup>).

Płonąca strefa podsufitowa wypromieniowuje dużą porcję energii. Skutkiem tego promieniowania jest dalszy wzrost temperatury w pobliżu palnych elementów. Wzrost temperatury do wartości temperatury zapłonu i zapalenie się wszystkich palnych materiałów w pomieszczeniu powoduje, że przedmioty te zaczynają płonąć. Zjawisko takie nazywamy **rozgorzeniem** – jest to moment przejścia z etapu wzrostu pożaru do etapu pożaru w pełni rozwiniętego. W momencie wystąpienia zjawiska rozgorzenia (flashover) dochodzi do zapalenia wszystkich palnych materiałów w pomieszczeniu, co z kolei prowadzi do wzrostu temperatury nawet do 1100°C. Z faktem tym związane jest podstawowe niebezpieczeństwo dla strażaka - narażenie na działanie wysokiej temperatury. W takiej sytuacji ucieczka z pomieszczenia, w którym doszło do rozgorzenia, jest praktycznie niemożliwa.

Z przedstawionego powyżej wykresu obrazującego przebieg zmian temperatury pożaru w czasie trwania poszczególnych jego faz wynika, że

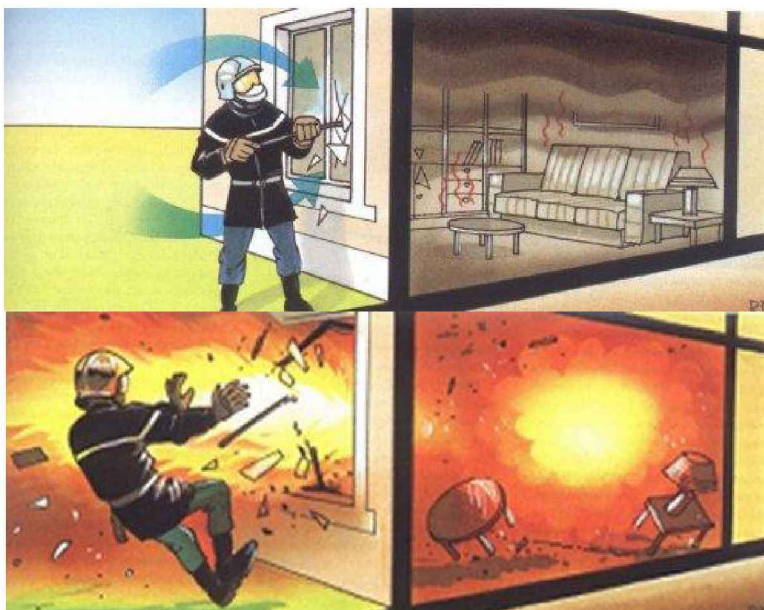
---

<sup>23</sup> Roure J.F., Baily J.L., Le Gouguec C., *Bacdraft et Flashover*, op. cit.

w przypadku braku tlenu może dojść do zahamowania procesu spalania i wygaszenia pożaru. A co stanie się z pożarem, jeśli do pomieszczenia, w którym do dalszego rozwoju pożaru brakuje tylko utleniacza, dostarczony zostanie tlen?

Zjawisko wstecznego ciągu płomieni (**backdraft**, backdraught, ognisty podmuch) powstaje na ogół w warunkach niecałkowitego spalania, przy małej objętości płomieni lub wręcz ich braku (tlenie), w słabo wentylowanych pomieszczeniach. W takim przypadku chłodne gazy pożarowe wypełniają całe pomieszczenie. Gazy te są wynikiem spalania w trakcie pierwszej fazy pożaru, kiedy była dostateczna ilość tlenu. W czasie trwania pożaru stężenie tlenu w słabo wentylowanym pomieszczeniu maleje. Z powodu niedostatecznej ilości tlenu powstają duże ilości nie spalonych produktów rozkładu termicznego materiałów palnych. Brak tlenu sprawia również, że rozmiary płomienia maleją, płomienie rwą się, a bardzo często proces spalania płomieniowego przechodzi w tlenie. Mamy więc następującą sytuację: palne gazy pożarowe wypełniające pomieszczenie, istnieje źródło energii – płomienie lub powierzchnie tłące się, niedostatek tlenu. Brakuje więc jednego z trzech składników trójkąta spalania: materiał palny – odpowiednia ilość energii – utleniacz (tutaj tlen).

W celu lepszego zilustrowania zjawiska wstecznego ciągu płomieni (backdraft) założmy, że źródło tlenia znajduje się przy ścianie po przeciwnej stronie drzwi wejściowych. W chwili otwarcia drzwi do pomieszczenia, np. przez strażaków, dostaje się silny strumień powietrza, formując strugę. W strudze mieszają się gazy pożarowe z powietrzem. Tworzy się rozszerzający się tunel palnej mieszanki od drzwi w głąb pomieszczenia. Mieszanaka ta dociera do powierzchni tłącej się i następuje zapłon. Gazy pożarowe wymieszane z tlenem zaczynają się palić. Miejsce zapłonu – przeciwległa do drzwi ściana. W przeciwną, w stosunku do ruchu powietrza, stronę rozpoczyna wędrówkę płomień. Ruch płomienia jest przyspieszony – czym bliżej drzwi, tym więcej tlenu. Towarzyszy mu huk, dźwięk przypominający pociąg jadący w tunelu. Przelatuje drzwi – tu ulega urwaniu, jeżeli nie ma dalej gazów pożarowych (w korytarzu lub sąsiadującym pomieszczeniu mogą być zebrane już gazy pożarowe, które mogą ulec zapaleniu).



*Rysunek nr 2.6. Ilustracje obrazujące niebezpieczeństwo związane ze zjawiskiem wstecznego ciągu płomieni (backdraft) <sup>24</sup>*

Zjawiska rozgorzenia (flashover) i wstecznego ciągu płomieni (backdraft) stanowią bardzo duże zagrożenie dla ratowników. Należy więc zwracać szczególną uwagę na symptomy wskazujące możliwość zaistnienia tych zjawisk:

- Jakikolwiek nagle narastanie ciepła pochodzącego od pożaru w granicach pomieszczenia, szczególnie, jeżeli zmusza przebywających tam ratowników do kucnięcia, jest znakiem ostrzegającym o nadciągającym rozgorzeniu.
- Pojawienie się płomieni w warstwie gazowej ponad głowami strażaków jest symptomem rozgorzenia.
- Szybkie obniżanie się warstwy dymu do poziomu podłogi i widoczne „biegające” płomienie pod sufitem są również oznaką zbliżającego się rozgorzenia.
- Tłuste osady na oknach, gorące drzwi i klamki oraz pulsujący dym na zewnątrz pomieszczenia są pewnymi symptomami wystąpienia zjawiska wstecznego ciągu płomieni po otwarciu drzwi.
- Możliwości zaistnienia wstecznego ciągu płomieni świadczą także „gwiżdżące lub huczące” dźwięki wydobywające się z przestrzeni objętej pożarem.

<sup>24</sup> ibidem

- Dym może być "zassany" z powrotem do pomieszczenia.
- Pojawienie się niebieskich płomieni w pomieszczeniu objętym pożarem wskazuje na możliwość wystąpienia zjawiska wstecznego ciągu płomieni.
- Pożary w ukrytych przestrzeniach dachowych i słabo wentylowanych pomieszczeniach zwiększają prawdopodobieństwo pojawienia się zjawiska wstecznego ciągu płomieni.

Etap w pełni rozwiniętego pożaru jest to okres czasu, w którym szybkość wydzielania ciepła osiąga wartość maksymalną. W etapie tym następuje szybkie zmniejszanie stężenia tlenu, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia szybkości spalania. Stąd też fazę tę określa się jako fazę pożaru kontrolowaną przez wentylację, w przeciwieństwie do fazy wzrostu pożaru określanej jako faza kontrolowana przez paliwo. W fazie w pełni rozwiniętego pożaru powietrze dyfunduje (dostaje się) do strefy spalania tylko przez otwory w przegrodach budowlanych. W fazie tej produkty niecałkowitego spalania zbierają się w warstwie podsufitowej, by następnie w wyniku wypływu przez otwory wentylacyjne spalić się poza pomieszczeniem. Powstały płomień rozprzestrzenia się i wydobywa się na zewnątrz pomieszczenia, oddziałując termicznie na różnego rodzaju przegrody budowlane. Średnia temperatura gazów w tej fazie pożaru osiąga wysokość 700-1200°C w zależności m.in. od wielkości obciążenia ogniowego, skuteczności wentylacji pomieszczeń, sposobu aranżacji wnętrza itd.

Etap wygasania pożaru (gaśnięcia) – w wyniku intensywnego spalania zmniejsza się ilość materiałów palnych, co prowadzi do zmniejszenia szybkości wydzielania ciepła i temperatury pożaru. Jeśli stężenie gazów palnych w przestrzeni objętej pożarem obniży się poniżej dolnej granicy wybuchowości składnika mieszaniny lotnej o najniższej dolnej granicy wybuchowości, spalanie przestrzenne pożaru przerywa się i pożar przechodzi w stan określany jako gaśnięcie.

Szybkość przechodzenia pożaru z jednej fazy w drugą, zależy od bardzo wielu czynników, takich m.in. jak:

- rodzaj i ilość materiałów palnych,
- stopień rozdrobnienia materiałów palnych,
- zdolność materiałów do wytwarzania palnych par i gazów,
- prędkość przepływu powietrza,
- warunków atmosferycznych,
- warunków budowlanych,
- czasu trwania pożaru i podjęcia działań gaśniczych.

## Literatura:

1. Bielicki P., *Podstawy taktyki gaszenia pożarów*. Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków 1996.
2. Bińkowski R., *Analiza literaturowa teoretycznych i praktycznych aspektów zjawisk rozgorzenia (flashover) i backdraft*, Warszawa 2000.
3. DeHaan J.D., *Kirk's fire investigation*, New Jersey 1997.
4. Drysdale D., *An introduction to fire dynamics*. Wiley, New York 1990.
5. Drysdale D., *The Flashover Phenomenon*, Fire Engineers Journal, November 1996.
6. Gałaj J., Świątkiewicz M., *Termodynamika – wykłady*, materiały niepublikowane, SGSP, Warszawa 2006.
7. Pofit – Szczepańska M., *Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów*. Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej, Kraków 1994.
8. Praca zbiorowa, *Fizykochemia spalania i wybuchów*, SGSP, Warszawa 1996.
9. Roure J.F., Bailly J.L., Le Gougec C., *Backdraft et Flashover*, Journal Des Sapeurs – Pompier Suisses, 4/1997.
10. Walton W.D., Thomas P.H., *Estimating Temperatures in compartment fires*, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, NFPA, Massachusetts 1992.

## Temat 3

# Taktyka gaszenia pożarów

### Podstawowe wskazówki gaszenia pożarów

#### Umiejscowienie działań taktycznych

Wszelkie pożary podzielimy na dwie podstawowe grupy, a mianowicie na wewnętrzne i zewnętrzne i stosownie do tego wyróżnimy też rodzaje działań. Dodajmy, że podział ten można odnieść do wszelkich działań ratowniczych podczas katastrof budowlanych, chemiczno-ekologicznych, powodzi itp. Rozróżniamy więc:

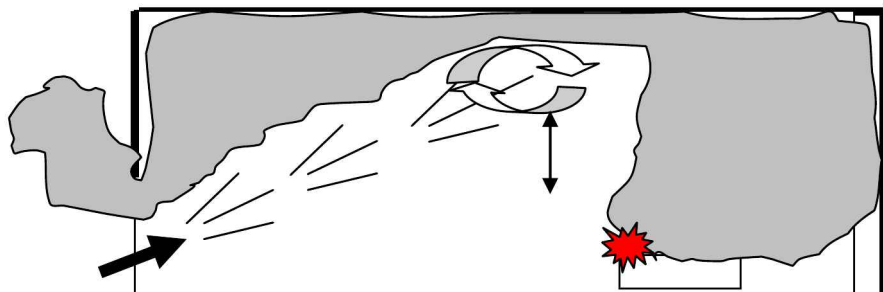
- **Działania wewnętrzne** – polegające na prowadzeniu akcji ratowniczej wewnątrz obiektu. Działaniem takim będzie np. penetracja gruzowiska po zawale w poszukiwaniu ludzi, wydostawanie ludzi z grot, jaskiń czy ze studni itp. Ale aby zgasić pożar trzeba dostać się do ogniska pożaru. Podczas pożaru mającego miejsce wewnątrz obiektu nic dobrego nie może wynikać z bezmyślnego polewania dachu wykonanego np. z blachy bądź tworzyw ceramicznych, pod którym trwa pożar, tak jak i niewiele zdziałamy gasząc pożar na piętrze ze stanowiska zajętego na chodniku. Istotą działania wewnętrznego jest zbliżenie prądownika do ogniska pożaru, podwyższenie skuteczności przez wyeliminowanie kierowania strumieni gaśniczych np. wody lub piany „na ślepo” w dym bądź w płomienie (o ile nie wynika to z rzeczywistych potrzeb akcji – np. ochładzania strefy podsufitowej, oddymiania itp.). A już zupełnie oczywistym jest, żeby uratować kogoś kto pozostał w budynku, to trzeba tam wejść. O ile jest to możliwe, działania takie prowadzi się korzystając z naturalnych dróg dojścia, jakkolwiek nie wykluczone jest skorzystanie z dróg alternatywnych (okna, balkony, wszelkie otwory w stropach i dachach itp.).
- **Działania zewnętrzne** – podejmowane w przypadku pożarów budynków z zewnętrznym ogniskiem pożaru, pożarów przestrzennych. Przy pożarach budynków jest to często działanie wymuszone, prowadzone dla otwarcia drogi stanowiskom wewnętrznym, bądź ich wsparcia przez poprawienie warunków pracy (oddymienie, osłabienie promieniowania cieplnego, zbijanie płomieni).

### Specyfika gaszenia pożarów wewnętrznych

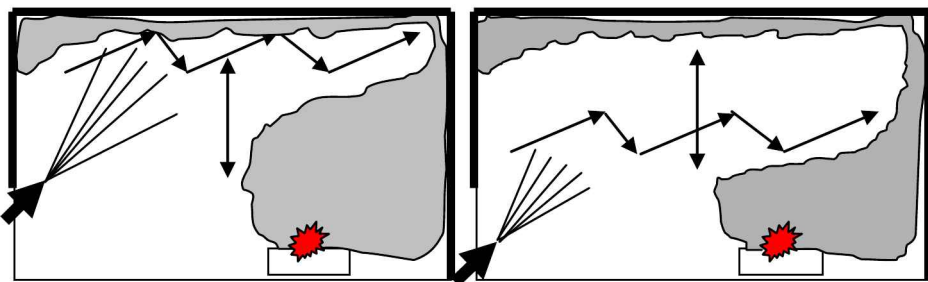
Woda stanowi podstawowy środek gaśniczy i bywa również stosowana do wytwarzania innych środków gaśniczych (para wodna, piana gaśnicza). Przerwanie procesu spalania za pomocą wody polega na obniżeniu temperatury palącego się materiału poniżej granic zapalności oraz odcięciu dopływu powietrza po odparowaniu wody. Występuje więc tutaj prosta zależność polegająca na tym, że im więcej wody wejdzie w kontakt z palącym się materiałem i odparuje, tym większy będzie efekt gaśniczy. W procesie gaszenia wykorzystuje się także dużą energię strumienia gaśniczego, pozwalającą na zbijanie płomieni i zwiększenie przenikania wody w głąb materiału.

Z tego krótkiego wprowadzenia wynika oczywisty wniosek, że podejmując gaszenie należy powstrzymać się od podawania wody w nierozpoznaną przestrzeń, jeżeli nie widać płomieni ani żaru, gdyż powinna być ona podawana w widoczne ogniska pożaru (**bezpośrednia metoda natarcia**), i to najlepiej nie w płomień (najczęściej zdąży odparować nim wejdzie w kontakt z palącym się materiałem), a w strefę żaru. Chyba że prądem wody poszukiwać będziemy ogniska pożaru angażując słuch, wypatrując odbłasku płomieni lub odbierając uderzenie ciepła.

Ale już inaczej będziemy postępować w pomieszczeniach silnie zadymionych, ze strefą podsufitową mocno promieniującą ciepło w dół, gdyż wtedy podajemy prądy wody pulsujące w rytmie, np. po 3 impulsy co 2 – 3 sekundy, kierując je ruchem kolistym w strefę podsufitową, prowadząc prądownicę najczęściej pod kątem 45° (**pośrednia metoda natarcia**).



*Rysunek nr 3.1. Podawanie wody w pomieszczeniu silnie zadymionym – metoda pośrednia*



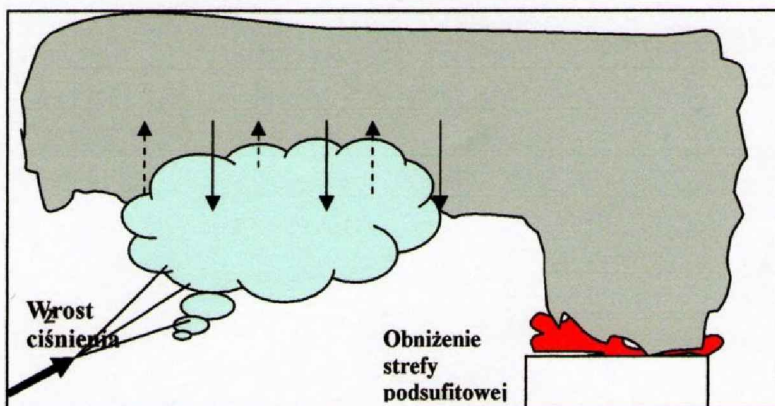
Rysunek nr 3.2. Złożona metoda natarcia (początek i dalsza faza natarcia)

Inaczej postępujemy stosując złożoną metodę natarcia, która polega na krótkotrwałym skierowaniu zwartego, szeroko rozproszonego, strumienia wody w sufit „zamiatając” go przez czas 5 – 10 sek. (co pozwala na ochłodzenie tej strefy, a i efektywnie wykorzystana zostaje woda spływająca), po czym zmniejszając kąt prowadzenia prądownicy przejdziemy do „omiatania” (gaszenia) elementów wyposażenia wnętrza. Operację tą powtarzamy aż do wyraźnego podniesienia strefy neutralnej, a tym samym poprawienia warunków pobytu w strefie zagrożonej tak dla strażaków jak i innych osób. Błędem jest podanie zbyt rozproszonego strumienia wody, o czym mówimy poniżej, jak i zbyt długie przytrzymanie prądu gaśniczego przy strefie podsufitowej, co tylko w niewielkim stopniu przyczyni się do poprawienia warunków w otoczeniu, powodując oczywiste straty środka gaśniczego.

Najgorszym rozwiązaniem (niestety najczęściej podejmowanym przez nieświadomych zagrożenia strażaków) jest podanie prądu wody zaraz po wejściu do pomieszczenia wprost przed siebie, co wzburzy i tak względną równowagę termiczną (pamiętamy o strefowym modelu pożaru). W efekcie możemy doprowadzić do zjawiska nazwanego „**pulapką wodną**”<sup>25</sup> (rys. 3). Parująca woda gwałtownie powiększa swą objętość (1 litr wody to 1720 l pary w ciągu sekundy, po pełnym odparowaniu), a powstająca para miesza się z warstwą podsufitową, która błyskawicznie opuszcza się do poziomu podłogi. Dymy i gazy pożarowe są nie tylko gorące (ok. kilkuset stopni Celsjusza), ale i toksyczne. Dla strażaka istnieje poważne niebezpieczeństwo zarówno poparzeń, jak i zatrucia (gdyby nie posiadał sprzętu ochronnego).

<sup>25</sup> Wolanin J., *Wodna pulapka*. „Przegląd Pożarniczy” 1997. nr 1, s.17.

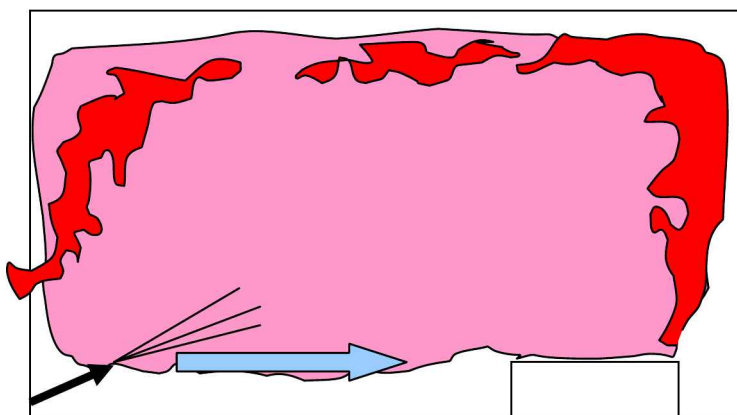




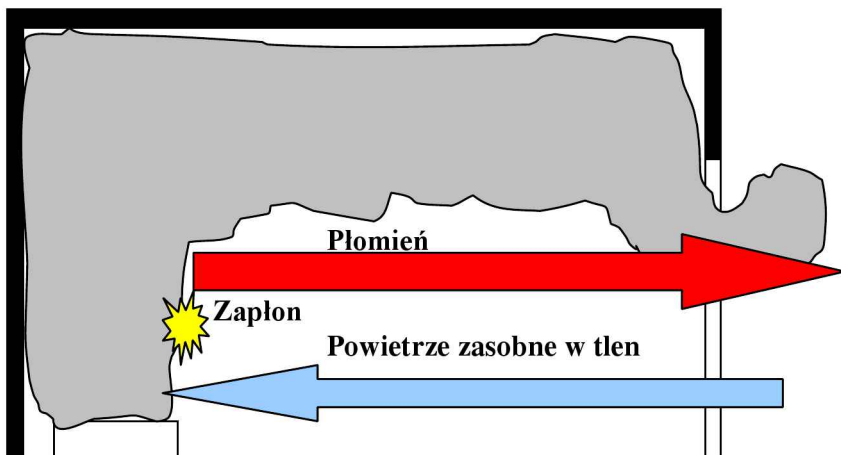
*Rysunek nr 3.3. Zjawisko „pulapki wodnej”*

Inne niebezpieczeństwo to groźba podniesienia płomienia, który, sięgając strefy podsufitowej, może przenieść się ku wyjściu (**płomienie pełzające** – rys. 3.4) za plecy strażaków, odcinając możliwość wycofania się. Dołem pomieszczenia dociera powietrze zasobne w tlen, tam też znajduje się szereg materiałów palnych, wobec czego gwałtownie wzrasta dynamika pożaru.<sup>26</sup> Ponieważ wchodząc do pomieszczenia i podając prąd wody jednocześnie „dotleniliśmy” pożar, możemy zetknąć się też ze zjawiskiem **wstecznego ciągu płomieni** – ognistego podmuchu (rys. 5). W najlepszym razie wystąpi natychmiastowe zamglenie obiektu co w połączeniu z wysoką temperaturą zmusi nas do wycofania się. W przedstawionej sytuacji najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie złożonej metody natarcia.

<sup>26</sup> Wolanin J., *Atak przemieszczającego się ciepła*. „Przegląd Pożarniczy” 1997, nr 5, s. 11.



*Rysunek nr 3.4. Zjawisko pojawiania się płomieni pelzających*



*Rysunek nr 3.5. Schemat powstawania wstecznego ciągu płomieni (ognistego podmuchu)*

Zanim podamy wodę cała rota musi być przygotowana do pracy. Odpowiednio do sytuacji muszą być dobrane środki ochrony osobistej (np. sprzęt ochrony dróg oddechowych, odpowiednia odzież itp.). Linia wężowa powinna być wyprostowana (i nie chodzi o utrzymanie równej linii, ale o to by nie miała skręceń, które woda sama niwelowałaby, bo wtedy stanowić to może zagrożenie dla prądownika), zabezpieczony musi być jej zapas pozwalający na przemieszczanie się w głąb terenu pożaru. Strażacy danej rotacji powinni znajdować się po jednej jej stronie, i to nie ze względów estetycznych, ale dla bezpieczeństwa, gdyż w sytuacji trudniejszej prąd wody stanowił będzie osłonę równocześnie dla

wszystkich, poza tym nie przeszkadzamy prądownikowi w swobodnym operowaniu prądem wody. Ale już przy podawaniu silnych strumieni gaśniczych bezpiecznej będzie (a i wygodniej), jeżeli przodownik i pomocnik stać będą obok siebie wspólnie trzymając prądownicę (w sposób umożliwiający ewentualną zmianę strumienia). Woda może być podawana lub zatrzymywana tylko na wyraźne polecenie. W żadnym wypadku nie wolno jej podawać bez uprzedzenia obsługującego prądownicę, działko lub rozdzielacz. Zmieniając miejsce pracy należy zamknąć prądownicę lub właściwą nasadę rozdzielacza (pompy).

Dobierając sprzęt do podawania wody zwrócić musimy uwagę na to, że im intensywniejsze spalanie i im większe obciążenie ogniowe, tym większe będą przekroje linii węzowej (np. 25 mm w wystarczy w budynku mieszkalnym w początkowej fazie pożaru, ale już 52 mm w fazie około rozgorzeniowej i, być może, 75 mm przy pożarze mocno rozwiniętym, silnie promieniującym, z płomieniami wydostającymi się oknami i grozącymi przejściem do pożaru zewnętrznego, ale już przy pożarze blokowym konieczne może być użycie działka). Podobnie jest i podczas gaszenia pożarów zewnętrznych.

## **Specyfika postępowania podczas różnych pożarów**

### Obiekty przeznaczone na stały bądź czasowy pobyt ludzi

Budynki mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej zakwalifikowane zostały do obiektów o określonej kategorii zagrożenia ludzi.<sup>27</sup>

We wszystkich przypadkach występuje jednak wspólny mianownik, a mianowicie – zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, których liczba może być czasami trudna do określenia.

Z całą pewnością działać trzeba z zachowaniem spokoju, bez wzbudzania nadmiernych emocji. Jeżeli pożar nie jest widoczny, i nie wiedzą o nim jeszcze pensjonariusze, pacjenci, użytkownicy obiektu, wówczas lepiej podjechać mając sygnały wyłączone. Jeżeli o zagrożeniu już wiadomo, wtedy widok nadjeżdżających pojazdów ratowniczych niesie nadzieję i może działać tonująco na emocje.

Strażacy w obiekcie muszą poruszać się spokojnie zachowując względną ciszę. Bywa, że w czasie rozpoznania trzeba będzie zdjąć uzbrojenie osobiste

---

<sup>27</sup> Kategorie zagrożenia ludzi:

- ZL I – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób nie będących ich stałymi użytkownikami, a nie przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,
- ZL II – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,
- ZL III – użyteczności publicznej, nie zakwalifikowane do ZL I i ZL II,
- ZL IV – mieszkalne,
- ZL V – zamieszkania zbiorowego, nie zakwalifikowane do ZL I i ZL II.

i założyć kitle (np. w szpitalu), by nie niepokoić ludzi. Natomiast gdy o pożarze już powszechnie wiadomo, wtedy pojawienie się strażaków odpowiednio wyekwipowanych wzbudza poczucie bezpieczeństwa.

Rozpoznanie przeprowadza się szybko, dokładnie sprawdzając wszystkie pomieszczenia. Pamięamy, że w obiektach w których przebywają dzieci często chowają się one wobec zagrożenia. Bezzwłocznie trzeba podjąć oddymienie obiektu.

W zasadzie ewakuacja powinna być zakończona przed przybyciem straży pożarnych. Bywa jednak, że sygnał o zagrożeniu nie dotrze do wszystkich pomieszczeń na czas, bądź podjęte zostaną bezowocne działania kosztem alarmowania straży pożarnych, albo intensywnie rozwijający się pożar nie pozwoli na przekazanie informacji o zagrożeniu. W takich warunkach ratownictwo zostaje wymuszone. Do czasu zakończenia ewakuacji nie należy wyłączać dopływu energii elektrycznej, bowiem ciemność poważnie skomplikuje sytuację i nie pomoże też w działaniach gaśniczych. Gdy światła w wyniku pożaru zgasły wcześniej, bezwzględnie wprowadzić trzeba do akcji sprzęt oświetleniowy straży pożarnych.

Często podejmowane jest rozpoznanie bojem. Jeżeli rozwinięcie gaśnicze następuje równolegle z ewakuacją, starajmy się nie dopuścić do tego by kierunki tych działań krzyżowały się ze sobą, gdyż może stworzyć to dodatkowe komplikacje. Linie węzowe prowadzimy innymi drogami niż ewakuacja. Jeżeli dym i płomień grożą odcięciem dróg ewakuacyjnych, wtedy muszą być one chronione stanowiskami gaśniczymi, ale i wówczas nie wolno przeszkadzać ludziom w swobodnym opuszczeniu obiektu. Mimo zakończenia ewakuacji (także podjętej przed przybyciem straży pożarnych) wszystkie pomieszczenia (również toalety) muszą być starannie przejrzane, czy przypadkiem nikt tam nie pozostał.

Akcja ratownicza powinna przebiegać naturalnymi drogami. Jeżeli jednak drogi te zostały odcięte korzystać należy z pożarniczego sprzętu ratowniczego. W placówkach dydaktycznych i opiekuńczo-wychowawczych nie należy pozwalać młodszym dzieciom (przedszkola, klasy nauczania początkowego) na samodzielne schodzenie po drabinach i powinny być one znoszone przez ratowników. Młodzież może schodzić samodzielnie przy asekuracji przez strażaków.

W przypadku, gdy pożar obejmuje rozmaite pracownie bądź gabinety, w których mogą znajdować się substancje niebezpieczne należy wyłączyć dopływ prądu i gazu do pracowni (części budynku lub całkowicie), a następnie podjąć gaszenie odpowiednimi środkami. Bezwzględnie używać należy sprzętu ochrony dróg oddechowych, a jeżeli zajdzie potrzeba - także stosownej odzieży ochronnej. Pomieszczenia przewietrzyć.

Podczas ewakuacji nie wolno korzystać z wind (chyba że posiadają niezależne zasilanie i znajdują się w wydzielonej pożarowo strefie obiektu).

W ratownictwie sprawa już nie jest tak prosta, bo czasem jest to działanie sytuacyjnie wymuszone.

Gasząc pożar przestrzegajmy następujących zasad:

- Bojowe rozwinięcie gaśnicze powinno przebiegać innymi drogami aniżeli akcja ewakuacji, np. przez okna. Jeżeli jest to niemożliwe - zwracać uwagę, by linie węzowe nie utrudniały korzystania z przejść.
- Unikamy głośnych komend i sygnałów, by nie potęgować niepokoju wśród ludzi przebywających w obiekcie.
- W miarę możliwości staramy się zablokować rozprzestrzenianie się pożaru, zabezpieczyć obiekt przed przenikaniem dymu, by nie dopuścić do konieczności ewakuacji obiektu lub jego części.
- W razie potrzeby drogi komunikacyjne muszą być zabezpieczane przez stanowiska gaśnicze.
- Prądami wody operujemy bardzo oszczędnie, usuwamy nadmiar wody, by nie dopuścić do zalewania niższych kondygnacji.
- Chronimy przed zniszczeniem mienie stanowiące wyposażenie obiektów (przemieszczając do miejsc bezpiecznych).
- Usuwamy ze strefy zagrożonej butle z gazami i materiały pożarowo niebezpieczne.

Obiekty przemysłowe

Z uwagi na ich wielość i różnorodność zmuszeni będziemy szukać daleko idących uogólnień. Elementy systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego, które mogą wywierać wpływ na przebieg działań ratowniczo-gaśniczych to:

- Urządzenia wczesnego wykrywania pożaru, umożliwiające działanie w pierwszej fazie jego rozwoju, przekazanie sygnału o zagrożeniu użytkownikom obiektów.
- Urządzenia do usuwania dymu (najczęściej klapy dymowe) wydawnie poprawiające warunki pobytu w obiekcie i bezpieczeństwo działań, poprzez usuwanie dymu i ciepła. Mogą być one uruchamiane ręcznie lub automatycznie. Możliwa jest bezpieczna ewakuacja obiektu, poprawienie widoczności, ochrona konstrukcji przed nadmiernym nagrzewaniem się.
- Wodne stałe instalacje gaśnicze – pozwalające nie tylko na gaszenie pożaru, ale też na lokalizację ognisk pożaru (obserwując miejsca ich uruchamiania – szczególnie przy instalacjach tryskaczowych – uruchamianych sukcesywnie. Dla lokalizacji mniej przydatna jest instalacja zraszaczowa, uruchamiająca się w całej przestrzeni chronionej.
- Stałe urządzenia gaśnicze gazowe – pozwalające na gaszenie pożaru w jego wstępnym stadium, ale też na ochronę sąsiedztwa.

- Elementy oddzieleni pożarowych – dzielące całą przestrzeń na strefy ułatwiające organizację akcji, ograniczające też możliwość rozprzestrzenienia się pożaru.

Każdy pożar może w krótkim czasie przybrać znaczne rozmiary rozprzestrzeniając się we wszystkich kierunkach, czemu sprzyjają:

- palne konstrukcje budowlane,
- rozmieszczenie ciągów technologicznych, przechodzących przez kilka kondygnacji i kilka pomieszczeń w tej samej płaszczyźnie,
- brak oddzieleni przeciwpożarowych,
- wysoka temperatura pożaru sprawiająca, że nie osłonięte konstrukcje metalowe (budowlane i technologiczne) odkształcają się; przepaleniu bądź termicznemu odkształceniu ulegają stropy, po czym łatwo dochodzi do zawalenia się obiektu,
- wysoka temperatura i duża gęstość zadymienia już od momentu powstania pożaru, wydatnie utrudniają jego lokalizację w pierwszej fazie przez pracowników zakładu.

Rozpoznanie pożaru niekiedy trzeba będzie prowadzić przez kilka rot (patroli) w kilku możliwych kierunkach (wszystkimi klatkami schodowymi) i powinno się ustalić:

- miejsce występowania ognisk pożaru i jego rozmiary,
- występujące zagrożenie dla ludzi,
- jaka jest konstrukcja obiektu i stopień jego zapalności,
- możliwość rozprzestrzeniania się pożaru, w tym także w pustych elementach konstrukcyjnych (kanały wentylacyjne, szyby dźwigów itp.),
- czy zatrzymany został proces technologiczny, wyłączony ciąg wentylacyjny i dopływ prądu elektrycznego,
- czy uruchomiona została stała instalacja gaśnicza i jaka jest efektywność jej działania,
- jaki jest dostęp do ognisk pożaru, czy nie występuje potrzeba odkrywania ich przez wyburzanie fragmentów konstrukcji budowlanej lub technologicznej.

Należy bezwzględnie nawiązać kontakt z osobami z dozoru technicznego, których uwag nie wolno lekceważyć.

Rozpoznający pożar powinni mieć przygotowany prąd gaśniczy wody, pozwalający na poprawienie warunków pracy (osadzenie i wyparcie dymu oraz obniżenie temperatury), a także umożliwiający ewentualne podjęcie ratownictwa ludzi, mogących pozostać w pomieszczeniach. Bezwzględnie obowiązuje

posiadanie sprzętu ochrony dróg oddechowych, a niekiedy - dodatkowych ubrań ochronnych, dostosowanych do warunków pożaru.

Działania ratowniczo-gaśnicze rozpoczynamy od zatrzymania wszystkich urządzeń technologicznych, jednakże pod warunkiem, że nie spowoduje to innych kłopotów (konieczna może być konsultacja z obsługą techniczną obiektu). Jeżeli nie występuje zagrożenie dla ludzi, wyłączamy wentylację mechaniczną i zamykamy drzwi prowadzące na klatki schodowe. Wentylację pomieszczeń prowadzimy przez okna podając jednocześnie rozproszone prądy wody. Zwrócić należy uwagę na międzystropowe połączenia urządzeń technologicznych, gdzie żarzenie może się utrzymywać przez dłuższy czas powodując zadymienie obiektu. Po nawilżeniu przestrzeni wodą mocno rozwinięte ogniska pożaru gasimy silnymi strumieniami wody.

Prądami gaśniczymi blokujemy miejsca możliwego rozprzestrzeniania się pożaru. Znaczne efekty może przynieść podanie piany ciężkiej. Zwrócić należy uwagę na zabezpieczenie ratownikom możliwości odwrotu.

Niezmiernie ważna jest obserwacja środowiska pożaru, w tym konstrukcji budowlanych. Reagować trzeba na wszelkie sygnały o występujących zmianach.

W czasie rozpoznania należy wyłączyć także instalacje elektryczne (o ile nie uczyniono tego wcześniej i nie spowoduje to pogorszenia sytuacji). Rozpoznając pożar w obiektach pozbawionych świetlików i okien do akcji wprowadzić należy kilka patroli rozpoznawczych, określając dla każdego z nich obszar penetracji. Patrole muszą być wyposażone w sprzęt ochrony dróg oddechowych i środki utrzymania łączności. O wynikach rozpoznania muszą być składane meldunki do kierującego akcją.

Rozpoczynając działania gaśnicze należy oddymić pomieszczenia stosując wszystkie możliwe sposoby postępowania. Natarcie prowadzimy po klatkach schodowych, co pozwala zarazem na zabezpieczenie przejść (w tym dróg ewakuacyjnych). Po zlokalizowaniu pożaru zwrócić uwagę na stan konstrukcji budowlanych oraz pomieszczeń sąsiednich.

Do gaszenia stosuje się wodę w postaci prądów zwartych i rozproszonych oraz pianę o różnym stopniu spienienia.

W miarę możliwości należy usunąć ze strefy zagrożenia materiały pożarowo niebezpieczne lub podjąć ich obronę, do czego można wykorzystać także stałą instalację gaśniczą.

Gaszenie substancji w ciągach technologicznych powinno nastąpić po uzyskaniu możliwości zamknięcia urządzeń i wyeliminowaniu jej dopływu.

Zapobiec trzeba rozplywaniu się płynnej i palącej się masy, także przedostawaniu się jej do kanalizacji. Można to uczynić za pomocą strumienia wody bądź piany, podawanego na-przeciw płynącej masie. Jeżeli czasowo pożar masy płynnej nie będzie gaszony, należy usypać tamę z piasku lub ziemi,

np. w progach drzwi oddziałów produkcyjnych (magazynowych, innych obiektów).

Generalnie wszelkie nie rozpoznane plamy i rozlewiska traktujemy jako substancje niebezpieczne. Dla przechodzenia przez warstwę płynnego tworzywa należy ułożyć pomosty z desek, cegieł lub innych materiałów.

Bezwzględnie należy zwrócić uwagę na bezpieczeństwo ludzi mogących pozostać w budynku w wyniku odcięcia dróg wyjścia. Zwiększamy wymianę powietrza w obiekcie i chłodzimy przestrzeń, organizując jednocześnie akcję ratowniczą. Przejrzenia wymagają wszystkie pomieszczenia obiektu.

Po zakończeniu akcji pogorzelisko musi być starannie wygaszone i zabezpieczone przed możliwością wznowienia pożaru.

### **Pożary obiektów magazynowych**

#### Postępowanie podczas pożarów magazynów cieczy palnych:

Znany jest nam podział pożarów dla potrzeb statystycznych (mały, średni, duży, bardzo duży) oraz wprowadzony dla potrzeb organizacji działań ratowniczych (wewnętrzny, zewnętrzny z podziałem dalszym). W przypadkach cieczy i gazów palnych warto zwrócić uwagę na podział zagrożeń powodowanych awarią lub katastrofą, a uwzględniający sposób wydostawania się mediów poza aparaturę (zbiorniki) i sposób spalania, co przedstawia tabela 3.1.



*Tabela nr 3.1. Zestawienie zagrożeń ze strony cieczy i gazów palnych*

| Rodzaj | Typ                                            | Interpretacja                                                                                   | Główna przyczyna                                                                   |
|--------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Pożar  | Powierzchniowy (PF)                            | Spalanie palnej substancji ze swobodnej przestrzeni.                                            | Wyciek z instalacji lub na uszczelnieniu pomp.                                     |
|        | Strumieniowy (IF)                              | Zapłon gazu wypływającego ze zbiornika ciśnieniowego przez mały otwór (1 – 5 cm <sup>2</sup> ). | Jak wyżej przy nadciśnieniu w zbiorniku.                                           |
|        | Błyskawiczny (FF)                              | Deflagracja spalania mieszaniny gaz – powietrze bez wytworzenia niszczącej gali ciśnienia.      | Wyciek cieczy przegrzanej.                                                         |
|        | Kulisty (FB)                                   | Spalanie obłoków paliwo – powietrze tworząc kulistą przestrzeń płomienia.                       | Pęknięcie zbiornika z gazem skroplonym wskutek wewnętrznego pożaru typu PF lub IF. |
| Wybuch | Gazu lub pary w ograniczonej przestrzeni (VCE) | Gwałtowne spalanie mieszaniny palnej w ograniczonej przestrzeni, deflagracja lub detonacja.     | Wypływ przegrzanej cieczy ze zbiornika ciśnieniowego.                              |
|        | Jak wyżej w otwartej przestrzeni (UVCE)        | Detonacyjne spalanie mieszaniny palnej z powstaniem fali uderzeniowej.                          | Wypływ palnego gazu, dyspersja oraz zapłon.                                        |
|        | Ekspandującej pary oraz wrzenia cieczy (BLEVE) | Wybuchowe odparowanie cieczy o temperaturze powyżej temperatury wrzenia.                        | Jak dla pożaru kulistego (FB).                                                     |
|        | Pyłowe (DE)                                    | Gwałtowne spalanie (zwykle deflagracja) mieszaniny pyłowo-powietrznej.                          | Utworzenie mieszaniny pyłowej i jej zapłon.                                        |
|        | Cieplny (TE)                                   | Gwałtowne wydzielenie się energii cieplnej ze wzrostem ciepła.                                  | Utrata szczelności wskutek niekontrolowanego rozkładu cieplnego materiału.         |
|        | Fizyczny (PF)                                  | Wzrost ciśnienia wewnątrz aparatu bez udziału reakcji chemicznej.                               | Przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia w urządzeniu.                               |

*Źródło: Wojnarowski A., Obolewicz-Pietrusiak A., Podstawy ratownictwa chemicznego. Firex, Warszawa 2001, s. 29.*

Podczas pożarów cieczy palnych występuje poważne niebezpieczeństwo wykipienia i wyrzutu cieczy ze zbiornika oraz zdeformowanie jego konstrukcji.

Szybkość deformacji wzrasta przy spalaniu lekkich produktów ropy naftowej, niższym poziomie cieczy i większej powierzchni zbiornika. Deformacja ścian następuje do wnętrza. W efekcie wykipienia bądź wyrzutu następuje rozszerzenie ogniska, gdyż płonąca ciecz może być odrzucona na odległość około 200 m od zbiornika, po czym w krótkim czasie następują dalsze wyrzuty.

Wykipienie cieczy następuje przeważnie po upływie 45 minut od chwili jej zapalenia, natomiast wyrzut nie następuje przed upływem 2 godzin od momentu zapalenia. Oba zjawiska sygnalizowane są wzrostem intensywności palenia się. Płomień staje się jaśniejszy i wyższy, pojawia się charakterystyczny szum wrzenia płynu i falowy ruch pasm białego dymu. Ilość wyrzuconej ropy zależy od jej ilościowej zawartości w zbiorniku i jego średnicy. Im większa zawartość ropy i im mniejsza średnica zbiornika, tym efekt będzie silniejszy. Nie spalona w powietrzu ropa spada w postaci „deszczu ogniowego” i rozlewa się płonącymi strumieniami. Spalanie produktów ropy naftowej przebiega stosunkowo intensywnie, a wysokość płomieni sięga 8 – 20 m przy spokojnym powietrzu. W przypadku wrzenia cieczy wysokość płomienia wzrasta.

Gaszenie polega na ochładzaniu ścian zbiornika palącego się i zbiorników zagrożonych. Chłodzenia wymagają także inne urządzenia technologiczne znajdujące się w zasięgu promieniowania cieplnego. Przy istnieniu stałych instalacji gaśniczych akcję gaśniczą rozpoczynamy od jej uruchomienia.

Wszystkie środki transportu cieczy znajdujące się w strefie zagrożonej powinny być natychmiast z niej wyprowadzone.

Zbiorniki gasimy podając pianę w warstwie o grubości ok. 80 cm. Wymaga to podawania piany ciężkiej, szybko rozplývającej się po powierzchni, oraz piany średniej uzupełniającej warstwę do wymaganej wysokości. Musi być zapewniona ciągłość w podawaniu środków gaśniczych.

W akcji gaśniczej obowiązuje zachowanie wysokiej dyscypliny. Natarcie wykonuje się tylko na rozkaz dowódcy po dokładnym przygotowaniu się do akcji. Przy podawaniu piany jej jakość powinna być sprawdzona przed skierowaniem na lustro cieczy. Pianę podaje się aż do całkowitego ugaszenia ognia.

Przez cały czas trwania akcji prowadzona musi być stała obserwacja zbiornika palącego się i otoczenia. Wszyscy uczestnicy akcji powinni być poinformowani o drogach odwrotu i sygnałach ostrzegających o niebezpieczeństwie. W przypadku ich nadania obowiązuje natychmiastowe wycofanie się ze stanowisk bojowych do wskazanych miejsc.

Stanowiska gaśnicze powinny być zajmowane za istniejącymi przegrodami (osłonięte). Podczas pracy w warunkach intensywnego promieniowania cieplnego obowiązuje posiadanie ubrań żaro- i ognioodpornych, a przy wydzielaniu się gazów trujących - także sprzętu ochrony dróg oddechowych. Zabronione jest zajmowanie stanowisk gaśniczych pod połączeniami rurociągów ułożonych górá.

W praktyce spotkać się możemy z pożarami płynów łatwopalnych w beczkach złożonych na terenie odkrytym, bądź w obiektach mniej lub bardziej przystosowanych do ich magazynowania.

W wyniku oddziaływania ciepła następuje rozszerzenie się produktów w beczkach i intensywne parowanie. Pojemniki rozrywają się, następują kolejne wybuchy beczek nie wypełnionych całkowicie lub pustych. Rozszerzone zostaje ognisko pożaru, występuje zagrożenie dla ludzi, a w przypadku składowiska znajdującego się wewnątrz obiektu, także zdeformowanie konstrukcji budowlanej. Może nastąpić wydzielanie substancji trujących.

Najlepsze efekty gaśnicze uzyska się wówczas przy zastosowaniu piany ciężkiej, którą można podawać ze znacznej odległości. Stanowiska gaśnicze zajmuje się jako przesłonięte. Dla ochrony części składowiska nie objętego pożarem podaje się zwarte i rozproszone prądy wody. Na terenie składowiska należy wyłączyć dopływ prądu elektrycznego.

Spotkać możemy także pożary powstające w wyniku uszkodzenia rurociągów przetłaczających płyny łatwopalne. Wobec rozlewającej się cieczy płomień może obejmować znaczną przestrzeń.

Przy tryskaniu „fontanny” płynów z rurociągów podaje się silne prądy wody. Wykorzystując ich energię staramy się oderwać płomień od tryskającego płynu, operując prądem z dołu do góry. W przypadkach większego ciśnienia pod jakim ciecz jest wyrzucana, konieczne może być koncentryczne ustawienie kilku stanowisk gaśniczych. Od prądowników wymaga się wówczas zsynchronizowania pracy.

Ciecz rozplywającą się gasimy strumieniami zwartymi i rozproszonymi wody oraz pianą. Jednocześnie dążymy do ograniczenia rozplywania się płynu przez wykonanie prowizorycznych wałów ziemnych, lub kierując ciecz do zagłębień terenowych. Zdecydowanie należy uniemożliwić przedostawanie się płynu do studzienek kanalizacyjnych, gdyż grozi to między innymi niekontrolowanym zapłonem z trudnymi do przewidzenia konsekwencjami, lub też skażeniem środowiska.

Niewielkie powierzchnie płonące gasimy przez zasypywanie ziemią. Ponieważ jednak produkty naftowe powodują zanieczyszczenie środowiska, nie zawsze gaszenie ich jest celowe. Jeżeli więc pożar nie zagraża zabudowaniom lub innym obiektom, należy ograniczyć rozlewanie się cieczy i pozwolić na swobodne wypalenie się jednostki straży pożarnych zabezpieczając wówczas sąsiedztwo.

#### Postępowanie przy zagrożeniu ze strony gazów palnych:

Dość powszechnie, ze względu na brak niekiedy sieci gazowej w miejscowościach, a także ze względu na relatywnie niską cenę, w gospodarstwach domowych, kotłowniach lokalnych oraz do napędu silników spalinowych stosuje się gaz płynny. Jest to gaz, który w odpowiednich warunkach

(ciśnienia i temperatury) daje się skroplić. Najpopularniejszy gaz płynny zawiera 25 – 50% propanu i 50 – 75% butanu. Pary mieszanki propan-butan są około 1,5 razy cięższe od powietrza zatem w przeciwieństwie do gazu ziemnego zaliczają się go tzw. pełzających i zalegających dolne partie pomieszczeń lub zagłębienia.

Do odbiorców gaz płynny dostarczany jest w sieciach lokalnych zasilających od dwóch do kilku odbiorników, w butlach 11 kg, 33 kg, turystycznych (do 5 kg) oraz tankowany do zbiorników pojazdów na stacjach paliw.

Przebieg pożaru może mieć różny charakter:

- W przypadku rozlewisk będzie to **pożar powierzchniowy**, a stwarzane przez niego zagrożenie będzie zależne od wielkości wycieku i możliwości jego powstrzymania, rodzaju gazu i ilości ciepła emitowanego podczas spalania, środowiska, w którym miał miejsce wyciek.
- Gdy gaz uwalnia się niewielkim otworem i zapala się mamy do czynienia z **pożarem strumieniowym**. Spalanie jest ustabilizowane, a gaszenie nie przysparza większych trudności, bowiem wystarczą zwarte strumienie wody. Przy dużym ciśnieniu i otworze wycieku być może trzeba będzie podawać kilka skoncentrowanych prądów wody.
- Z **pożarem błyskawicznym** mamy do czynienia, gdy po wycieku obłok gazu (par cieczy) przemieszcza się w otoczeniu i zapala się niekiedy nawet w znacznej odległości miejsca wypływu. Moment i miejsce zapłonu trudne są do określenia. Płomień przemieszczający się z szybkością kilku metrów na sekundę stwarza niebezpieczeństwo zapalenia rozmaitych palnych obiektów na swej drodze i zbiornika, z którego media się wydostały.
- Przy gwałtownej ekspansji gazu do otoczenia (np. po pęknięciu ścianek zbiornika) może wystąpić **wybuch typu BLEVE**. Zjawisku towarzyszy kulisty płomień o zmiennym natężeniu promieniowania cieplnego, silna fala uderzeniowa, rozpryskiwanie się elementów pojazdu, zbiornika, aparatury, zabudowy i rozpryskiwanie się spalającej się cieczy. Istoty żywe znajdujące się w chmurze gazowej nie mają szans na przeżycie.

*Tabela nr3.2. Zasięg zagrożenia przy wybuchu typu BLEVE*

| Rodzaj i wielkość zbiornika                         | Zasięg zagrożenia w m |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| Małe zbiorniki, np. puszki po aerozolu              | 10 – 15               |
| Małe butle, np. butle domowe 1 kg                   | 75                    |
| Cysterna samochodowa 4,5 – 6 m <sup>3</sup>         | 150                   |
| Cysterna kolejowa 20 m <sup>3</sup>                 | 250                   |
| Zbiornik stacjonarny o pojemności 15 m <sup>3</sup> | 300 – 600             |
| Zbiornik stacjonarny o pojemności 45 m <sup>3</sup> | 800 – 1200            |

*Źródło: Wojnarowski A., Obolewicz-Pietrusiak A., op. cit., s.48.*

W przypadkach zdarzeń z udziałem gazu ziemnego bądź płynnego w rozpoznaniu ustalamy:

- rodzaj gazu wydostającego się lub płonącego,
- charakter pożaru (palenie się płomykowe cieczy wydostającej się przez szczeliny lub zawory, palenie się strugi cieczy, palenie cieczy w zbiorniku),
- wielkość strefy zagrożonej w przypadku emisji gazu bez jego spalania,
- kierunek i siłę wiatru,
- zagrożenie dla ludzi,
- zagrożenie dla otoczenia, możliwość gwałtownej zmiany sytuacji,
- możliwość ograniczenia, a następnie zamknięcia wycieku.

Przy wyciekach gazowych z obszaru zagrożonego należy natychmiast usunąć ludzi, a teren w promieniu minimum 100 m oznakować i zabezpieczyć przed poruszaniem się po nim osób postronnych. W przypadku środków transportu promień strefy ochronnej powinien wynosić nawet do 1000 m. Jeżeli dochodzi do samego wycieku gazu, bez jego zapalenia się praktycznie może być niemożliwe określenie miejsca ewentualnego zapłonu. Konieczne będzie wyeliminowanie w strefie zagrożenia potencjalnych źródeł ciepła (wygaszenie palenisk, wyłączenie urządzeń elektrycznych, wprowadzenie zakazu poruszania się pojazdów). Pojazdy służb ratowniczych powinny być ustawione w miejscach bezpiecznych, od strony nawietrznej. Chmurę gazu tłumić rozproszonymi prądami wody i proszkiem.

Jeżeli uszkodzenie obejmuje gazociąg, należy odciążyć dopływ gazu (pełne zamknięcie przepływu nie zawsze będzie korzystne). Ze strefy oddziaływania cieplnego usunąć należy materiały pożarowo niebezpieczne. Natomiast w przypadku pożaru urządzeń gazowych gaszenie podejmujemy po odcięciu dopływu gazu. Możemy to zrobić zamykając zawory gazowe, a w sytuacjach skrajnych - nawet zaciskając rury. Do czasu zamknięcia dopływu gazu, jeżeli płomień jest ustabilizowany, lepiej będzie skoncentrować się na obronie sąsiedztwa niż przedwcześnie zgasić płomień. Przy dużej turbulencji płomienia należy go ustabilizować usuwając, np. znajdujące się przy wylocie elementy konstrukcyjne obiektu. Konieczne będzie nawiązanie współpracy z innymi podmiotami ratowniczymi - pogotowiem gazowym, policją, pogotowiem ratunkowym itp.

Płomień wydostający się z gazociągu lub urządzeń technologicznych można zgasić podając silne strumienie wody, wykorzystując ich energię. Ciśnienie strumienia gaśniczego powinno być co najmniej równe ciśnieniu wydobywającego się gazu. Gaszenie podjąć należy, gdy istnieje już możliwość zamknięcia wypływu gazu.

Intensywnie muszą być chłodzone zbiorniki gazowe, rozgrzane ich elementy i rurociągi, a także obiekty znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie.

Wszystkie działania muszą być prowadzone ze szczególnym zwróceniem uwagi na zachowanie warunków bezpieczeństwa. Jeżeli to możliwe, należy korzystać ze wszelkich osłon, unikając jednakże zagłębień terenowych.

Po ugaszeniu płomienia (tak w przypadku gazociągu, jak i urządzeń technicznych) stanowiska gaśnicze należy pozostawić na zajmowanych pozycjach do czasu stwierdzenia, że nie ma możliwości powtórnego zapłonu.

W przypadku gazów technicznych w rozpoznaniu zdarzenia należy ustalić:

- rodzaj gazu palącego się bądź emitowanego do otoczenia, a także gazy i znajdujące się w strefie oddziaływania ciepłego,
- stopień zagrożenia dla ludzi, kierunki wycofania się i miejsca schronienia się,
- możliwość wybuchu bądź pożaru i zagrożenie dla otoczenia,
- możliwość usunięcia substancji niebezpiecznych ze strefy zagrożonej.

Podjmując działania gaśnicze zasobników z gazami technicznymi wycofać należy ludzi ze strefy zagrożenia, po czym intensywnie chłodzić składowisko butli i sąsiedztwo. Gaszenie prowadzi się najczęściej za pomocą zwartych prądów gaśniczych. Usuwając butle należy przenosić je bardzo delikatnie unikając wstrząsów, podchodząc od stóp butli. Przypomnijmy, że do obiektu, w którym znajdują się butle, podchodzimy od strony mocnych elementów konstrukcyjnych, przebiegając przestrzeń otwartą. Nie zatrzymywać się w świetle otworów (drzwi, okien). Gdy butle znajdują się na rampie lub platformie pojazdu, poruszamy się pochylając poniżej ich poziomu. Stanowiska gaśnicze zajmujemy jako przesłonięte.

Parę słów poświęćmy butlom acetylenowym. Sam acetylen jest gazem składającym się węgla i wodoru ( $C_2H_2$ ). W stanie czystym jest to gaz bezwonny, a charakterystyczny lekki zapach czosnku dodają mu siarkowodor i amoniak. Jest to gaz bardzo niebezpieczny, bowiem wybuch grozi w przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia jak i po wymieszaniu z powietrzem (granice wybuchowości są bardzo szerokie i wynoszą od 2,3 do 82,0%, bardzo łatwo wówczas o jego zapalenie). Źródłem zapłonu może być każdy bodziec energetyczny, nawet iskra elektrostatyczna. Zapalenie butli może spowodować też cofnięty płomień z podłączonego palnika.

W przypadku wycieku acetylenu lub pożaru butli należy:

- Gdy zdarzenie ma miejsce na wolnej przestrzeni wyznaczyć 300 metrową strefę bezpieczeństwa. Z terenu jak i z budynku (gdy butla znajduje się wewnątrz) usunąć ludzi i wyeliminować możliwe źródła zapłonu.

- Butle nie poddane dotychczas nagrzewaniu można ostrożnie, unikając wstrząsów i uderzeń, przenieść w miejsce bezpieczne.
- Przed przemieszczaniem butli sprawdzić dłonią stopień jej nagrzania. W przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek ciepłego miejsca butlę pozostawiamy na miejscu chłodząc ją intensywnie. Stanowiska zajmować jako osłonięte, a najlepiej jako bezobsługowe.
- Sprawdzania stopnia nagrzania butli dokonujemy po minimum godzinnym jej chłodzeniu od momentu ugaszenia pożaru, jeżeli nadal butla jest miejscami ciepła lub z jej powierzchni unosi się para wodna należy kontynuować chłodzenie przez dalsze pół godziny. Chłodzenie możemy przerwać gdy powierzchnia butli pozostaje mokra i przez pół godziny zimna.
- Sprawdzić zamknięcia butli. Nie manipulować przy zaworach narażonych wcześniej na działanie ciepła.
- W przypadkach gdy mamy butlę z płonącym gazowym acetylenem, wówczas ewakuujemy otoczenie i staramy się zamknąć zawór. Jeżeli operacja ta się nie powiedzie **wówczas nie wolno gasić płomienia** pozwalając na wypalanie się gazu. Gaszenie podejmiemy gdy płomień sięgał będzie brzegu butli.
- Gdy mamy do czynienia w zakładach pracy z zestawami butlowymi chronionymi wodnymi urządzeniami gaśniczymi, urządzenia te powinny być uruchomione, jeżeli nie to podajemy wodę z prądownic obejmując ich działaniem każdą z butli.
- Silnie kopące butle po ostrożnym przeniesieniu zatapiać (ustawiając, np. zbiorniki składane, bądź wykorzystując zbiorniki istniejące) na czas co najmniej 12 godzin. Zwrócić uwagę na pionowe (ku górze) lub boczne ułożenie wylotów butli.
- Zabezpieczyć sąsiedztwo wobec możliwości przenoszenia odłamków lub całych butli (nawet na odległość ok. 300m), bądź fragmentów aparatury technologicznej, a także oddziaływanie fali cieplnej, działającej co prawda krótko, ale stwarzającej zagrożenie dla osób i obiektów znajdujących się na jej drodze.

#### Tereny wiejskie:

Wieś to zabudowa zagrodowa, czyli budynki mieszkalne, gospodarcze i inwentarskie w rodzinnych gospodarstwach rolnych, hodowlanych lub ogrodniczych oraz w gospodarstwach leśnych. Obok budynków mieszkalnych ważną rolę odgrywają tam budynki gospodarcze – przeznaczone do niezawodowego wykonywania prac warsztatowych oraz do przechowywania materiałów, narzędzi i sprzętu służących do obsługi innych budynków, a w zabudowie zagrodowej również do przechowywania środków i sprzętu do

produkcji rolnej oraz plodów rolnych.<sup>28</sup> Obok zabudowy zagrodowej występuje tam szereg innych obiektów jak: użyteczności publicznej, przedsiębiorstwa produkcyjne i magazynowe, obiekty komunikacji, obiekty sakralne i inne.

Pożary na wsi różnią się jeszcze od pożarów miejskich, co wynika z dość powszechnie stosowanych palnych materiałów budowlanych. Są to ponadto w zdecydowanej większości obiekty niskie, o zabudowie wolnostojącej, rzadziej szeregowej. Zależnie od regionu kraju występuje różnorodność w sposobie zabudowy jak i stosowanego budulca. Cechą charakterystyczną pożarów jest szybkie tworzenie się zewnętrznych ognisk pożaru, zagrażających otoczeniu. Bywa, że obejmują znacznie większą przestrzeń niż w mieście, głównie tam gdzie przeważa zabudowa palna.

Przyczyną rozprzestrzeniania się pożaru na wsi może być:

- palna i zwarta zabudowa oraz nagromadzenie znacznej ilości materiałów palnych, sprzyjające bezpośredniemu oddziaływaniu płomieni na sąsiedztwo;
- oddziaływanie promieniowania cieplnego na otoczenie;
- przy pożarach zewnętrznych wystąpienie ogni lotnych (głównie w miejscowościach o palnych pokryciach dachowych i przy występowaniu budynków z niedostatecznie zabezpieczonymi otworami w ich konstrukcji); ognie lotne w dzień mogą być słabo widoczne;
- powstawanie mostów pożarowych tworzących się, gdy w zasięgu ogniska pożaru znajdują się materiały palne rozprzestrzeniające ogień z jego początkowego miejsca powstania na inne miejsca (np. odpady słomy rozniesione w obejściu, trawa na nasypie kolejowym, las, roślinność na pasie przeciwpożarowym, budynki wykonane z materiałów palnych itp.).

Ze względu na możliwość szybkiego rozwoju i rozprzestrzeniania się pożaru zwrócić należy uwagę na zagrożenie ludzi i zwierząt, i gdyby ono występowało natychmiast podjąć ewakuację lub akcję ratowniczą. Nie zawsze jest to możliwe.

Gaszenie pożaru odbywa się najczęściej z poziomu ziemi i w pierwszej fazie polega głównie na tłumieniu ogniska pożaru oraz organizowaniu skutecznej obrony sąsiedztwa. Dążyć należy do zablokowania pożaru na głównym kierunku jego rozprzestrzeniania się. O ile istnieją ku temu warunki i potrzeba – stanowiska gaśnicze powinny być zajęte jako równe lub wyższe, wykorzystując do tego obiekty sąsiednie lub drabiny ustawione jako wolnostojące.

---

<sup>28</sup>Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75 z dn. 15 czerwca 2002r., poz. 690).



Gaszenie pożaru może utrudniać okresowy lub całkowity brak wody. W momentach przerw w podawaniu wody należy zaprzestać prac rozbiórkowych, zrywania strzech, usuwania stogów i stert złożonych w zasięgu promieniowania ciepłego i ogni lotnych, ograniczając się do tłumienia pojawiającego się płomienia. Dobre efekty może dać wcześniejsze zastosowanie piany.

Na terenach wiejskich często spotykamy się z pożarami zestogowanych płodów. Podstawowe działanie sprowadza się do zbitcia płomieni by zmniejszyć zagrożenie dla otoczenia i otworzyć sobie drogę do składowiska, a następnie kontynuowanie gaszenia rozproszonymi strumieniami wody celem zwiększenia powierzchni gaszenia i ograniczenia strat wody. Do gaszenia doskonale nadają się zwilżacze, w tym wodne roztwory środka pianotwórczego. Jeżeli proces palenia przeniósł się w głąb sterty wówczas pozornie ugaszony pożar wznawia się po pewnym czasie, mimo nieustannego działania prądów wody. Należy zatem, za pomocą wideł, bosaków, roztrzaskaczy, rozebrać stertę do podłoża, i po rozrzuconiu w cienkie warstwy na dużej przestrzeni – dogaszać rozproszonymi prądami wody. Przestrzegamy przed wchodzeniem nas stóg. Wypalenia jego wnętrza spowodowane nie tylko zniszczeniami materiału w wyniku pożaru, ale też możliwego samozapalenia, stwarzają niebezpieczeństwo zapadnięcia się. Jeżeli będzie to z jakiegoś powodu konieczne, wówczas ratownik musi być asekurowany linką, a na wierzchu składowiska powinien być ułożony pomost z desek, drabin czy nawet wrót.

Gasząc pożary stogów wolnostojących lub w miejscach omlotów należy ograniczyć możliwość rozchodzenia się pożaru po podłożu. Ze strefy zagrożonej należy usunąć znajdujące się tam maszyny i urządzenia rolnicze.

Podejmowanie gaszenia pojedynczego stogu stojącego samotnie, gdzie nie występuje zagrożenie dla otoczenia, nie zawsze jest ekonomiczne zasadne. Warto rozważyć możliwość sprawowania kontroli nad pożarem i pozwolenia na swobodne wypalenie się stogu.

Specyficznymi pożarami z jakimi możemy się zetknąć są pożary płodów rolnych na pniu. Zboże w okresie dojrzewania stanowi masę materiału łatwopalnego. Pożar rozszerza się szybko obejmując duże przestrzenie, stwarzając zagrożenie dla okolicznych zabudowań, lasów i innych obiektów. W podobnych pożarach łąk giną też ludzie i zwierzyzna. Pożar przebiega z dość wysokim płomieniem i nieregularnie. Niekiedy jest to szybkie przemieszczanie się ognia, niekiedy jego dynamika maleje i jest to dobra sposobność by w tym czasie podjąć działania gasnicze.

Do gaszenia pożarów płodów rolnych na pniu wykorzystać można ciągniki z pługami, wykonując przed czołem pożaru pas szerokości 2 – 3 m. Miejsce podorywki wybieramy w odległościach uzależnionych od szybkości rozprzestrzeniania się ognia. Do likwidowania oddzielnych ognisk poza granicą pasa ornego rozlokowuje się posterunki wyposażone w wiadra z wodą, łopaty

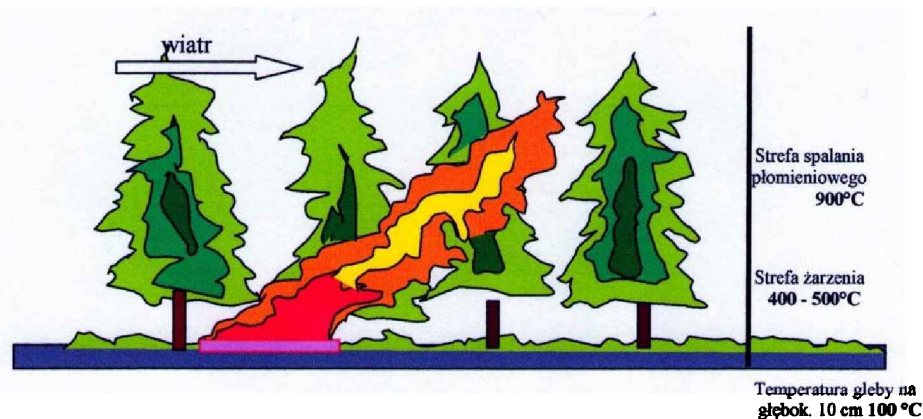
i inny podręczny sprzęt gaśniczy. Na teren objęty pożarem w zasadzie wjeżdżać nie należy, ale jeżeli istnieje możliwość swobodnego dojazdu i manewrowania pojazdem dobre efekty może dać podawanie wody lub piany (bądź wody ze środkiem zmniejszającym napięcie powierzchniowe – najprościej może to być wodny roztwór środka pianotwórczego) z działek samochodów będących w ruchu.

Zwrócić musimy uwagę, że gaszenie pożarów pól rolnych będzie wymagało zużycia dużych ilości wody. Dobre rozpoznanie wodne i organizacja dostarczania wody ma tutaj niebagatelne znaczenie.

Pogorzeliska na terenie wsi muszą być starannie dogaszone i przejrane. Pamiętać należy, że materiał z jakim się stykamy stwarza niebezpieczeństwo wtórnego wznowienia pożaru. Wypalone budynki to groźba zawalenia się elementów budowlanych (ścian, kominów, stropów) i zagrożenia dla ludzi, także w czasie późniejszym. Toteż elementy grożące zawaleniem należy rozebrać lub podstemplować. Przed odjazdem należy wyznaczyć posterunki pogorzeliskowe wyposażone w podręczny sprzęt gaśniczy i zapas wody.

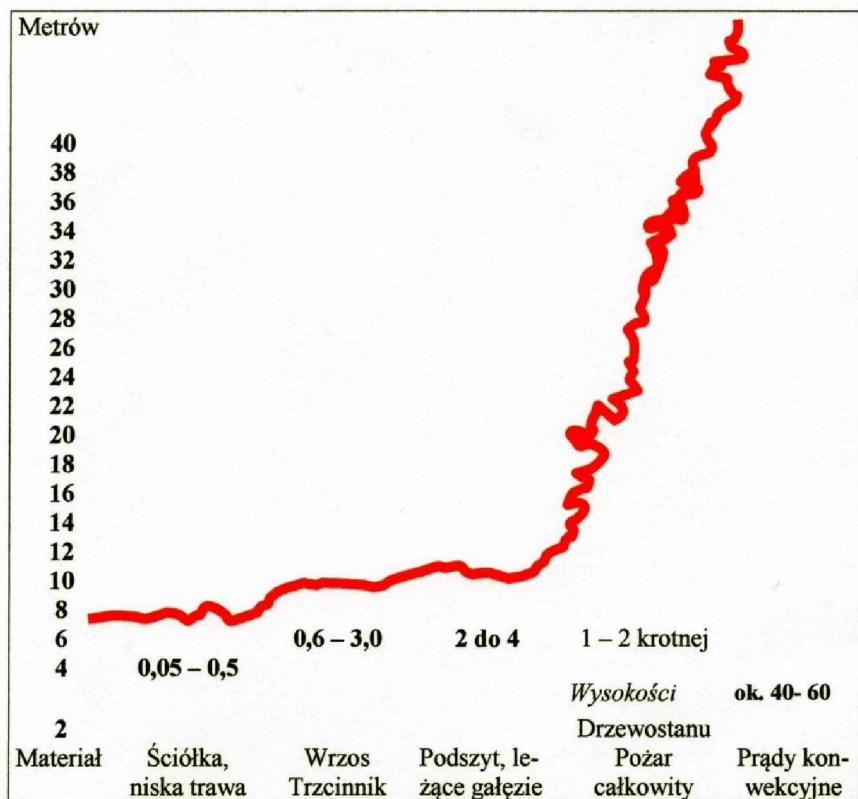
### Lasy i torfowiska

O możliwościach powstania jak i rozwoju pożaru leśnego decydują takie czynniki jak: rodzaj drzewostanu, pora roku, warunki atmosferyczne, drogi dojazdu, możliwość wczesnego zauważenia i alarmowania jednostek ratowniczych itp. Zagrożenie pożarowe wyraźnie wzrasta w okresie wczesnowiosennym i wiosennym oraz w dłuższych okresach posuch. Większe zagrożenie występuje w lasach iglastych, a szczególnie bogatych w żywicę lasach sosnowych, świerkowych, jodłowych i modrzewiowych. Bardzo podatne na zniszczenie są zagajniki i młode drzewostany.



Źródło: Wiler K. *Ochrona lasów przed pożarami*. SAPSP Poznań, 2000, s. 72.

Rysunek nr 3.6. Pionowy rozkład temperatury podczas pożaru lasu



Źródło: Wiler K, .op. cit., s.72.

Rysunek nr 3.7. Wysokość płomieni podczas pożaru lasu

Każdy pożar rozprzestrzenia się z właściwą sobie dynamiką, zależną od nagromadzenia materiału palnego (rodzaj, wiek i gęstość drzewostanu, ściółka, runo leśne, podszyt, drobne gałęzie, powalone pnie itp.), rozkładu i gęstości linii podziału przestrzennego, ukształtowania terenu, temperatury powietrza, wilgotności oraz wiatru, który jeżeli jego prędkość przekroczy 5 m/s będzie czynnikiem dominującym.

Możemy wskazać na następujące rodzaje pożarów leśnych: podpowierzchniowe, pokrywy gleby, upraw, podszytów i podrostów, całkowitego drzewostanu.

Podczas pożarów pokrywy gleby, upraw, podszytów i podrostów (używany bywa też termin „pożary przyziemne”) ich intensywność jest różna i zależy od składu runa, jego wilgotności, warunków meteorologicznych oraz

konfiguracji terenu i wynosi przeciętnie 1 – 5 m / min, a w sprzyjających warunkach może dochodzić do ponad 15 m / min. Płomień na ogół nie jest wysoki i sięga od kilku centymetrów do 2 metrów. Pożar rozprzestrzenia się przeważnie zgodnie z kierunkiem wiatru, przyjmując kształt elipsy. Temperatura osiąga wartość około 400°C, a przy spalaniu się leżaniny ok. 900 - 1000°C.

Pożary całkowite drzewostanu mamy wówczas gdy płomień przesuwają się po konarach drzew przy równoczesnym spalaniu ściółki, igliwia, podrostów. Następuje całkowite zniszczenie drzewostanu. W wyniku wytwarzających się wysokich temperatur (ok. 600 - 800°C) powstają silne prądy powietrzne przyczyniające się do szybkiego rozprzestrzeniania się pożaru, którego temperatura płomieni dochodzi już do wartości 900 - 1000°C. Szybkość rozprzestrzeniania się pożaru waha się w granicach 40 – 400 m/min. Ponieważ czoło płomienia przesuwającego się po konarach drzew znacznie wyprzedza trwający równolegle pożar przyziemny, po przebyciu pewnej odległości intensywność spalania maleje aż do wyrównania się frontów obu pożarów, po czym następuje ponowna intensyfikacja spalania.

Szybko przesuwający się po konarach drzew płomień nie pozwala na całkowite wypalenie substancji lotnych wydzielających się z drzew pod wpływem ciepła. W efekcie występować może bardzo niebezpieczne zjawisko gwałtownego wypalania olejków eterycznych, powodujące wybuchy, rozrzucające głównie i iskry na znaczne odległości, tworzące nowe ogniska pożaru. szybkość rozwoju i rozprzestrzeniania się pożarów leśnych wyraźnie maleje w godzinach wieczornych i nocnych.

W rozpoznaniu należy ustalić:

- miejsce pożaru, jego nasilenie i rozmiary,
- drogi, kierunki i szybkość rozprzestrzeniania się,
- ukształtowanie i zagospodarowanie przestrzenne terenu, mogące stanowić naturalną przeszkodę dla rozszerzania się pożaru i umożliwiającą organizację akcji gaśniczej,
- drogi dojazdu na teren pożaru i dotarcia do jego ognisk,
- czy na terenie pożaru nie występują inne obiekty (leśniczówki, obozy, kolonie itp.), którym pożar może zagrażać,
- możliwość poboru wody dla potrzeb gaśniczych,
- warunki atmosferyczne i ich wpływ na przebieg pożaru (siła i kierunek wiatru, wilgotność zarówno w momencie rozpoczęcia działań jak i prognozy na najbliższy czas).

**Sposób postępowania ratowniczego uzależniony będzie od rodzaju pożaru.**

Pożary podpowierzchniowe – po określeniu ich granic otaczamy je wykopem sięgającym poniżej złoża torfu lub murszu, albo też do warstwy wody podskórnej. Gdy działanie takie jest niemożliwe ograniczamy się do dozoru miejsca pożaru i lokalizowania pojawiających się ognisk zewnętrznych. Dobre efekty przynieść może zastosowanie do gaszenia środków zwilżających.

Pożary pokrywy gleby – przy stosunkowo małym areale (do 1 ha) po początkowym natarciu frontalnym można będzie przejść do gaszenia na całym obwodzie. Przed frontem pożaru można wykonać pas izolacyjny gleby zmineralizowanej, o szerokości 2 – 3 metrów lub podać środki gaśnicze, jak woda ze zwilżaczem bądź ułożyć pas piany ciężkiej.

Pożary upraw, podrostów i podszytów – rozszerzają się ze znaczną szybkością grożąc przekształceniem się w pożar całkowity drzewostanu. Nieduże pożary gasić można sprzętem podstawowym jak szpadle czy motyki, lub też tłumiąc je świeżymi gałęziami drzew liściastych. Przed frontem pożaru wykonać można bruzdy izolacyjne bądź położyć warstwy piany. Do prac można wykorzystać pługi ciągnikowe. Po zabezpieczeniu frontu przejść można do działań oskrzydlających. Największe efekty pracy uzyska się ze stanowisk gaśniczych ruchomych posiadających znaczne zapasy węża, co umożliwi swobodne przemieszczanie się prądownika. Zwrócić należy uwagę na staranne wygaszanie wszystkich ognisk pożaru.

Przy intensywnie rozwijającym się pożarze można podać środki gaśnicze z działek samochodów przemieszczających się celem zbiccia płomieni. Dalsze działania podejmuje się już ze stanowisk naziemnych. Akcja gaśnicza może być wsparta przez samoloty i śmigłowce.

Pożary całkowite drzewostanu – działania gaśnicze opiera się na istniejących naturalnych przerwach na drodze rozprzestrzeniania się pożaru (szlakach komunikacyjnych, kanałach, przecinkach itp.), które należy oczyścić i ewentualnie poszerzyć. Na obszarach gdzie nie ma przerw naturalnych wykonuje się je sztucznie prowadząc wycinkę drzew (bądź ich przewracanie za pomocą ciężkiego sprzętu) w odległości 200 – 250 m przed frontem pożaru. Drzewa należy przewracać w kierunku czoła pożaru. Szerokość przerwy powinna równać się w przybliżeniu wysokości drzew. Jednocześnie wykonuje się pas izolacyjny gleby zmineralizowanej szerokości 1 – 2 m.

Wzdłuż przerwy rozstawia się posterunki (stanowiska gaśnicze), zadaniem których będzie dogaszanie pożaru na pasie izolacyjnym, tłumienie ognisk pożaru powstających w wyniku oddziaływania ogni lotnych.

Przerwę ogniową można wykonać także podając pianę gaśniczą. Prądy piany kierujemy na korony drzew od strony frontu pożaru oraz po drugiej stronie drzew na poszycie leśne na szerokości 5m. Zwilżyć należy pokrywę gleby także w pasie bardziej odległym od przerwy. Natarcie rozpoczynamy od czoła pożaru przemieszczając się stopniowo na jego skrzydła. Wymagana jest duża intensywność podawania środków gaśniczych. Efekty gaśnicze może przynieść tylko równoległe gaszenie koron drzew jak i podszytu.

W praktyce stosuje się natarcie z działek pojazdów będących w ruchu i wprowadzanie do akcji równoległe większych związków taktycznych. W fazie gdy brak jest dostatecznych ilości sił i środków podejmujemy działania opóźniające rozwój i rozprzestrzenianie się pożaru. Zapewniony musi być wówczas kontakt pomiędzy wszystkimi stanowiskami gaśniczymi i stworzona możliwość ich wycofania się.

Po zlokalizowaniu pożaru dogaszenie powinno odbywać się ze stanowisk naziemnych. Kończąc akcję pożarzysko należy otoczyć pasem izolacyjnym o szerokości ponad 2 m. Przez pewien czas utrzymywać należy na nim dyżur zabezpieczający przed ewentualnym wznowieniem pożaru. Pogorzelsko powinno być przekazane protokolarnie administracji leśnej.

## Literatura:

1. Abramowicz M., Adamski R. G., *Bezpieczeństwo pożarowe budynków*. SGSP Warszawa 2002.
2. Bielicki P. P., *Rozpoznanie pożaru*. CSPSP, Częstochowa 2001.
3. Bielicki P. P., *Taktyka działań gaśniczych dla słuchaczy kursu kwalifikacyjnego szeregowych Państwowej Straży Pożarnej*. Warszawa 2004.
4. *Fizykochemia spalania i środki gaśnicze dla słuchaczy kursu kwalifikacyjnego szeregowych Państwowej Straży Pożarnej*. Praca zbiorowa, Warszawa 2005.
5. Konecki M., Król B., Wróblewski D., *Nowoczesne metody działań ratowniczo-gaśniczych*. SGSP, Warszawa 2003.
6. Mizerski A., Sobolewski M., Król B., *Zastosowanie pian do gaszenia pożarów*. SGSP Warszawa 2002.
7. Pulm M., *Błędy w taktyce – duże straty* (tłum. J. Kielin, A. Ludwig). FEiTR Edura, Warszawa 2005.
8. Sitkiewicz J., *Instalacje i urządzenia na gaz płynny*. IW CRZZ, Warszawa 1996.
9. *Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Ochrona przeciwpożarowa. Zbiór przepisów*. Firex Warszawa 2002
10. Wiler K., *Ochrona lasów przed pożarami*. SAPSP, Poznań 2000.
11. Wiśniewski W., *Organizacja i technologia gaszenia pożarów lasu*. SA PSP, Poznań 2001.
12. Wojnarowski A., Obolewicz – Pietrusiak A., *Podstawy ratownictwa chemicznego*. Firex, Warszawa 2001.

## Temat 4

# Sprzęt ochrony dróg oddechowych

### Wstęp

Przez wiele dziesięcioleci jednym z największych zagrożeń dla życia strażaków, podczas gaszenia pożarów, było występowanie tlenku węgla powstającego w trakcie procesu niecałkowitego spalania. Jest to gaz bez zapachu i smaku i nie można go wykryć bez specjalistycznych przyrządów. Blokują on w procesie oddychania możliwość przenoszenia dwutlenku węgla przez krew z komórek do płuc, uniemożliwiając tym samym ich utlenianie.

Obecnie powszechne stosowanie w każdej dziedzinie życia różnorodnych i złożonych związków chemicznych powoduje wydzielanie się podczas każdego pożaru niezwykle niebezpiecznych dla organizmu gazów i dymów zwanych toksycznymi produktami spalania. Dlatego też, w trakcie działań ratowniczych, podczas których posiadamy najmniejsze podejrzenie o występowanie substancji niebezpiecznych, jak również w trakcie działań ratowniczo-gaśniczych podczas czynności, przy których możemy mieć kontakt z produktami spalania (gazy i dymy), niezbędnie koniecznym dla zabezpieczenia życia i zdrowia strażaków jest stosowanie sprzętu ochrony dróg oddechowych.

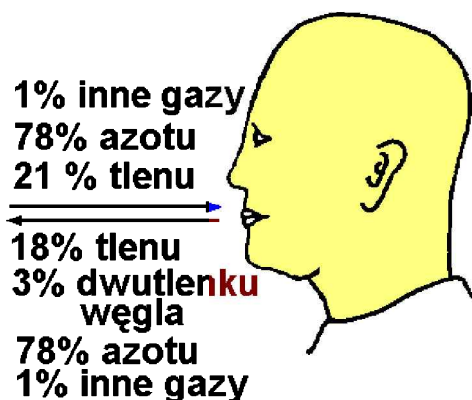
Aparaty oddechowe są sprzętem, od którego bezpośrednio zależy życie i zdrowie strażaka-ratownika. Dlatego też bardzo istotna jest szeroka wiedza o procesie oddychania, budowie i działaniu sprzętu oddechowego oraz zasadach jego użytkowania. Nie mniej ważnym jest stosowanie w praktyce wiedzy o konserwacji sprzętu oddechowego oraz dbania o jego stan techniczny.

Wiedza przedstawiona w poniższym opracowaniu jest podstawą do zrozumienia fabrycznej instrukcji użytkowania i obsługi aparatów oddechowych. Jeżeli jakiegokolwiek informacje dotyczące głównie budowy, zasad eksploatacji i konserwacji umieszczone w instrukcjach obsługi różnią się od informacji umieszczonych w niniejszym opracowaniu, jako obowiązujące należy uznać zapisy instrukcji fabrycznych.



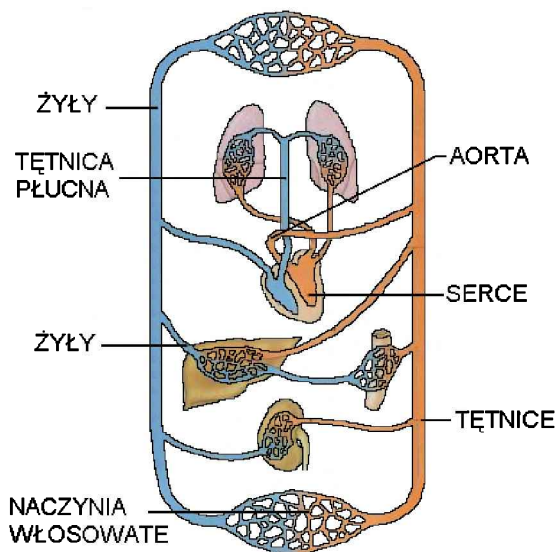
## Proces oddychania

Oddychanie jest to proces pobierania przez organizm człowieka tlenu z powietrza oraz wydzielania dwutlenku węgla powstałego w wyniku zachodzących w organizmie procesów metabolicznych. Dla utrzymania procesów życiowych komórek naszego ustroju niezbędny jest ustawiczny proces wymiany gazowej na poziomie poszczególnych komórek. Rozróżniamy oddychanie zewnętrzne, które związane jest z pobieraniem i wydaleniem powietrza z płuc, oraz oddychanie wewnętrzne, które polega na przenoszeniu tlenu z płuc poprzez układ krwionośny do wszystkich tkanek. Nieprawidłowy proces oddychania lub jego zanik w bardzo krótkim czasie doprowadza do obumierania żywych komórek w organizmie. Najbardziej wrażliwym organem na niedotlenienie jest mózg, w którym już po niespełna 4 minutach od zatrzymania oddechu mogą zachodzić nieodwracalne zmiany, powodując upośledzenie niektórych funkcji życiowych lub śmierć. Aby doprowadzić do wymiany dwutlenku węgla na tlen w poszczególnych komórkach organizmu niezbędnym jest praca dwóch układów. Układu oddechowego, który ma za zadanie wprowadzić świeże powietrze bogate w tlen do płuc i usunąć z nich powietrze z dużą ilością dwutlenku węgla.



Rysunek nr 4.1. Skład powietrza wdychanego i wydychanego

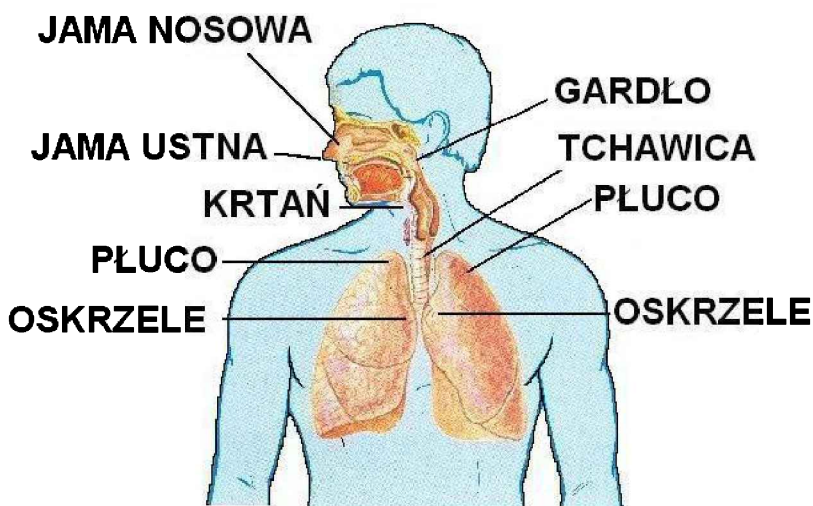
Z płuc, w drugim układzie jakim jest układ krwionośny, tlen jest pobierany przez krew i przenoszony poprzez system tętnic i naczyń włosowatych do wszystkich komórek naszego ciała. Jednocześnie krew odbiera z komórek dwutlenek węgla i odprowadza go do płuc przez system żył. Najważniejszym organem układu krwionośnego jest serce (rys. nr 4.2.) przepompowujące krew w dwóch obiegach – małym, z serca do płuc i z powrotem do serca oraz dużym obiegiem – z serca do wszystkich organów i z powrotem do serca.



*Rysunek nr 4.2. Układ krwionośny*

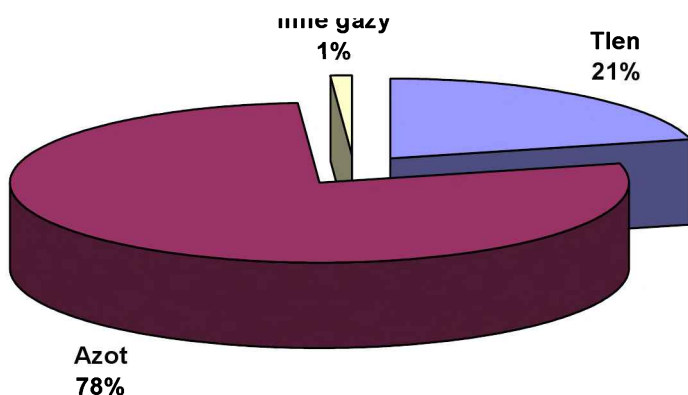
W płucach krew przepływając przez pęcherzyki płucne oddaje do znajdującego się tam powietrza dwutlenek węgla, jednocześnie pobierając tlen. Proces ten ustawicznie się powtarza przez cały okres życia człowieka.

Drogi oddechowe dzielą się na górne i dolne (rys. nr 4.3). Do górnych dróg oddechowych zaliczamy jamę ustną i jamę nosową. Dolne drogi oddechowe składają się z krtani, tchawicy i oskrzeli. Powietrze przechodząc przez górne drogi oddechowe filtruje się, nawilża i ogrzewa, a następnie przez krtani tchawicę oskrzela, które dzielą się na coraz mniejsze oskrzeliki trafiają do pęcherzyków płucnych, w których zachodzi wymiana gazowa z krwią. Pęcherzyki płucne to cienka błona zdolna przepuszczać gaz pokrytą gęstą siatką włosowatych naczyń krwionośnych.



*Rysunek nr 4.3. Układ oddechowy*

Do pomocniczych narządów oddechowych należą między innymi klatka piersiowa oraz mięśnie wdechowe i wydechowe. Podczas wdechu i wydechu mięśnie wdechowe i wydechowe rozszerzają i kurczą klatkę piersiową w trzech wymiarach, powodując zasysanie powietrza do płuc a następnie jego usuwanie. Powietrze składa się głównie z azotu ok. 78%, tlenu 21% oraz śladowych ilości innych gazów takich, jak: dwutlenek węgla, argon, wodór, neon, hel, krypton, ksenon.



*Rysunek nr 4.4 . Skład powietrza*

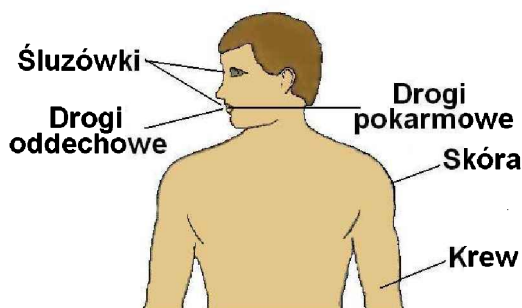
Taki skład powietrza jest naturalną mieszaniną gazów niezbędną do procesów życiowych. Każde odstępstwo ilościowe i jakościowe od tego

naturalnego składu niekorzystnie wpływa na procesy życiowe i może narazić nas na utratę zdrowia a nawet życia. Do najbardziej niekorzystnych zjawisk dochodzi wówczas, gdy w składzie powietrza znajdują się inne związki chemiczne w postaci gazów, par cieczy, pyłów czy aerozoli, których skład może destrukcyjnie wpływać na funkcjonowanie naszego organizmu.

Wśród wielu tysięcy różnych związków chemicznych rozróżniamy takie, które nieznacznie wpływają na rozstrój naszego organizmu oraz takie, których śladowe ilości doprowadzają do śmierci człowieka. Skutki oddziaływania szkodliwych substancji uzależnione są od mechanizmu działania, od jego stężenia oraz czasu, w którym ona oddziałuje na organizm. Każda niebezpieczna substancja posiada określone stężenie, poniżej którego oddziaływanie na organizm nie jest negatywnie odczuwalne. Stężenie takie nazywamy najwyższym dopuszczalnym stężeniem „NDS”. Praca w atmosferze, w której przekroczone są najwyższe dopuszczalne stężenia, jest możliwa tylko przy zastosowaniu odpowiednich środków zabezpieczających organizm przed negatywnym oddziaływaniem substancji na przebiegające procesy wewnątrz naszego ciała. Niebezpieczne substancje mogą się pojawić w powietrzu na skutek awarii przemysłowych, katastrof naturalnych, celowego działania człowieka, niekontrolowanego przebiegu reakcji chemicznych w tym również reakcji spalania, która ma miejsce podczas każdego pożaru. Działalność człowieka prowadzi również do zachwiania równowagi składu chemicznego powietrza. W ostatnich dziesięcioleciach zauważalny jest znaczący wpływ przemysłu oraz spalin z silników samochodowych poprzez wzrost zanieczyszczeń gazowych w tym głównie dwutlenku węgla oraz cząstek stałych na skład powietrza. Jest to zauważalne w wielkich aglomeracjach miejskich w postaci tzw. smogu.

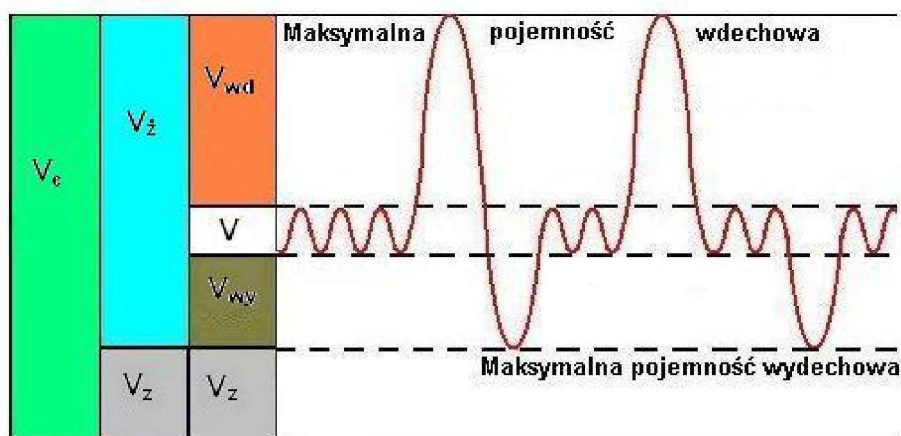
Substancje niebezpieczne które o szkodliwym oddziaływaniu na procesy życiowe do organizmu mogą przenikać poprzez (rys. nr 4.5):

- drogę pokarmową – przy ich spożyciu,
- drogi oddechowe – przy oddychaniu skażonym powietrzem,
- śluzówki – podczas przebywania w skażonej atmosferze,
- krew – przez ugryzienie, wstrzyknięcie lub kontakt uszkodzonej skóry z substancjami szkodliwymi,
- skórę – poprzez oddziaływanie na nieuszkodzoną powierzchnię ciała związków szkodliwych.



*Rysunek nr 4.5. Drogi wnikania substancji niebezpiecznych do organizmu*

W działaniach ratowniczych możemy mieć do czynienia z każdym z wymienionych sposobów wnikania substancji niebezpiecznych do organizmu. Przy zachowaniu jednak najmniejszych zasad bezpieczeństwa takich jak nie spożywanie niczego w strefach skażenia oraz nie uczestniczenie w akcjach w przypadku posiadania otwartych ran oraz uszkodzonego naskórka, faktycznie niebezpieczne są trzy z nich. Związki, które wnikają do organizmu poprzez skórę są niezwykle rzadkie. W takim przypadku stosowane są przez strażaków specjalne bardzo drogie ubrania nazywane gazoszczelnymi. Eliminują one całkowicie jakiegokolwiek kontakt ratownika ze szkodliwymi substancjami znajdującymi się w miejscu działań ratowniczych poprzez stworzenie wewnątrz kombinezonu bezpiecznej atmosfery, dla której barierą ochronną jest powłoka ubrania. Stosowane są one przez strażaków po rozpoznaniu niebezpiecznego środka i posiadaniu wiedzy, że oddziałuje on na skórę, lub dla zachowania maksymalnego bezpieczeństwa, w każdej sytuacji, w której nie posiadamy dokładnej wiedzy, z jaką substancją mamy do czynienia. Pozostałe dwie drogi wnikania substancji niebezpiecznych do organizmu tj. poprzez drogi oddechowe i poprzez śluzówki, które to zagrożenie najczęściej występuje podczas akcji gaśniczych i ratowniczych można wyeliminować poprzez zastosowanie sprzętu ochrony dróg oddechowych. Wynika to z faktu, że maski obecnie użytkowanych aparatów oddechowych obejmują i zabezpieczają oprócz dróg oddechowych również śluzówki, czyli jamę ustną, nos i oczy. Wdech i wydech określa się jako cykl oddechowy. Człowiek dorosły w stanie spoczynku wykonuje przeciętnie 15 – 18 cykli oddechowych na minutę. Podczas każdego cyklu pobiera około 0,5 l powietrza, z czego 0,35 l dostaje się do płuc. Pozostała część zalega w nosogardzieli, krtani, tchawicy i oskrzelach.



Rysunek nr 4.6. Objętość płuc  $V_c$  – pojemność całkowita  $V_z$  – pojemność życiowa,  $V_{wd}$  – zapasowa pojemność wdechowa,  $V_{wy}$  – zapasowa objętość wydechowa,

### **$V_z$ - pojemność zalegająca**

Oprócz normalnego wdechu można przy wdechu maksymalnym wprowadzić dodatkowo do płuc około 2,5 l powietrza (rys. nr 4.6). Objętość tę nazywamy zapasową pojemnością wdechową. Również po wykonaniu normalnego wydechu można dodatkowo usunąć około 1,5 l zużytego powietrza, którą nazywamy zapasową pojemnością wydechową. Wymienione trzy objętości nazywane są pojemnością życiową płuc. Po wykonaniu całkowitego możliwego wydechu w płucach pozostaje około 1 l powietrza, którą to objętość nazywamy zalegającą. Objętość życiowa i zalegająca łącznie określane są jako pojemność całkowita płuc.

Objętość życiowa płuc mierzona jest spirometrem i w zależności od cech indywidualnych waha się w dość szerokich granicach wynosząc przeciętnie 3–7 l.

Objętość (głębokość) wdechów i ich częstotliwość jest uzależniona od bieżącego zapotrzebowania organizmu w tlen i wynika głównie z wykonywanej pracy i stanu emocjonalnego człowieka. Podczas wykonywania pracy organizm reguluje zapotrzebowanie na powietrze i zawarty w nim tlen przez wzmożoną wentylację płuc pogłębiając, a na dalszym etapie przyspieszając cykle oddechowe. Przyspieszony rytm oddychania może zapewnić zwiększoną wentylację płuc tylko do pewnej granicy.

*Tabela nr 4.1. Zapotrzebowanie na powietrze w zależności od wykonywanej pracy*

| <b>Wykonywana czynność</b>   | <b>Wentylacja płuc w l/min</b> |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpoczynek w pozycji leżącej | 6                              |
| Pozycja siedząca             | 7                              |
| Pozycja stojąca              | 8                              |
| Praca lekka - spacer         | 18                             |
| Praca średnio ciężka – marsz | 30                             |
| Praca ciężka – bieg          | 50                             |
| Praca bardzo ciężka          | 100                            |

Znacząco przyspieszony rytm oddychania powoduje po pewnym czasie niedotlenienie organizmu. Zjawisko takie może powstać również w trakcie przebywania w atmosferze o zmniejszonej zawartości tlenu, użytkowania nieprawidłowo działającego sprzętu ochrony dróg oddechowych, zbyt długiego przebywania pod wodą na bezdechu itp. Niedotlenienie powoduje szereg ujemnych objawów. Wrażliwość poszczególnych osób na niedotlenienie uzależniona jest od stanu wytrenowania organizmu przy wykonywaniu czynności. Im kondycja wykonującego pracę jest lepsza i bardziej wytrenowane są wykonywane czynności oraz stan emocjonalny jest niski, zużycie tlenu przez organizm, a tym samym zapotrzebowanie na wentylację płuc, może zmniejszyć się o ponad 60%.

Dla wykonujących czynności w aparatach oddechowych dodatkowym zagrożeniem niedotlenienia organizmu, w szczególności dla osób niewytrenowanych, przy takich czynnościach, są występujące dodatkowe opory wdechu i wydechu. Każdy rodzaj aparatu ochrony dróg oddechowych posiada mniejsze lub większe opory, które dodatkowo muszą zostać pokonane przez mięśnie klatki piersiowej uczestniczące w procesie oddychania. Należy zaznaczyć, że w warunkach naturalnych organizm nie jest w ogóle przyzwyczajony do takiego dodatkowego wysiłku.

*Tabela nr 4.2. Skutki niedotlenienia*

| Okres | Zawartość tlenu<br>w powietrzu wdychanym | Objawy                                                                                                                       |
|-------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 16-12 %                                  | - przyspieszenie tętna<br>- sinica<br>- zaburzenia w koordynacji ruchów<br>- ograniczenia w koncentracji i jasności myślenia |
| 2     | 11-9 %                                   | - przyspieszenie akcji serca<br>- omdlenie<br>- osłabienie<br>- nierównomierny oddech<br>- silne zaburzenia psychiczne       |
| 3     | 9-6%                                     | - nudności<br>- wymioty<br>- omdlenia<br>- śpiączka                                                                          |
| 4     | Poniżej 6 %                              | - bardzo szybki rytm oddechowy<br>- drgawki<br>- porażenie układu oddechowego                                                |

*Uwaga: Dane w tabeli są jedynie orientacyjne - w rzeczywistości skutki niedotlenienia są o wiele bardziej groźne*

Tylko długotrwały trening pozwala na przygotowanie mięśni wdechowych i wydechowych i całego organizmu do skutecznej dłuższej pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych.

Podczas większego zapotrzebowania na wentylację płuc, następuje pogłębienie i przyspieszenie rytmu oddechowego, a w konsekwencji przyspieszenie przepływów powietrza w aparacie i związany z tym dodatkowy wzrost oporu wdechu i wydechu. Efektem może być zmęczenie ośrodka oddechowego powodujące coraz płytsze oddechy, co doprowadza do niedotlenienia organizmu mogącego skutkować porażeniem ośrodka oddechowego.

Podczas nagłego niedotlenienia wywołanego np. brakiem możliwości wykonania cyklu oddechowego dochodzi do nagłej bez jakichkolwiek wcześniejszych symptomów utraty świadomości. Może wówczas wystąpić obrzęk płuc i porażenie ważnych dla życia ośrodków w organizmie.

W trakcie długotrwałego niedotlenienia spowodowanego pracą w aparacie ochrony dróg oddechowych w pierwszym okresie mogą wystąpić apatia lub silne pobudzenie, bezsenność, wzmożone zaufanie we własne siły. W dalszym etapie występuje ból głowy, nudności, zaburzenia psychiczne, sinica, osłabienia, zaniki pamięci, przyspieszona akcja serca, wymioty, zaburzenia w koordynacji ruchów, omdlenia, drgawki i porażenie układu oddechowego.



Oprócz niedotlenienia bardzo istotnym zagrożeniem dla życia strażaków-ratowników jest występujący w środowisku pożaru tlenek węgla. Jest to gaz bez zapachu i smaku i nie można go wykryć bez specjalistycznych przyrządów. Blokują on w procesie oddychania możliwość przenoszenia dwutlenku węgla przez krew z komórek do płuc, uniemożliwiając tym samym ich utlenianie. Objawami zatrucia tlenkiem węgla są bóle i zawroty głowy, zaczerwieniona skóra, pulsowania w skroniach, szum w uszach, wymioty, duszność, zaburzenia słuchu i wzroku, utrata przytomności. W ostrych przypadkach zatrucia tlenkiem węgla jedynym ratunkiem dla poszkodowanych jest szybka transfuzja krwi.

Ponadto w dymie i gazach pożarowych, podczas każdego pożaru, występują bardzo toksyczne substancje. Dlatego też w trakcie działań ratowniczych, podczas których posiadamy najmniejsze podejrzenie o występowanie substancji niebezpiecznych jak również w trakcie działań ratowniczo-gaśniczych podczas czynności, przy których możemy mieć kontakt z produktami spalania (gazy i dymy), niezbędnie koniecznym jest stosowanie sprzętu ochrony dróg oddechowych.

### **Sprzęt ochrony dróg oddechowych**

Sprzęt ochrony dróg oddechowych dzielimy na:

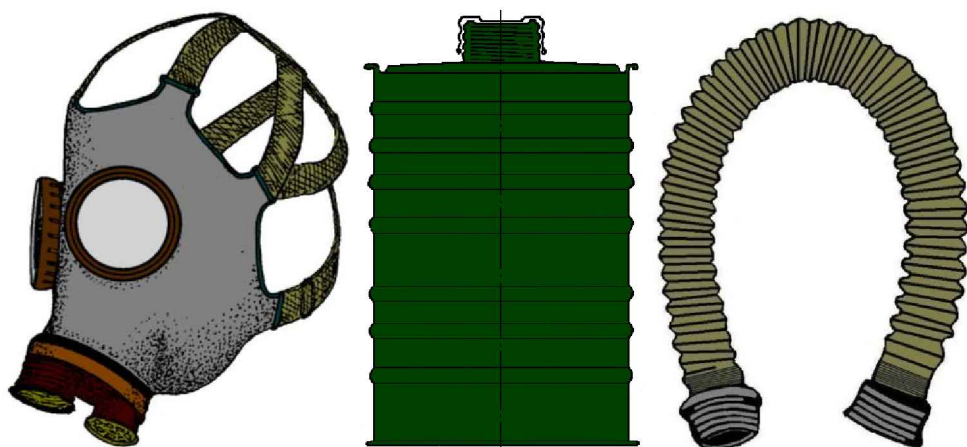
1. Filtracyjny.
2. Izolacyjny.
  - a. z obiegiem zamkniętym (aparaty tlenowe),
  - b. z obiegiem otwartym (aparaty powietrzne),
    - podciśnieniowe,
    - nadciśnieniowe.



*Rysunek nr 4.7. Podział sprzętu ochrony dróg oddechowych*

#### Sprzęt filtracyjny

Sprzęt filtracyjny, który kiedyś był podstawowym sprzętem w strażach pożarnych wykorzystuje możliwość oczyszczania skażonego powietrza w filtropochłaniaczach. Aparat filtracyjny składa się z maski zakładanej na część twarzową głowy lub ustnika z zaciskiem na nos i okularami oraz pochłaniacza i węża (rys. nr 4.7.) przykręconego bezpośrednio do maski lub połączonego z maską za pomocą specjalnej elastycznej karbowanej rury. W takim przypadku pochłaniacz był umieszczony w specjalnej torbie noszonej na ramieniu. Sprzęt ten można stosować jedynie wtedy, gdy w skażonym powietrzu jest wystarczająca ilość tlenu oraz ilość trujących gazów nie przekracza wartości krytycznej (dopuszczalnej).

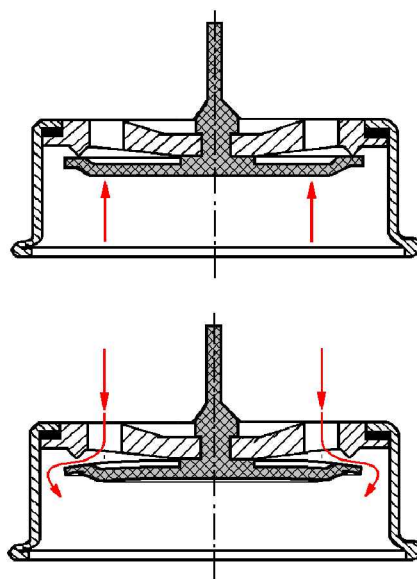


*Rysunek nr 4.8. Sprzęt filtrujący : maska, pochłaniacz, wąż*

Należy mieć na uwadze, że wszelkie zanieczyszczenia powietrza innymi gazami zmniejszają sumaryczną ilość tlenu we wdychanym powietrzu.

W przypadku braku wystarczającej ilości tlenu mimo zastosowania sprzętu, i tak dochodzi do niedotlenienia organizmu ratowników. W przypadku zbyt wysokiego stężenia filtropochłaniacz nie zatrzymuje całkowicie trującego gazu. Pochłaniacze posiadają ograniczony czas ochronnego działania i po pewnym okresie używania, zależnym od czasu pracy i stężenia substancji dochodzi do tzw. przebicia pochłaniacza, co charakteryzuje się brakiem możliwości oczyszczania przepływającego przez pochłaniacz powietrza ze szkodliwego gazu.

Maski stosowane w sprzęcie filtracyjnym są maskami dwudrożnymi co oznacza, że maska posiada dwa gniazda w których znajdują się zawory zwrotne (rys. nr 4.9) wdechowy i wydechowy wymuszające przepływ powietrza tylko w jednym kierunku. Przez pierwsze gniazdo wchodzi powietrze wdechowe z filtropochłaniacza i trafia do płuc, a drugim powietrze wydechowe usuwane jest bezpośrednio na zewnątrz maski do atmosfery.



*Rysunek nr 4.9. Zasada działania zaworu zwrotnego maski oddechowej*

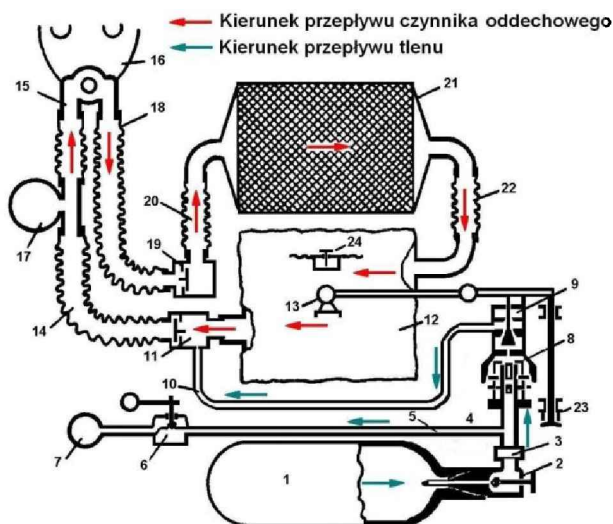
### Sprzęt izolacyjny

Sprzęt izolacyjny całkowicie izoluje drogi oddechowe przed dostępem z zewnątrz jakichkolwiek gazów, par, aerozoli czy pyłów do procesu oddychania.

### Aparaty oddechowe o obiegu zamkniętym

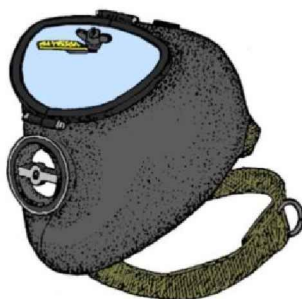
Aparaty oddechowe o obiegu zamkniętym, nazywane inaczej aparatami tlenowymi, wykorzystują występujący w wydychanym powietrzu tlen w ilości 17%.

W aparacie tego typu (rys. nr 4.10) wydychane powietrze, w obiegu całkowicie zamkniętym przed dostępem szkodliwych czynników przewodem [18] przez zawór zwrotny [19], przechodzi poprzez pochłaniacz [21], w którym jest oczyszczane z dwutlenku węgla oraz z pary wodnej pochodzących z procesu oddychania i dalej przechodzi do elastycznego worka [12]. Powietrze, wychodząc z worka przez zawór zwrotny [11], zostaje uzupełnione niewielką ilością tlenu z małej butli tlenowej [1], za pomocą układu dźwigni [13] przez zawór dawkujący [8]. Po czym tak zregenerowane powietrze wraca ponownie przez przewód [14] do maski [16] i do płuc jako pełnowartościowy czynnik oddechowy.



*Rysunek nr 4.10. Schemat działania aparatu tlenowego*

Do aparatów tlenowych używamy masek jednodrożnych (rys. nr 4.11).



*Rysunek nr 4.11. Maska stosowana w aparatach tlenowych*

Z aparatami tlenowymi współpracują maski jednodrożne różniące się od masek dwudrożnych stosowanych przy sprzęcie filtracyjnym tym, że posiadają jedno centralne gniazdo z gwintem do podłączenia aparatu. Nie posiadają one żadnych zaworów, gdyż zawory kierunkujące przepływ powietrza występują w samym aparacie.

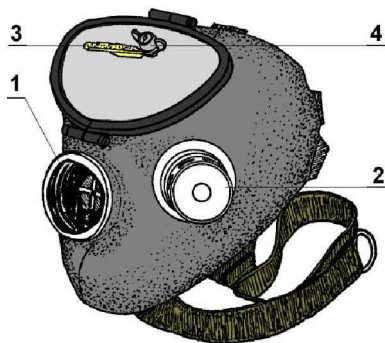
Wadą aparatów tlenowych jest skomplikowana budowa, a także konserwacja i obsługa oraz wysokie koszty eksploatacji. Bardzo niekorzystną cechą z uwagi na komfort użytkowania jest ciągły wzrost temperatury czynnika wdechowego w czasie pracy powodowany egzotermiczną reakcją w pochłaniaczu

dwutlenku węgla; pod koniec pracy, kiedy ratownik jest już zmęczony otrzymuje do oddychania z aparatu bardzo ciepłe powietrze.

Największą zaletą aparatów tlenowych jest czas ochronnego działania, który w standardowej wersji pozwala na czterogodzinne przebywanie w strefie skażenia oraz ich stosunkowo niewielka waga. Z tych powodów aparaty tlenowe używane są powszechnie w ratownictwie górniczym gdzie czasy dojścia przez strefę skażoną do miejsca działań i same czynności ratownicze trwają bardzo długo. W straży pożarnej aparaty tlenowe kiedyś występujące powszechnie, obecnie mają znaczenie marginalne. W Państwowej Straży Pożarnej występują na wyposażeniu w bardzo nielicznych jednostkach i przeznaczone są do działań, w których czasy ochronnego działania aparatów oddechowych na sprężone powietrze są zbyt krótkie. Mają one zastosowanie w ratownictwie chemicznym, podczas pożarów w tunelach, w metrze itp.

#### Aparaty o obiegu otwartym

Od lat sześćdziesiątych XX wieku podstawowym sprzętem ochrony dróg oddechowych w polskich jednostkach straży pożarnych są aparaty oddechowe o obiegu otwartym nazywane inaczej aparatami powietrznymi. W aparatach tego typu czynnikiem oddechowym jest zmagazynowane w butlach (sprężone) pod wysokim ciśnieniem powietrze.



*Rysunek nr 4.12. Maska do aparatu powietrznego typu GSM.*

*1- zawór wlotowy, 2- zawór wylotowy, 3- wycieraczka wewnętrzna szyby,  
4- pokrętło wycieraczki*

Ciśnienie znajdujące się w butli lub w butlach jest redukowane (zmniejszane) do ciśnienia, jakie znajduje się w płucach i poprzez układ węży trafia do maski. Maska dwudrożna w aparatach powietrznych (rys. nr 4.12) jest takiego samego typu jak w sprzęcie filtrującym. Posiada dwa zawory zwrotne wlotowy (wdechowy) i wylotowy (wydechowy), a zużyte powietrze z płuc w trakcie każdego wydechu usuwane jest na zewnątrz maski.



*Fotografia nr 4.1. Współczesny aparat powietrzny*

Rozróżniamy dwa rodzaje aparatów powietrznych:

- aparaty podciśnieniowe,
- aparaty nadciśnieniowe.

Aparat podciśnieniowy charakteryzuje się tym, że w masce takiego aparatu w trakcie wdechu tworzy się podciśnienie w stosunku do otoczenia, które uruchamia mechanizm przepływu powietrza z aparatu do maski i płuc. Podciśnienie to niezbędne do prawidłowej pracy tego typu aparatu jest szkodliwe dla użytkownika, gdyż przy uszkodzeniach (nieszczelnościach) sprzętu lub niedopasowaniu maski do twarzy mogą do niej przenikać w trakcie wdechu szkodliwe substancje z otoczenia.

W aparatach nadciśnieniowych, dzięki specjalnej konstrukcji aparatu i maski w trakcie wdechu w masce panuje bardzo niewielkie nadciśnienie w stosunku do otoczenia. System ten bardzo podnosi bezpieczeństwo podczas pracy w aparacie oddechowym, gdyż nawet przy znacznych nieszczelnościach samej maski jak również połączenia maska - twarz użytkownika nie ma możliwości dostania się do maski nawet śladowych ilości substancji niebezpiecznych. Każdą nieszczelnością powietrze wydostaje się z aparatu na zewnątrz uniemożliwiając w tym czasie przenikanie w kierunku odwrotnym substancji niebezpiecznych. Skraca to czas działania aparatu, jednak całkowicie zabezpiecza użytkownika przed niekontrolowanym wnikiem substancji niebezpiecznych do organizmu.

W obu typach aparatów w trakcie wydechu w masce panuje nadciśnienie.

## Aparaty powietrzne

**Uwaga: Wiadomości przekazane poniżej obejmują zakres ogólnych danych dotyczących budowy konstrukcji użytkowania i konserwacji. Zaznajomienie się z nimi jest podstawą do zrozumienia fabrycznych instrukcji obsługi. Dokładna znajomość instrukcji producenta konkretnego typu aparatu, daje podstawę do jego prawidłowego zastosowania i użytkowania. Jeżeli jakiegokolwiek zapisy instrukcji obsługi w zakresie budowy, użytkowania i konserwacji różnią się od poniższych zapisów, jako obowiązujące należy uznać zapisy instrukcji producenta.**

Zaletami aparatów powietrznych jest ich prosta konstrukcja, obsługa i użytkowanie, niskie koszty eksploatacji, niewielkie opory przepływu powietrza podczas oddychania oraz podawanie w odróżnieniu do aparatów tlenowych przez cały czas pracy chłodnego i świeżego powietrza.

Podstawową wadą aparatów powietrznych jest ich krótki okres ochronnego działania, który standardowo wynosi 25 – 40 minut. Należy jednak zwrócić uwagę, że stan wytrenowania i stan emocjonalny strażaka aż w 60 % ma wpływ na zapotrzebowanie organizmu na powietrze. Dlatego też w tych samych warunkach różnica w czasie używania takiego samego aparatu pomiędzy dwoma osobami wykonujących te same czynności może się różnić nawet dwukrotnie. Drugą z głównych wad aparatu powietrznego jest jego ciężar. O ciężarze aparatu w zasadzie decyduje waga butli na sprężone powietrze. W ostatnich latach z uwagi na rozwój technologii wytwarzania butli wysokociśnieniowych stalowych i kompozytowych posiadają one coraz mniejszą wagę i wada ta jest stopniowo niwelowana.

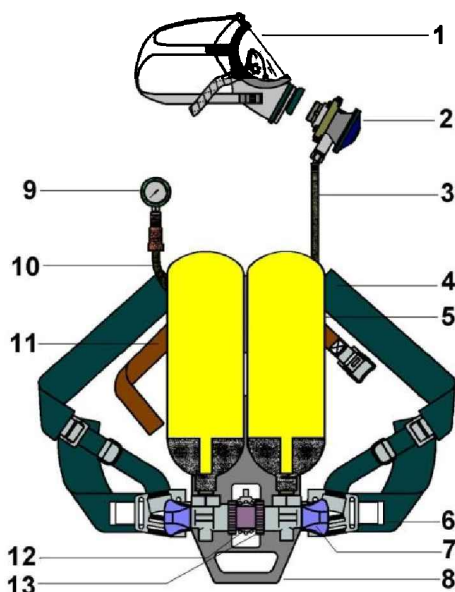
### Budowa aparatu powietrznego

Zasadniczymi częściami aparatu powietrznego są (rys. nr 4.13):

- butla lub butle wysokociśnieniowe ze sprężonym powietrzem [5] wraz z zaworem odcinającym [7],
- reduktor zmniejszający ciśnienie powietrza znajdującego się w butli do ciśnienia umożliwiającego nam oddychanie [12],
- wąż zredukowanego ciśnienia powietrza [3],
- automat oddechowy [2],
- maski dwudrożnej [1],
- stelaża (noszaka) [8] wraz systemem zamocowania butli [11] oraz opcjonalnie pozostałych elementów aparatu, stelaż posiada ergonomicznie wyprofilowane kształty umożliwiające przenoszenie całego aparatu na plecach oraz system pasów [4] nośnych naramiennych i biodrowych [6],



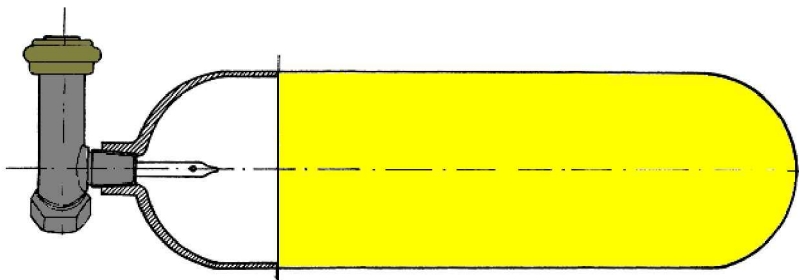
- manometr wskazujący na aktualne ciśnienie znajdujące się w butli [9] na przewodzie wysokiego ciśnienia [10],
- sygnalizator akustyczny [13] informujący użytkownika o kończącym się powietrzu w butli i konieczności opuszczenia strefy skażonej.



*Rysunek nr 4.13. Części składowe aparatu powietrznego*

#### Butla na sprężone powietrze

Pierwszy aparat izolujący wykorzystujący zgromadzone powietrze do oddychania powstał w połowie XIX wieku. Jednak z uwagi na ciężar samej butli ważył on około 40 kg i wystarczał na 15 minut pracy. Powszechne zastosowanie aparatów powietrznych było możliwe po opanowaniu technologii produkcji stalowych butli o stosunkowo niewielkim ciężarze i wytrzymujących duże ciśnienia robocze.



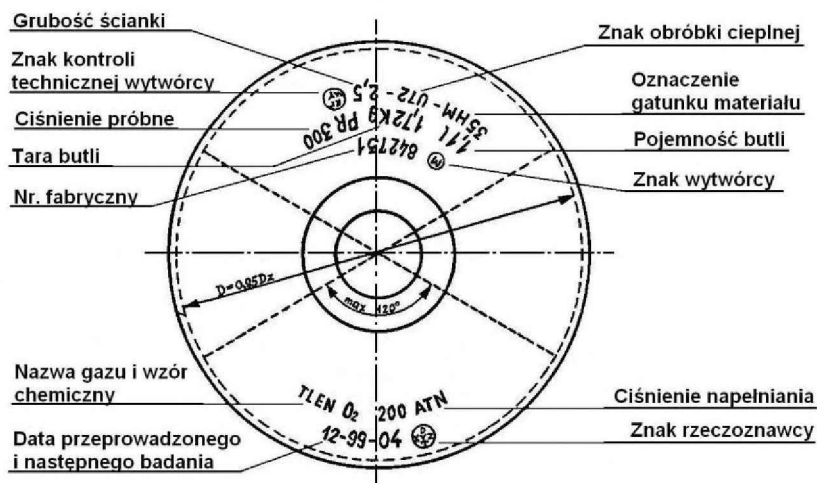
*Rysunek nr 4.14. Butla stalowa na sprężone gazy*

Butle stosowane w aparatach ochrony dróg oddechowych, w górnej części posiadają nagwintowany otwór, w którym znajduje się zawór odcinający ze znormalizowanym gniazdem. Gniazdo posiada gwint przy pomocy, którego możemy podłączyć butle do aparatu lub sprężarki. Butle do aparatów powietrznych posiadają pojemność wodną od 2 do 10 litrów i obecnie napelniane są ciśnieniem 200 lub 300 bar. W starszych wersjach aparatów ciśnienie wynosiło 150 bar. Ciśnienie, do jakiego można naładować butlę w trakcie normalnego użytkowania, uzależnione jest od jej wytrzymałości na rozerwanie. Dla zachowania bezpieczeństwa jest ono o połowę niższe niż ciśnienie rozrywające. Ciśnienie to nazywamy ciśnieniem roboczym butli. Każda butla w górnej części poniżej zaworu posiada trwale oznaczone cechy (rys. nr 4.15), które wskazują między innymi:

- na jaki gaz przeznaczona jest butla,
- jakie jest ciśnienie robocze butli,
- jakie jest ciśnienie próbne butli,
- datę przeprowadzonego i następnego badania technicznego,
- pojemność butli w litrach ( $\text{dm}^3$ ),
- wytwórcę i numer fabryczny,
- dokładną wagę butli.

Najważniejszymi informacjami dla użytkownika jest określenie, do przechowywania jakiego sprężonego gazu butla jest przeznaczona, jakie jest ciśnienie robocze butli, której użytkownik pod żadnym pozorem nie może przekraczać podczas jej napelniania oraz data ważności legalizacji, którą przeprowadza Urząd Dozoru Technicznego. Zabronione jest użytkowanie butli z chwilą utraty ważności jej legalizacji. Butlę taką należy opróżnić pozostawiając niewielką ilość powietrza, wycofać z eksploatacji i oddać do ponownej legalizacji. Butle aparatów powietrznych z reguły malowane były na kolor szary. Obecnie ze względów bezpieczeństwa maluje się je najczęściej na jaskrawy żółty kolor, który ułatwia obserwacje ratowników w zadymionych pomieszczeniach.

Aby zmniejszyć wagę aparatów, o czym decydujące znaczenie ma waga butli na sprężone powietrze, do użytku wprowadzono super lekkie butle stalowe z bardzo wytrzymałych stali stopowych oraz butle kompozytowe.



Rysunek nr 4.15. Cechy trwale oznaczone na butlach

Do produkcji butli kompozytowych stosuje się włókna węglowe. Włókno węglowe charakteryzuje się tym, że posiada kilkukrotnie większą wytrzymałość na rozciąganie niż stal, przy wielokrotnie mniejszej wadze. Na specjalnej formie włókno węglowe układa się pod różnymi kątami w kolejnych warstwach, a całość zespala żywicami łącznie z aluminiowym wewnętrznym zbiornikiem i główką butli, w którą później wkręcany jest zawór odcinający. Na fotografii nr 4.2. widoczne są układane wielowarstwowo włókna węglowe w butli kompozytowej.



Fotografia nr 4.2. Butla kompozytowa

Wykorzystując małą wagę butli kompozytowych można zespolic łącznikiem dwie lub więcej butli uzyskując aparat o bardzo dużym czasie

ochronnego działania (fot. nr 4.3). Aparaty tego typu zastępują obecnie i tak już nieliczne aparaty tlenowe, które stosuje się ze względu na ich długi czas działania. Wadą takich butli jest ich wrażliwość na uszkodzenia mechaniczne. Dlatego też dla ochrony w trakcie użytkowania zakłada się na nie specjalne miękkie osłony zabezpieczające je przed uderzeniami i zadrapaniami o ostre i twarde przedmioty. Masa butli kompozytowych jest ponad 50% mniejsza od butli stalowych.



*Fotografia nr 4.3. Aparat powietrzny o długim czasie ochronnego działania*

#### Zawór odcinający

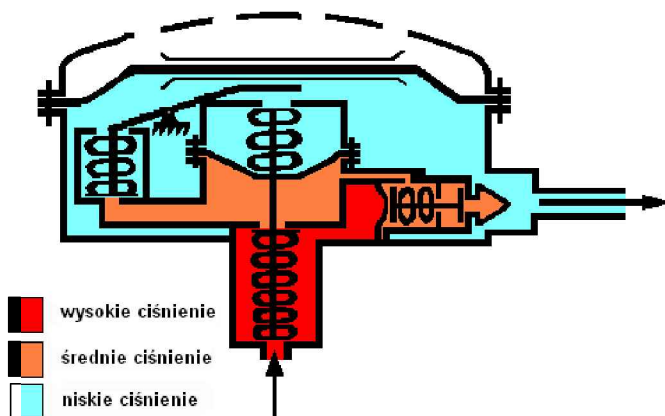
Zawory odcinające wkręcane do butli mają konstrukcję wrzecionową i otwierają się poprzez wielokrotny obrót pokrętkiem wrzeciona, które powoduje odsunięcie się od gniazda grzybka zaworu. W starszych typach aparatów zawory wrzecionowe odkręcamy aż do oporu a następnie obracamy je o  $\frac{1}{4}$  obrotu z powrotem. Niektórzy producenci zalecają przy otwieraniu zaworu jedynie dwukrotny pełny obrót pokrętki zaworu. Dla uniemożliwienia zbyt mocnego zakręcenia lub odkręcenia zaworu firmy stosują obecnie na pokrętkach gumowe osłony, które posiadają sprzęgło poślizgowe uniemożliwiające przeniesienie zbyt dużej siły na wrzeciono.

#### Reduktor

Reduktor ma za zadanie zmniejszyć (zredukować) ciśnienie powietrza znajdujące się w butli do ciśnienia, jakie znajduje się w płucach. Reduktor łączy się do butli przy pomocy standardowego znormalizowanego gniazda. Z uwagi na różne ciśnienia, do których można ładować butle 200 i 300 bar również i reduktory przygotowane są do pracy w dwóch zakresach ciśnień. Podczas podłączania

reduktora do butli należy stosować reduktory odpowiednie dla ciśnienia, jakie znajduje się w butlach. Redukowanie ciśnienia może się odbywać jednoetapowo z ciśnienia, jakie panuje w butli do ciśnienia atmosferycznego. Reduktor taki nazywamy reduktorem jednostopniowym. Z uwagi na wady takiego rozwiązania w użytkowanych aparatach stosuje się reduktory dwustopniowe. Oznacza to, że ciśnienie redukowane jest dwukrotnie (rys. nr 4.16).

Powietrze z butli przez zawór i łącznik (występuje wyłącznie w zestawach dwu i więcej butlowych) przechodzi do reduktora zgodnie z kierunkiem [1]. W pierwszym etapie (pierwszy stopień redukcji) powietrze pod ciśnieniem, jakie panuje w butli przechodzi przez zawór redukcyjny pierwszego stopnia [2] do komory średniego ciśnienia, gdzie oddziałując na membranę [5] zamyka zawór reduktora pierwszego stopnia.



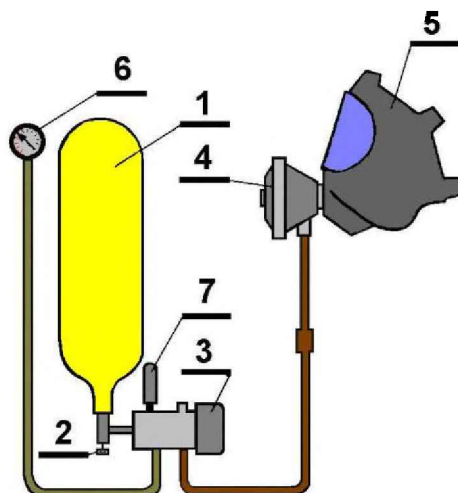
*Rysunek nr 4.16. Reduktor dwustopniowy o stopniach połączonych aparat AP 3.  
1 - wlot powietrza z butli, 2 - zawór redukcyjny pierwszego stopnia, 3 - membrana zamykająca wylot średniego ciśnienia do sygnalizatora akustycznego, 4 - gwizdek sygnalizatora akustycznego, 5 - membrana otwierająca zawór reduktora pierwszego stopnia, 6 - zawór redukcyjny drugiego stopnia, 7 - dźwignia otwierająca zawór reduktora drugiego stopnia, 8 - membrana działająca na dźwignę otwierającą zawór reduktora drugiego stopnia, 9 - wylot powietrza o zredukowanym ciśnieniu do maski.*

Działanie membrany i parametry dwóch sprężyn uniemożliwiają powstanie większego ciśnienia w komorze średniego ciśnienia niż ustalone przez producenta. Wielkość ta ma stałą wartość, która w różnych typach aparatów wynosi 5 – 11 bar.

Ciśnienie to nazywane jest ciśnieniem średnim. W drugim etapie (drugi stopień redukcji), aby uzyskać przepływ przez reduktor drugiego stopnia należy w komorze niskiego ciśnienia wytworzyć podciśnienie przez próbę wdechu.

Ciśnienie atmosferyczne działając na membranę [8] od zewnątrz powoduje jej ugięcie i nacisk na dźwignię [7], która powoduje otwarcie zaworu redukcyjnego drugiego stopnia. Zawór ten jest tak długo otwarty, aż w komorze niskiego ciśnienia nie zaniknie podciśnienie związane z końcem cyklu wdechu.

Wydostające się powietrze z reduktora drugiego stopnia przy braku jego odbioru przez płuca, odpycha membranę [8], co umożliwia sprężynie zamknięcie zaworu redukcyjnego drugiego stopnia [6]. Działanie ciśnienia atmosferycznego na membranę [8] pozwala na redukowanie ciśnienia dokładnie do ciśnienia atmosferycznego. Przedstawione rozwiązanie spotykane jest w starszych typach aparatów, w których oba stopnie redukcji znajdują się w jednej obudowie. Taki reduktor nazywamy dwustopniowym o stopniach połączonych. Rozwiązanie takie posiada aparat powietrzny typu AP-3 z Fabryki Sprzętu Ratunkowego FASER, charakteryzuje się tym, że reduktor I-go i II-go stopnia znajdujący się w jednej obudowie przykręcony jest do gniazda butli, a pomiędzy nim a maską występuje gruby odcinek karbowanego elastycznego węża. Duża średnica węża doprowadzającego powietrze z reduktora do maski ma zmniejszyć opory przepływu powietrza zmniejszając opory całkowite wdechu. W chwili obecnej, z uwagi na mniejsze opory wdechu powszechnie stosuje się rozwiązanie polegające na rozdzieleniu reduktora pierwszego i drugiego stopnia (rys. nr 4.17 i fot. nr 4.4). Reduktor pierwszego stopnia [3] zawsze umieszczony jest przy zaworze odcinającym [2] znajdującym się na butli sprężonego powietrza [1], a reduktor drugiego stopnia [4] usytuowany jest przy masce [5]. Łączący te dwa stopnie redukcji stosunkowo cienki wąż ciśnieniowy spełnia rolę komory średniego ciśnienia.



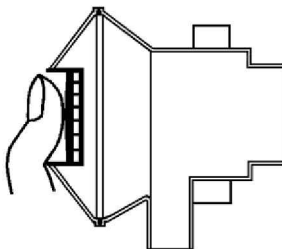
*Rysunek nr 4.17. Aparat powietrzny z reduktorem o stopniach rozdzielonych*

Rozwiązanie to eliminuje opory wdechu, jakie powstają przy reduktorach o stopniach połączonych podczas przepływu powietrza przez wąż karbowany z reduktora drugiego stopnia do maski. Drugi stopień redukcji umieszczony jest w puszcze i dołączany przy pomocy znormalizowanego gwintu lub szybkozłącza do maski. Nazywany on jest automatem oddechowym, gdyż to jego konstrukcja umożliwia uruchamianie za pomocą podciśnienia wdechowego wywołanego przez mięśnie klatki piersiowej odpowiednich zaworów i przepływ powietrza z aparatu do maski.



*Fotografia nr 4.4. Reduktor dwustopniowy o stopniach rozdzielonych.*

W większości konstrukcji automaty oddechowe posiadają dodatkowy przycisk, który umożliwia ręczne przesterowanie poprzez nacisk na membranę zaworu reduktora drugiego stopnia (rys. nr 4.18) i uruchomienie przepływu powietrza (płukania) do maski bez wytwarzania podciśnienia w płucach.



*Rysunek nr 4.18. Przycisk aparatu oddechowego, który umożliwia uruchomienie przepływu powietrza do maski.*

Takie rozwiązanie jest korzystne dla użytkownika gdyż przy skrajnym wyczerpaniu organizmu, można podawać do płuc powietrze bez żadnego oporu wdechu. Ma również swoje uzasadnienie przy konserwacji i obsłudze aparatu dla usunięcia powietrza z aparatu.

#### Sygnalizator akustyczny:

Sygnalizator akustyczny z reguły jest zespolony z zaworem redukcyjnym pierwszego stopnia i ma za zadanie informowanie użytkownika o kończącym się zapasie powietrza w butli. Załącza się on samoczynnie, jeżeli ciśnienie w butli lub w butlach spadnie do wartości poniżej 40 – 60 bar w zależności do typu aparatu. Podstawowym zadaniem sygnalizatora jest ostrzeżenie użytkownika, że musi on już przystąpić do opuszczania strefy skażonej (strefy pożaru), aby po wyczerpaniu się powietrza w butli nie zostać zaskoczonym nagłym zaprzestaniem podawania przez aparat powietrza. Sygnalizator zużywa dodatkowe ilości powietrza i skraca czas ochronnego działania aparatu, jednak spełnia bardzo ważną rolę podnosząc bezpieczeństwo użytkowania aparatów oddechowych. Bardzo głośny sygnał akustyczny nie może zostać niezauważony przez użytkownika i innych ratowników w strefie skażonej jak i poza tą strefą. W nowoczesnych rozwiązaniach sygnalizator działa inżektorowo co oznacza, że do wytworzenia sygnału nie jest potrzebny dostęp powietrza z zewnątrz. Wpływa to na niezawodność jego działania.



### Manometr

Każdy aparat posiada możliwość sprawdzenia ciśnienia powietrza znajdującego się w butli lub butlach. Przy pomocy wskaźnika zwanego manometrem można sprawdzić przy zakładaniu aparatu czy aparat jest naładowany a w trakcie działań umożliwia w czasie rzeczywistym monitorowanie bieżącego zużycia, powietrza co pozwala na ocenę wielkość zapasu powietrza jaki jeszcze posiadamy w butli.

Informacja ta jest podstawą dla oceny przez ratownika jak długo może on jeszcze pozostawać w strefie skażenia. Manometr do aparatu umocowany jest bezpośrednio do reduktora pierwszego stopnia i po odkręceniu zaworu odcinającego mierzy ciśnienie w butlach.



*Fotografia nr 4.5. Różnego typu manometry stosowane w aparatach powietrznych*

Dla przeniesienia manometru w pole widzenia ratownika znajdującego się w masce umieszczony on jest zawsze na odpowiedniej długości wężu wysokociśnieniowym sytuującym go w czasie pracy z przodu ratownika na wysokości piersi. Aby nie zaczepiał się i nie przeszkadzał podczas poruszania, z reguły umocowany jest przy pomocy specjalnego zapięcia do jednego z pasów nośnych naramiennych aparatu. Tarcza manometru jak i wskazówka pokryte są substancją fluorescencyjną, co ułatwia obserwację jego wskazań w ciemnościach. Obecnie coraz częściej stosuje się wskaźniki ciekłokrystaliczne informujące o ciśnieniu i innych parametrach pracy aparatu.

### Zintegrowany czujnik kontrolny

Niektóre typy aparatów zamiast sygnału akustycznego, oraz manometru posiadają zintegrowany czujnik kontrolny, który spełnia jednocześnie funkcję manometru (fot. nr 4.6.) wskazując na wyświetlaczu rzeczywiste ciśnienie w butli, funkcję sygnalizatora akustycznego, który podaje trzystopniowy sygnał przy spadku ciśnienia do 150, 100 i 60 bar. Ponadto wskazuje on temperaturę otoczenia, pozostały czas pracy aparatu. Czujnik spełnia również rolę czujnika bezruchu.



*Fotografia nr 4.6. Widok zintegrowanego czujnika kontrolnego*

Bardzo ciekawym rozwiązaniem jest umieszczenie zintegrowanego czujnika kontrolnego, w formie przypominającej zegarek na przedramieniu strażaka, który komunikuje się ze specjalną przystawką umieszczoną na aparacie bezprzewodowo. Unika się w takim rozwiązaniu kłopotliwego w użyciu manometru umieszczonego na sztywnym przewodzie wysokiego ciśnienia. Poza wskazaniem ciśnienia w butli spełnia on również rolę sygnalizatora akustycznego (fot. nr 4.7).

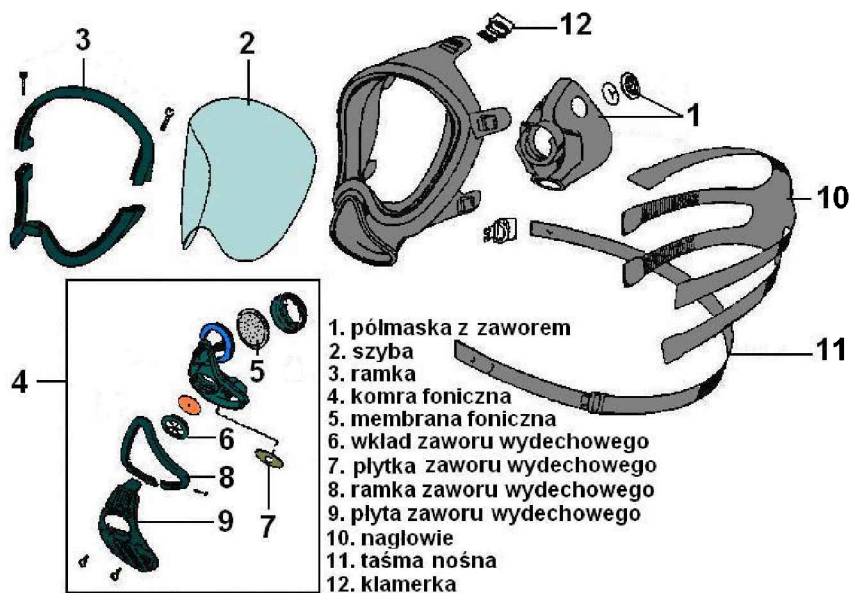


*Fotografia nr 4.7. Bezprzewodowy zintegrowany czujnik kontrolny*

## Maska

W aparatach powietrznych stosowane są maski dwudrożne. W pierwszych aparatach oddechowych na sprężone powietrze stosowane były maski stosowane wcześniej w sprzęcie filtrującym. Zasada działania maski w obu typach sprzętu jest identyczna. Z tego też powodu gniazda maski dwudrożnej wyposażone są w taki sam gwint jak pochłaniaczach oraz w aparatach powietrznych.

Maska dwudrożna posiada dwa kanały wlotowy i wylotowy. W obu zamontowane są zawory zwrotne umożliwiające przepływ powietrza w każdym kanale tylko w jednym kierunku. Zawory kierunkowe otwierają się w taki sposób, że przy wdechu zawór wlotowy otwiera się a zawór wylotowy zamyka. Przy wydechu odwrotnie: zawór wlotowy zamyka się, a zawór wylotowy jest otwarty. Kanał wlotowy połączony jest z aparatem, a przez kanał wylotowy powietrze usuwane jest bezpośrednio na zewnątrz maski. Zawory zwrotne są różnej konstrukcji w różnych typach masek.



*Rysunek nr 4.19. Części składowe maski*

Z reguły są to cienkie listki z miękkiej gumy umieszczone w gnieździe odchylające się od gniazda pod wpływem przepływającego powietrza oraz uszczelniające się w gnieździe pod wpływem różnicy ciśnień. Obecnie nowoczesna maska składa się z bardzo wielu części (rys. nr 4.19) jednak jej zasadniczymi elementami są: korpus z wyprofilowanego płata gumy osłaniającego całą twarz, szyby, gniazdo do podłączenia aparatu, kanał wylotowy, zawory zwrotne,

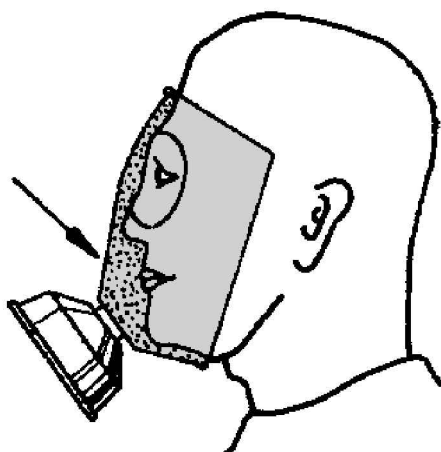
komora foniczna oraz taśmy nagłowia służące do docisnięcia maski do twarzy i jej uszczelniania. W niektórych typach nowych masek stosuje się możliwość przypinania maski bezpośrednio do hełmu, gdyż taśmy maski utrudniają zakładanie i użytkowanie hełmów (fot. nr 4.8). Muszą to być jednak maski dostosowane do konkretnego typu hełmu. Dlatego planując kompleksowy zakup sprzętu ochronnego należy przewidywać zakup u jednego producenta aparatu łącznie z maską i hełmem oraz system fonii kompatybilny z radiotelefonem i pozostałymi elementami aparatu.



*Fotografia nr 4.8. Mocowanie maski bezpośrednio do hełmu*

Należy dodać, że nowe typy hełmów posiadają szybką i łatwą możliwość regulacji wewnętrznego czepca, co znacząco niweluje te niedogodność. Konstruktorzy masek starają się, aby maska była jak najbardziej zbliżona do twarzy, gdyż pomiędzy twarzą a maską tworzy się tzw. objętość martwa (rys. nr 4.20).

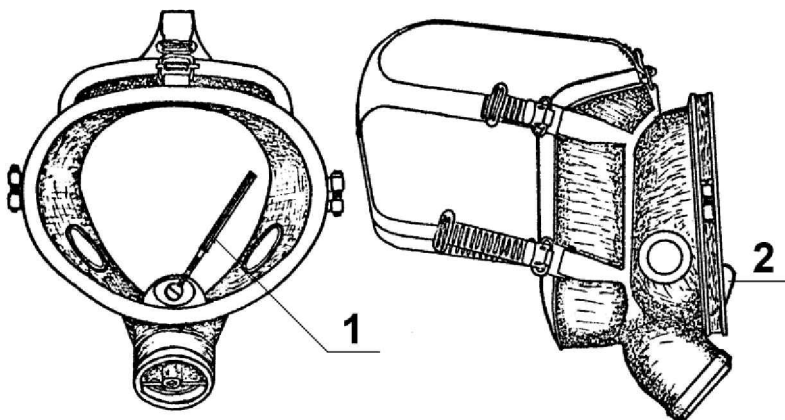
Objętość martwa maski to przestrzeń, w której podczas wydechu gromadzi się zużyte powietrze, a które podczas wdechu jest ponownie zasysane do płuc. Zjawisko to jest bardzo niekorzystnie wpływa na skuteczność wentylowania płuc i zmniejsza wydolność pracujących w sprzęcie ratowników.



*Rysunek nr 4.20. Objętość martwa maski*

Większość obecnie stosowanych masek posiada wewnątrz zamontowaną tzw. półmaskę dodatkowo zasłaniającą usta i nos dzieląc jednocześnie wnętrze maski na dwie komory. Półmaska wydatnie zmniejsza objętość martwą, w której gromadzi się powietrze zużyte przez organizm podczas wydechu.

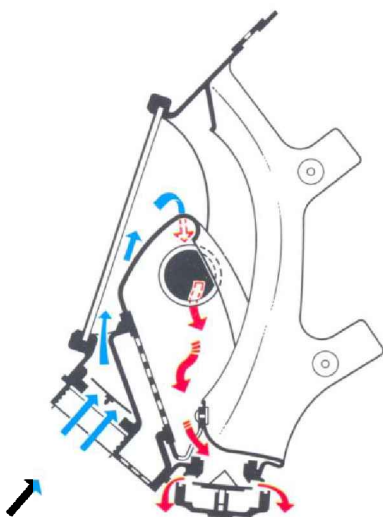
Dużym utrudnieniem w czasie pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych jest parowanie wewnętrznej strony okularów lub szyby. Przez wiele lat stosowano maski serii GS oraz MG (rys. nr 4.21) produkowane przez zakłady FASER, które posiadały specjalną wycieraczkę [1] zamontowaną bezpośrednio w otworze znajdującym się w zależności od typu maski w górnej lub dolnej części w szyby.



*Rysunek nr 4.21. 1 - wewnętrzna wycieraczka, 2 - pokrętło wycieraczki.*

Pomysł przeniesiony z wycieraczki samochodowej spełniał swoje zadanie i można było przy jej pomocy przetrzeć zaparowaną od wewnątrz szybę jednak podczas wyteżonej pracy strażak musiał często poruszać pokrętle [2] znajdującym się na masce. Szczególnie trudne jest to podczas pracy w rękawicach ochronnych, a niemożliwe w trakcie pracy, podczas której strażak ma zajęte obie ręce.

W obecnych maskach stosuje się ukierunkowanie nawiewu świeżego powietrza wpływającego prosto z aparatu bezpośrednio na wewnętrzną stronę szyby maski, co osusza ją i zapobiega jej parowaniu (rys. nr 4.22).



*Rysunek nr 4.22. Przepływ powietrza przez maskę*

Dodatkowo zastosowanie wewnętrznej półmasksi eliminuje kontakt z chłodną szybą bardzo wilgotnego powietrza wydechowego ograniczając zaparowanie szyby.

Niektóre maski produkowane są w dwóch, trzech lub w większej ilości rozmiarów. Bardzo wówczas istotnym jest dobranie odpowiedniej maski do cech anatomicznych twarzy konkretnego strażaka. Używanie przez ratownika okularów znacząco ogranicza możliwość uszczelnienia maski do twarzy i uniemożliwia użytkowanie aparatu oddechowego. W takich okolicznościach należy korzystać ze szkieł kontaktowych, używać specjalnych cienkich drucianych oprawek okularów lub używać specjalnych szkieł korekcyjnych wmontowanych do wnętrza maski (fot. nr 4.9). Szkła takie dostarczane są dodatkowo na zamówienie przez firmy produkujące maski.

**Uwaga: Noszenie przez strażaków brody a w mniejszym stopniu wąsów, utrudnia, a w wielu sytuacjach uniemożliwia, bezpieczną pracę w sprzęcie ochrony dróg oddechowych.**



*Fotografia nr 4.9. Okulary montowane w masce*

Oprócz gwintowych połączeń maski z aparatem obecnie wiele firm produkujących aparaty dotyczy to w szczególności aparatów nadciśnieniowych stosuje szybkozłącza o różnej konstrukcji. Ułatwia to użytkowanie aparatu jednak uniemożliwia wymiennie zastosowanie maski jednej firmy do innego typu aparatu.

#### Aparaty z dodatkową maską ewakuacyjną

Niektóre typy aparatów powietrznych przystosowane są do ewakuacji osób poszkodowanych znajdujących się w strefie skażenia. Aparaty te na wężu średniego ciśnienia posiadają specjalny łącznik, do którego można podłączyć dodatkowy wąż odbierający z aparatu część powietrza. Wąż ten zakończony jest dodatkowym automatem oddechowym wraz z dodatkową maską.





*Fotografia nr 4.10. Systemy ewakuacji osób:  
z maską pełnotwarzową z lewej i kapturem z prawej*

System ten umożliwia jednocześnie oddychanie z jednego aparatu przez dwie osoby: ratownika oraz poszkodowanego wyprowadzanego ze strefy. Nie posiadając takiego aparatu ratownicy ratując osoby znajdujące się w strefie skażenia często zdejmowali i podawali im swoją maskę, narażając jednocześnie siebie na ryzyko utraty zdrowia i życia.

### Stelaż

Stelaż nazywany także noszakiem to konstrukcja, do której mocuje się butle oraz pozostałe elementy aparatu (fot. nr 4.11.). Posiada on taśmy nośne, które umożliwiają przenoszenie całego aparatu na ramionach lub w niektórych typach aparatów na pasie. Kształt stelaża jest ergonomicznie dopasowany do kształtu pleców w taki sposób, aby ciężar aparatu przez stelaż przenosić na biodra ratownika. Oprócz pasów naramiennych z reguły posiada on również pas biodrowy a w niektórych rozwiązaniach również i piersiowy służący do bardziej ścisłego zespolenia aparatu z ratownikiem. Dobrze umocowanie aparatu przez system szelek ogranicza możliwość niekontrolowanego przesuwania się całego aparatu na plecach przy szybkich ruchach lub zmianie pozycji. Stelaż wykonany jest z tworzyw sztucznych lub z blaszanej wytłoczki oraz materiałów włókienniczych służących do mocowania butli i osprzętu składającego się na aparat.





*Fotografia nr 4.11. Stelaż aparatu powietrznego*

Od ergonomicznych cech tego elementu aparatu zależy komfort noszenia aparatu. Ma to wpływ na zmęczenie ratownika, jak również na wydolność jego organizmu. Stelaż może być przystosowany do przenoszenia butli sprężonego powietrza zaworem umieszczonym do góry jak również zaworem do dołu. Może mieć również możliwość przenoszenia pojedynczej butli jak również jednocześnie dwóch butli zespolonych łącznikiem, celem zwiększenia ilości zgromadzonego powietrza w aparacie. Niektóre konstrukcje stelaży pozwalają na uniwersalne mocowanie jednej lub dwóch butli różnej wielkości. W starszych konstrukcjach mocowanie butli odbywało się za pomocą stalowych obejm oraz nakrętek stalowych. W nowszych konstrukcjach stosuje się elastyczne zapięcia przy pomocy szybkozłączy lub nawet za pomocą zapiek typu rzep. Stelaż posiada zazwyczaj jeden lub więcej uchwytów do przenoszenia aparatu.

## **Eksploatacja aparatów powietrznych**

### Zamrożenie reduktora

Wadą reduktorów w aparatach powietrznych jest możliwość zamrożenia wewnętrznych części reduktorów. W czasie sprężania powietrze, a także i butla ulega samoczynnemu nagrzaniu, w procesie odwrotnym rozprężania w reduktorze zawsze występuje spadek temperatury. Im przepływ powietrza przez reduktor jest większy, tym niższa jest jego temperatura. Wielkość spadku temperatury uzależniona jest od ilości zużywania powietrza przez użytkownika w jednostce czasu i możliwości doprowadzania ciepła z otoczenia. Dodatkowo, do jakiej

temperatury ochłodzi się reduktor uzależnione jest to od jego konstrukcji i zastosowanych materiałów. Dlatego też potocznie mówimy o wrażliwości reduktorów różnych typów i firm na zamrożenie. Przy dużych przepływach redukowanego powietrza możliwy jest spadek temperatury do wartości ujemnych poniżej 0°C. Widocznym tego objawem jest występujący szron na zewnętrznych częściach zaworów i reduktorów. Nie świadczy to o awaryjnym stanie pracy aparatu jednak przy nieprawidłowym naładowaniu butli powietrzem o dużej wilgotności może to doprowadzić do pojawienia się również lodu wewnątrz reduktora. Prowadzi to do wzrostu oporów oddechowych, a nawet całkowitego zablokowania przepływu powietrza przez reduktor i nagłego zaprzestania podawania powietrza do maski aparatu. W instrukcjach użytkowania aparatów jako jeden z podstawowych parametrów, podaje się zakres temperatury górny i dolny, w jakim można stosować dany typ reduktora.

#### Czas ochronnego działania aparatu powietrznego

Do aparatów oddechowych w jednostkach straży użytkowane są butle o pojemnościach wodnych 2,6 oraz 4; 6; 6,8; 8 i 10 l. Pojemność użytkowa butli to ilość powietrza, która może być przechowywana pod ciśnieniem roboczym w butli. Pojemność użytkową oblicza się przez pomnożenie pojemności wodnej w  $\text{dm}^3$  przez ciśnienie robocze butli w barach. Ostateczny wynik mówiący o ilości powietrza, którą będziemy mogli wykorzystać w trakcie działań otrzymujemy w litrach. Jeżeli aparat posiada dwie lub więcej butli, należy pojemności dodać do siebie. Dla przykładu butla o ciśnieniu roboczym 300 bar i pojemności wodnej 7 litrów posiada pojemność użytkową sprężonego gazu:

$$V = V_b \times p_b = 7 \times 300 = 2100 \text{ litrów}$$

Dla obliczenia czasu ochronnego działania należy całkowitą ilość użyteczną powietrza w butli lub w butlach podzielić przez zapotrzebowanie powietrza podczas pracy według tabeli nr 4.1.

Dla pracy średnio ciężkiej zapotrzebowanie na powietrze wynosi 30 l/min dlatego ilość 2100 litrów należy podzielić przez 30, co daje wynik 70 min. Jednak każdy aparat powietrzny posiada zabezpieczenie w postaci sygnalizatora akustycznego, który włącza się przy około 50 bar i tego powietrza, które służy nam wyłącznie do opuszczenia strefy nie wliczamy do czasu ochronnego działania. Dlatego też od pojemności użytkowej należy odjąć ilość powietrza, która znajduje się jeszcze w butli przy ciśnieniu 50 bar tj.  $7 \times 50 = 350$  litrów po odjęciu tej wartości, od 2100 daje nam wynik 1750 litrów. Po podzieleniu tej pojemności przez zużycie 30 l/min otrzymujemy czas ochronnego działania aparatu wynoszący 58 minut.

### Powietrze do oddychania

Powietrze, które znajduje się w butlach musi spełniać bardzo rygorystyczne normy dotyczące jego czystości. Z powodu możliwości zamrożenia reduktora bardzo ważnym jest, aby sprężone powietrze posiadało odpowiednio niską wilgotność. Z powyższych powodów butle mogą być wyłącznie napełnianie w autoryzowanych i sprawdzonych zakładach serwisowych sprzętu oddechowego. Jeżeli jednostka posiada specjalistyczną sprężarkę oraz upoważnione i przeszkolone osoby, musi ona być okresowo przeglądana i konserwowana zgodnie z zaleceniami producenta.



*Fotografia nr 4.12. Sprężarka do napełniania butli aparatów powietrznych*

### Uruchamianie automatu oddechowego nadciśnieniowego

W aparatach pracujących w systemie nadciśnieniowym, po otwarciu zaworów odcinających butli powietrza automat oddechowy stara się wytworzyć w masce nadciśnienie. W chwili, kiedy maska nie jest jeszcze założona na twarz następowałby szybki samoczynny i niekontrolowany wypływ powietrza z aparatu. Aby w trakcie przygotowań do wejścia w strefę skażoną możliwe było odkręcenie butli przed założeniem maski a twarz, firmy produkujące aparaty różnorodnie rozwiązują uruchomienie pracy automatu oddechowego. Uruchomienie aparatu może nastąpić przez głęboki pierwszy wdech, przez włożenie automatu do gniazda maski, lub pomocą specjalnego przycisku znajdującego się na automacie oddechowym.

Różnorodność tych systemów jest podstawową przeszkodą w możliwości uniwersalnego zamiennego stosowania masek różnych firm do aparatów innych producentów. Firmy stosują wówczas różniące się od siebie systemy mocowania

automatu oddechowego do maski, aby uniemożliwić połączenie niewspółpracującej z innym typem aparatu, maski.

## **Zasady użytkowania aparatów powietrznych**

### Kontrola aparatu przed użyciem

Po podjęciu decyzji o użyciu aparatów powietrznych w trakcie działań ratowniczo-gaśniczych należy:

- sprawdzić, czy aparat nie posiada widocznych mechanicznych uszkodzeń reduktorów, zaworów, węży ciśnieniowych, manometru, butli, pasów nośnych,
- sprawdzić, czy w reduktorze i automacie oddechowym nie zostały naruszone plomby serwisowe,
- sprawdzić, czy butle są prawidłowo umocowane do stelaża,
- sprawdzić, czy prawidłowo dokręcone są połączenia łącznika z butlami, reduktora z butlą lub łącznikiem międzybutlowym,
- sprawdzić działanie sygnalizatora, w tym celu po połączeniu reduktora otwieramy zawór butli i od razu go zamykamy następnie przez przycisk automatu oddechowego lub wysysanie powietrza z automatu oddechowego wypuszczamy powietrze z węża średniego ciśnienia patrząc jednocześnie na manometr; przy ciśnieniu około 50 bar powinno być na krótko słychać dźwięk sygnalizatora akustycznego,
- sprawdzić zapas powietrza przez otwarcie zaworu butli i odczytanie na manometrze ciśnienia powietrza znajdującego się w butli lub butlach, nie może ono być mniejsze niż 90% ciśnienia roboczego,
- otworzyć butlę z powietrzem pokrętle zaworu odcinającego obracając go wielokrotnie w lewo do oporu, a następnie cofnąć w kierunku przeciwnym o  $\frac{1}{4}$  obrotu, lub w niektórych typach aparatów wykonać dwa pełne obroty pokrętle wrzeciona zaworu,
- sprawdzić, czy po otwarciu zaworu butli nie słychać wydobywającego się nieszczelnościami powietrza,
- sprawdzić szczelność automatu oddechowego przez wykonanie głębokiego wdechu przez automat przy zamkniętym zaworze odcinającym butli; szczelność automatu objawia się brakiem możliwości wykonania wdechu przy pełnym ugięciu membrany automatu oddechowego.
- sprawdzić stan uszczelki gniazda maski,
- założyć maskę zaczynając od przełożenia taśmy nośnej przez głowę, następnie wkładając podbródek i trzymane w obu dłoniach taśmy nagłowia naciągnąć na głowę oraz dociągnąć maskę do twarzy taśmami nagłowia (nie dotyczy masek mocowanych bezpośrednio do hełmu),
- sprawdzić szczelność maski przez przyłożenie jej do twarzy zakrycie gniazda wlotowego i wytworzenie niewielkiego podciśnienia przy pomocy

pluc, brak możliwości wytworzenia podciśnienia świadczy o nieszczelności maski,

- podłączyć aparat z gniazdem maski i rozpocząć oddychanie, przez wykonanie kilku wdechów i wydechów,
- w aparatach nadciśnieniowych uruchomić automat oddechowy (reduktor drugiego stopnia) w zależności od konstrukcji przez głęboki wdech lub wciśnięcie przycisku (w niektórych konstrukcjach dzieje się to automatycznie przy wkładaniu szybkozłacza automatu oddechowego do gniazda maski) oraz rozpocząć oddychanie; jeżeli słychać ustawiczny przepływ powietrza oznacza to nieszczelność na połączeniu maski i części twarzowej,
- jeżeli wszystkie powyższe czynności sprawdzające dadzą wynik pozytywny można rozpocząć działania ratownicze w aparacie powietrznym w strefie skażonej.

#### Zachowanie podczas używania aparatu powietrznego

W trakcie używania aparatu należy:

- uważać, aby nie uszkodzić mechanicznie aparatu o twarde i niebezpieczne przedmioty, w szczególności dotyczy to zaworów odcinających, reduktorów, manometru, węży średniego i wysokiego ciśnienia,
- uważać, aby zaczepiając o wystające elementy nie odsunąć lub zerwać maski z twarzy,
- monitorować szczelność połączenia maski z twarzą oraz maski z automatem oddechowym,
- na bieżąco należy kontrolować wielkość ciśnienia na manometrze określając zapas powietrza w butli,
- zwrócić uwagę na zadziałanie sygnalizatora akustycznego wskazującego ratownikowi na bezzwłoczne rozpoczęcie wycofywania się ze strefy skażonej; jeżeli droga wycofywania jest bardzo długa, nie wolno czekać na sygnał urządzenia ostrzegającego, a moment rozpoczęcia wycofywania się ze strefy skażonej należy ustalać jedynie na podstawie wskazań manometru.

Nie wolno narażać aparatu na działanie agresywnych substancji będących powodem skażenia terenu podczas działań ratowniczych. W przypadku wątpliwości należy użyć ubrań gazoszczelnych, w których aparat znajduje się wewnątrz ubrania. W okolicznościach jakichkolwiek wątpliwości, czy substancje występujące w strefach skażenia nie uszkodziły membrany lub innych części aparatu w każdym przypadku aparat należy poddać kontroli w upoważnionym serwisie.

Podczas pracy należy pamiętać, że stan emocjonalny związany ze stresem, jakiemu jesteśmy poddawani w trakcie wykonywania czynności ratowniczych w sprzęcie ochrony dróg oddechowych znacząco może wydłużyć lub skrócić czas pracy w aparacie. Należy dążyć do uspokojenia częstotliwości cykli oddechowych, co ma również bezpośrednie przełożenie na długość czasu pracy w aparacie. Podczas pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych w strefach skażonych wolno przebywać jedynie w grupach, co najmniej dwuosobowych tak aby druga osoba zawsze mogła udzielić pomocy i wsparcia w opuszczeniu strefy.

#### Zasady bhp podczas użytkowania aparatów oddechowych

Podczas pracy należy przestrzegać następujących zasad bezpieczeństwa:

- używać sprzętu tylko na wyraźny rozkaz dowódcy,
- zakładać maski tylko na zewnątrz w atmosferze nie zanieczyszczonej substancjami szkodliwymi, a jednocześnie w miejscach położonych jak najbliżej terenu, na którym prowadzona jest akcja ratownicza,
- przed założeniem maski osoby posiadające ruchome protezy zębowe obowiązane są wyjąć je z jamy ustnej,
- przed wprowadzeniem ratownika do akcji musi on potwierdzić swoją gotowość,
- wszelkiego rodzaju działania w strefie zadymienia powinny być prowadzone w parach,
- utrzymywać łączność z ratownikami,
- w sytuacjach ekstremalnych do działań powinny być wprowadzeni ratownicy z dużym doświadczeniem,
- zabrania się użytkowania aparatów oddechowych osobą noszącym brody, długie włosy i bokobrody.

#### Dodatkowe uwarunkowania podnoszące bezpieczeństwo pracy w aparatach

Przebywając w strefie zadymienia dodatkowo należy:

- posiadać czujnik bezruchu,
- badać teren przed sobą w celu uniknięcia miejsc niebezpiecznych,
- zapamiętać punkty pozwalające na zachowanie orientacji w terenie,
- poruszać się wzdłuż ścian, ścian wyszukiwać za pomocą dłoni,
- unikać obchodzenia elementów wyposażenia wewnętrznego lub elementów konstrukcyjnych,
- przy wchodzeniu grupy należy poruszać się rzędem; wszyscy poruszają się tak, aby osoba wcześniej idąca mogła utrzymać kontakt wzrokowy z osobą przed sobą lub mogła dotknąć ją ręką,
- na klatkach schodowych poruszać się w pobliżu ścian; przy znikomej widoczności, poruszamy się tyłem badając nogą każdy kolejny stopień, rozkładając ciężar ciała na maksymalnie dużą powierzchnię; podobnie

należy poruszać się nawet w dobrej widoczności, w przypadku przypuszczalnego lub widocznego uszkodzenia klatki schodowej,

- wszystkie napotkane po drodze drzwi powinny być pozostawione otwarte i zabezpieczone przed przypadkowym zamknięciem,
- znaleźć taki poziom najczęściej w pobliżu podłoża na którym zasięg widoczności jest największy,
- dokonywać stałej obserwacji miejsca pracy, nasłuchiwać trzasków, badać zmiany temperatury.

Podczas pracy w strefie należy zwracać uwagę na własny sygnalizator akustyczny, jak również na działające sygnalizatory innych uczestników akcji. Po zadziałaniu któregośkolwiek członka grupy wszyscy jej członkowie mają obowiązek wspólnego opuszczenia strefy skażonej.

W strefach o ograniczonej widzialności, takie jak pomieszczenia zadymione, osoby wchodzące do strefy muszą być zabezpieczone przy pomocy linki lub muszą posiadać czujnik bezruchu (rys. nr 4.13). Czujnik bezruchu jest to urządzenie mocowane do ubrania strażaka, które uruchamia bardzo głośny sygnał akustyczny wówczas, gdy od ustalonego czasu zazwyczaj kilkunastu sekund pozostaje w spoczynku. Początkowo podaje cichy sygnał użytkownikowi, aby poruszył się, a następnie włącza sygnał ostrzegawczy, którego dźwięk przekracza 90 dB.



*Fotografia nr 4.13. Czujnik bezruchu*

Włączenie się alarmu któregośkolwiek czujnika daje sygnał do podjęcia natychmiastowej akcji ratującej życie i zdrowie uczestniczącego w akcji strażaka. Wszystkie typy czujników bezruchu posiadają możliwość ręcznego ich włączenie przez użytkownika w sytuacji, gdy stwierdzi, że znalazł się w zagrożeniu

i potrzebna mu jest pomoc. Stosowanie czujników bezruchu w znaczący sposób zmniejsza zagrożenia związane z użytkowaniem aparatów oddechowych. Podczas pracy w strefach skażonych w aparatach oddechowych oprócz osób bezpośrednio znajdujących się w strefie musi występować zabezpieczenie w postaci strażaków przygotowanych do wejścia w strefę posiadających również sprzęt pozwalający na wejście i udzielenie pomocy oraz wsparcie pracujących strażaków w opuszczeniu strefy.

#### Czynności po użyciu aparatu

Po wyjściu ze strefy skażonej należy zdjąć maskę i zamknąć zaworem odcinającymi wypływ powietrza z butli. Poprzez automat naciskając na membranę automatu oddechowego, usunąć całkowicie powietrze z aparatu. Maskę odłączyć od aparatu. Poluzować szelki ramienne i biodrowy oraz zdjąć cały aparat. Umieścić go w samochodzie w miejscu przeznaczonym do jego transportu.

### **Konserwacja aparatów powietrznych**

#### Czyszczenie aparatu po użyciu

Po przybyciu do strażnicy należy wymontować z aparatu butle i składować je na specjalnie przygotowanych miejscach z wyraźnym oznaczeniem, że butle są puste, celem ich dalszego napełnienia. Zewnętrznie oczyścić aparat, a szczególnie zabrudzone miejsca należy zmyć ciepłą wodą z mydłem, a następnie spłukać czystą wodą. Nie wolno do czyszczenia używać materiałów pozostawiających włókna, np. waty, które mogą doprowadzić do utrudnień w drożności przewodów lub trudności w szczelności połączeń. Suszenie zmoczonego aparatu nie powinno odbywać się na słońcu lub przy grzejnikach. Należy przeprowadzić zewnętrzne oględziny, czy aparat nie został uszkodzony podczas eksploatacji i nie posiada widocznych uszkodzeń mechanicznych. Nie należy pokrywać smarem żadnych elementów aparatu. Puste butle należy skierować do napełnienia. Jeżeli posiadamy możliwości techniczne (specjalistyczną sprężarkę) i przeszkolone osoby należy napełnić butle sprężonym powietrzem. Jeżeli posiadamy zapas naładowanych butli lub przy pomocy sprężarki napełniliśmy puste butle odpowiedniej jakości powietrzem możemy zamocować butle w aparacie podłączyć reduktor i automat oddechowy. Po sprawdzeniu właściwego działania aparatu, według procedury takiej, jaka obowiązuje przed jego użyciem, można ponownie włączyć go do podziału bojowego umieszczając go w miejscu przeznaczonym do transportu w samochodzie lub w miejscu przeznaczonym dla sprzętu rezerwowego.

#### Czyszczenie maski

Po każdym użyciu maska powinna być oczyszczona i zdezynfekowana. Czyszczenia maski odbywa się przez mycie wewnętrznych części maski wodą z mydłem. Można użyć gąbki lub szczoteczki z miękkim włosiem. Nie wolno



używać materiałów włóknistych, które mogą pozostawiać włókna takich jak wata, filc, itp. Zabronione jest stosowanie detergentów i rozpuszczalników. Po procesie mycia należy maskę wysuszyć nie narażając jej na działanie promieni słonecznych. Do mycia i suszenia najwłaściwszy jest zakup specjalistycznych myjek i suszarek do masek, które w trybie sterowanym procesorem w ustabilizowanych warunkach myją i suszą maski aparatów.

Dezynfekcja masek może być prowadzona przy użyciu fabrycznych płynów dostarczanych przez producentów masek lub 70% spirytusem etylowym. Firmy zastrzegają sobie konieczność sprawdzania szczelności maski po każdym procesie mycia i dezynfekcji na specjalistycznych urządzeniach kontrolnych. Sprawdzanie szczelności maski mogą wykonywać wyłącznie uprawnione do tego osoby po specjalistycznym kursie.

### **Ogólne uwagi postępowania ze sprzętem ochrony dróg oddechowych**

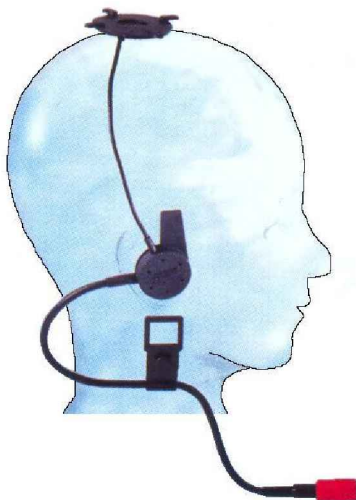
Aparat oddechowy powietrzny jest sprzętem, od którego bezpośrednio zależy życie strażaka-ratownika i dlatego wymaga szczególnej dbałości o jego stan techniczny. Aparatów nie wolno rzucać. Zdarza się to najczęściej po zakończonej akcji. Aparatów nie wolno opierać zaczepiając o reduktory, węże, zawory, manometry. Przed akcją i po niej, należy ostrożnie położyć go w pozycji leżącej zgodnie z zaleceniem producenta. Aparaty przewożone w samochodach pożarniczych muszą mieć specjalne uchwyty przystosowane do konkretnego typu aparatu, aby uniknąć uszkodzenia mechanicznego podczas przemieszczania się aparatu w skrytce podczas jazdy. Każdy aparat musi posiadać swój paszport, w którym wpisuje się wyniki przeglądów i badań, a w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości w działaniu, należy dokonać zapisu o niesprawności i konieczności dokonania stosownych napraw przez upoważniony serwis.

Podczas całej eksploatacji aparatu na gniazdach i gwintach butli i reduktora i automatu oddechowego muszą się znajdować zaślepki, które mogą być zdjęte bezpośrednio przed podłączeniem butli lub reduktora do aparatu lub sprężarki.

### **Środki łączności podczas pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych**

Korzystanie ze środków łączności w trakcie używania sprzętu ochrony dróg oddechowych jest bardzo utrudnione. Mówienie do mikrofonu radiostacji nasobnej przez maskę tak zniekształca głos, że jest on trudny w zrozumieniu lub całkowicie niezrozumiały. Jest to jedno z wielu utrudnień w czasie używania sprzętu ochrony oddechowej. Jeszcze trudniejsza jest sytuacja w trakcie użytkowania odzieży gazoszczelnej, gdzie nadawanie głosem sygnałów poprzez maskę i kombinezon jest niemożliwe. Wielokrotnie strażak będący w strefie jest przekaznikiem informacji o sytuacji, jaką zastał, a kierujący działaniami ratowniczymi czasami po konsultacjach ze specjalistami podejmuje ostateczne decyzje o trybie i sposobie dalszych działań. Ma to głównie zastosowanie

w akcjach ratownictwa chemicznego. Dlatego też oprócz względów związanych z bezpieczeństwem niezbędna jest skuteczna łączność z ratownikami pracującymi w sprzęcie oddechowym. Firmy produkujące sprzęt ochrony dróg oddechowych rozwiązując ten problem w pierwszej wersji wprowadziły do konstrukcji masek tzw. komory foniczne, których zadaniem jest przenoszenie na zewnątrz maski jak najmniej zniekształconego głosu na zewnątrz przy zachowaniu jej całkowitej szczelności. Możemy wówczas posługiwać się typowym przenośnym radiotelefonem. Obecnie wszystkie firmy produkujące sprzęt oddechowy oferują do swoich aparatów systemy łączności współpracujące z radiotelefonami przenośnymi. Systemy te składają się ze mikro słuchawek oraz systemu zbierającego głos z krtani, z kości potylicznej lub wykorzystując komorę foniczną maski z mikrofonu na specjalnym ramieniu (rys. nr 4.23).



*Rysunek nr 4.23. System łączności montowany do helmu*

Mogą one być na stałe zamontowane do maski, automatu lub helmu. Urządzenia takie podłączone są do radiotelefonów umieszczonych w ubraniu ochronnym strażaka. Systemy takie muszą jednak mieć system przełączania radiotelefonu z nadawania na nasłuch. Jeżeli jest to możliwe strażak może operować bezpośrednio radiotelefonem trzymany w ręku. W innych przypadkach może występować dodatkowy przycisk pod łokciem lub w innym dogodnym miejscu, np. na piersi pod ubraniem gazoszczelnym przy pomocy, którego przesterowujemy radiotelefon na nadawanie. Bardzo wygodnym w stosowaniu są systemy automatycznie przesterowujące radiotelefon pod wpływem mowy użytkownika. Jednak wadą tego rozwiązania jest niekontrolowane przesterowanie

w miejscach dużego hałasu na miejscu działań. Pośród różnych rozwiązań spotkać można również systemy mikrofonu i słuchawki ściśle połączone z maską lub automatem oddechowym.

## **Przygotowanie strażaków do pracy w sprzęcie oddechowym**

### Test w komorze dymowej

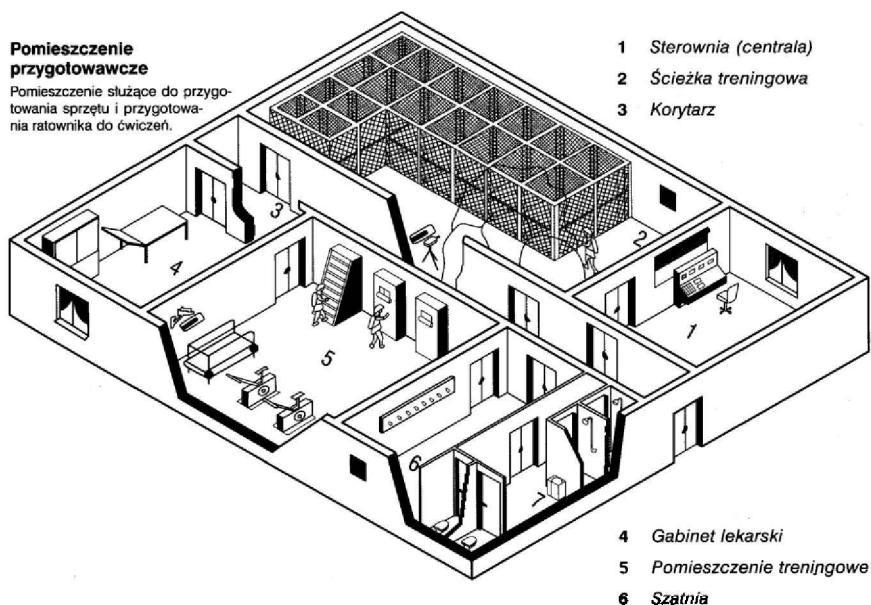
Na przygotowanie do pracy w aparatach powietrznych składa się wiedza teoretyczna dotycząca budowy, zasad użytkowania, zasad postępowania podczas czynności ratowniczych wykonywanych w sprzęcie ochrony dróg oddechowych, zasad bhp, zasad konserwacji i obsługi aparatów. Poza wiedzą teoretyczną niezbędna jest również odpowiednio duża ilość ćwiczeń w sprzęcie, pozwalająca na przyzwyczajenie odpowiednich grup mięśniowych do pracy przy zwiększonych oporach oddechowych. Niezwykle ważne jest pokonanie indywidualnych barier pracy w sprzęcie w ciasnych pomieszczeniach przy całkowitym baraku widoczności w warunkach wysokich temperatur oddziaływania płomienia itp.

Dlatego też strażacy, którzy są przewidziani do pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych powinni sukcesywnie uczestniczyć w ćwiczeniach w sprzęcie w warunkach jak najbardziej zbliżonych do warunków naturalnych. W szkołach pożarniczych oraz w większych jednostkach Państwowej Straży Pożarnej można spotkać komory rozgorzeniowe oraz komory dymowe. W komorach rozgorzeniowych prowadzone są ćwiczenia z udziałem strażaków zabezpieczonych wielowarstwowymi ubraniami ochronnymi oraz sprzętem ochrony dróg oddechowych polegające na obserwacji rozwoju pożaru wewnętrznego do momentu, w którym temperatura kilkuset stopni uniemożliwia dalszy pobyt ludzi. Ćwiczenie to oswaja psychicznie strażaków do warunków, jakie panują podczas rzeczywistego pożaru.

Komory dymowe to zespół urządzeń do ćwiczeń w wykonywaniu czynności ratowniczych w sprzęcie ochrony dróg oddechowych (rys. nr 4.24). W komorach tych można również sprawdzić stopień przygotowania psychomotorycznego i kondycyjnego organizmu do wykonywania wszelkich czynności ratowniczych w tym również w aparatach oddechowych. Komora dymowa składa się z kilku pomieszczeń, w których strażak wykonuje następujące czynności:

- test wysiłkowy uzależniony od wieku i wagi ćwiczącego prowadzony na drabince bez końca, rowerku i innych przyrządach,
- przejście w aparacie oddechowym właściwej ścieżki w odpowiednio ustawionym labiryncie z klatek metalowych w całkowitym zadymieniu w ściśle określonym czasie,
- powtórny test wysiłkowy, którego wielkość określa program komputerowy biorąc pod uwagę wcześniejszy test wysiłkowy i czasy wykonania zadań przejścia labiryntu.

Po tych czynnościach badany jest przez lekarza stan kondycyjny strażaka odnoszący się do rytmu oddechowego, zwiększonej częstotliwości bicia serca, stanu psychofizycznego i stanu odtlenienia organizmu.



*Rysunek nr 4.24. Widok pomieszczeń komory dymowej*

Odpowiednio skonstruowane programy komputerowe po ćwiczeniach w komorach dymowych są w stanie zdyskwalifikować poszczególne osoby ćwiczące, jako nie nadające się do pracy w sprzęcie ochrony dróg oddechowych. Zaliczenie testu komory dymowej uzależnione jest głównie od stanu kondycyjnego strażaka jego wytrenowania w wykonywaniu trudnych i ciężkich zadań, wytrenowania w pracy z użyciem sprzętu ochrony dróg oddechowych oraz przygotowania psychicznego do wykonywania czynności w trudnych i niebezpiecznych warunkach.

O ile jest to możliwe, strażacy powinni jak najczęściej uczestniczyć w ćwiczeniach z użyciem sprzętu oddechowego i korzystać z możliwości ćwiczeń w komorach rozgorzeniowych oraz komorach dymowych.



*Fotografia nr 4.14. Elementy techniczne do pokonania w komorze dymowej*



*Fotografia nr 4.15. Ćwiczenia przed wejściem do komory*



*Fotografia nr 4.16. Zadymianie komory*



*Fotografia nr 4.17. Pokonywanie toru w komorze*



*Fotografia nr 4.18. Po ukończeniu toru w komorze*



*Fotografia nr 4.19. Obsługa komory mimo zadymienia obserwuje ćwiczących*

## **Literatura:**

1. Kosiński J., *Sprzęt ochrony dróg oddechowych*. Wyższa Oficerska Szkoła Pożarnicza, Warszawa 1971.
2. Rozmarynowicz M, Horak J, Jankowski K., *Ochrona dróg oddechowych*. Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1978.
3. Zaremba A., *O budowie i czynnościach ciała ludzkiego*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1975.
4. Gil D., *Wypożyczenie osobiste i ochronne strażaka*. Szkoła Podoficerska PSP, Bydgoszcz 2004.
5. Instrukcje użycia, Instrukcje użytkowania, Instrukcje obsługi, sprzętu firm; FASER, FENZY, MSA AUER, DREAGER, SCOTT, INTERSPIRO.

## Temat 5

# Ratowniczy sprzęt mechaniczny

**Ratowniczy sprzęt mechaniczny** jest wykorzystywany w akcjach ratowniczych polegających na usuwaniu przeszkód w formie konstrukcji metalowych i drewnianych, betonowych, pojazdów mechanicznych i innych przedmiotów utrudniających bezpieczną i skuteczną pracę ratownika.

Ratowniczy sprzęt mechaniczny można podzielić na:

- piły łańcuchowe,
- piły tarczowe.

Do napędu wykorzystywane są:

- przypadku pił łańcuchowych: silniki spalinowe i elektryczne,
- w przypadku pił tarczowych: silniki spalinowe, elektryczne, turbiny powietrzne i turbiny olejowe.

Ze względu na trudności z dostarczaniem na miejsce akcji ratunkowej energii elektrycznej, sprężonego powietrza lub oleju do napędu urządzeń hydraulicznego najczęściej do napędu ww. pił stosuje się silniki spalinowe, które cechuje duża trwałość i niezawodność w pracy w każdych warunkach oraz łatwa obsługa.

**Łańcuchowe piły spalinowe** służą do cięcia drewna i są przeznaczone do usuwania połamanych drzew na skutek huraganów, w akcjach przeciwpowodziowych do usuwania zatorów z połamanych drzew niesionych przez nurt rzeki. Ponadto piłami spalinowymi do drewna można wykonywać przeciwożniowe pasy w lasach oraz przecinać konstrukcje drewniane usuwając skutki pożaru katastrof budowlanych w budynkach drewnianych.

Tarczowe piły spalinowe służą do cięcia elementów ze stali i betonu i są przeznaczone do budowlanych konstrukcji stalowych, karoserii pojazdów w czasie usuwania skutków katastrof budowlanych kolejowych i drogowych.



Pily powinny być umieszczone w pojeździe w najniższych skrytkach i odpowiednio zabezpieczone przed przemieszczaniem. Wszystkie pily powinny znajdować się po jednej stronie pojazdu.



*Fotografia nr 5.1. Rozmieszczenie sprzętu w skrytce pojazdu ratowniczego*

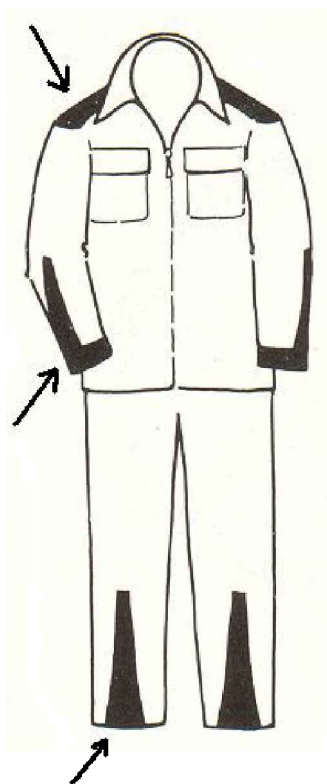
Pily łańcuchowe do drewna posiadają następujące podzespoły:

- **układ napędowy** (silnik z układem zapłonowym, odśrodkowe sprzęgło, zbiornik paliwa, pompa olejowa),
- **układ tnący** (prowadnica, łańcuch tnący),
- **elementy bezpieczeństwa** (osłony elementów wirujących, uchwyty, osłona dłoni z hamulcem łańcucha, tłumiki drgań, tłumik wydechu, wychwyty zerwanego łańcucha, osłona łańcucha).

Pily są narzędziami z odkrytą częścią tnącą, co stwarza duże zagrożenie dla obsługującego oraz osób znajdujących się w pobliżu. Względny bezpieczeństwa wymagają przeczytania instrukcji obsługi przez użytkownika, aby zapoznać się z charakterystyką danego typu pily.

Użytkownik pilarki musi być w dobrej kondycji psychicznej. Szczególną ostrożność należy zachować pod koniec akcji, wszystkie czynności wykonywać spokojnie i z rozwagą.

Ze względu na odkrytą część tnącą pily łańcuchowej posługiwanie się nią niesie wiele zagrożeń dla operatora w związku, z tym ratownik obsługujący pilę łańcuchową powinien być ubrany, w co najmniej ubranie specjalne, które posiada wewnętrzną warstwę termoizolacyjną z włókniny aramidowej. Włóknina w kontakcie z łańcuchem powoduje jego zablokowanie w przypadku odrzucenia pily w kierunku operatora. Najlepszym rozwiązaniem ze względów bezpieczeństwa byłoby wyposażenie ratowników OSP w specjalne ubranie zgodne z PN-EN 381 które w miejscach najbardziej narażonych na kontakt z łańcuchem pily posiada wkładki antyprzecięciowe z włókien blokujących ruch łańcucha. Na rysunku nr 5.1. przedstawiono miejsca najbardziej narażone na urazy podczas pracy pilami spalinowymi.

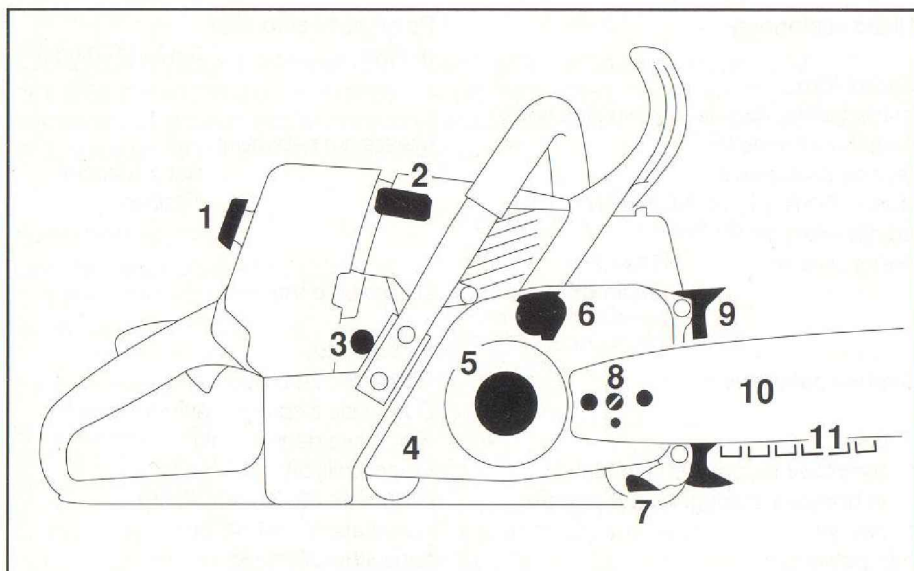


*Rysunek nr 5.1 Ubranie piliarza*

Strzałki pokazują miejsca najbardziej narażone na kontakt z łańcuchem piły podczas pracy. W miejsca te wstawiona jest włóknina powodująca zablokowanie łańcucha piły.

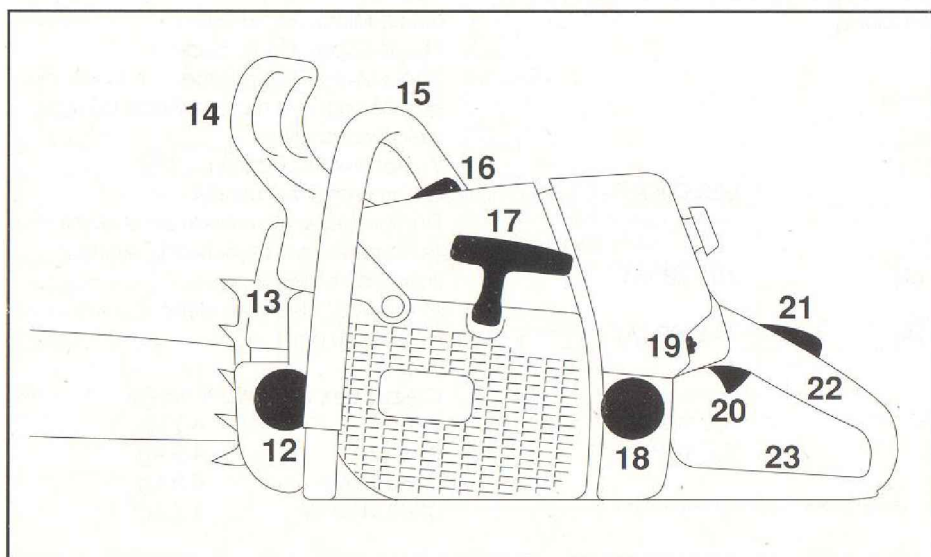
Obuwie pilarza powinno zawierać, co najmniej stalowe noski ochronne dla palców nóg. Obuwie strażackie specjalne posiada takie zabezpieczenie nosków.

### Budowa piły łańcuchowej



*Rysunek nr 5.2. Podstawowe elementy piły łańcuchowej:*

- |                                                          |                                     |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Zamknięcie pokrywy komory gaźnika i filtra powietrza. | 6. Hamulec napędu łańcucha.         |
| 2. Wtyczka świecy zapłonowej.                            | 7. Prowadzenie łańcucha.            |
| 3. Elektryczne ogrzewanie (wersje specjalne)             | 8. Urządzenie do napinania łańcucha |
| 4. Pokrywa kola napędu łańcucha.                         | 9. Zderzak szponowy.                |
| 5. Kolo napędu łańcucha.                                 | 10. Prowadnica.                     |
| Prowadnica.                                              | 11. Łańcuch tnący.                  |



*Rysunek nr 5.3. Podstawowe elementy pily łańcuchowej cd.:*

*12. Zamknięcie zbiornika oleju.*

*13. Tłumik wydechu.*

*14. Przednia osłona dłoni.*

*15. Przednia rękojeść.*

*16. Zawór dekompresyjny.*

*17. Uchwyt linki urządzenia  
rozruchowego.*

*18. Zamknięcie zbiornika paliwa.*

*19. Dźwignia sterowania  
gaźnikiem.*

*20. Dźwignia głównej  
przepustnicy „gazu”.*

*21. Blokada dźwigni „gazu”.*

*22. Tylna rękojeść.*

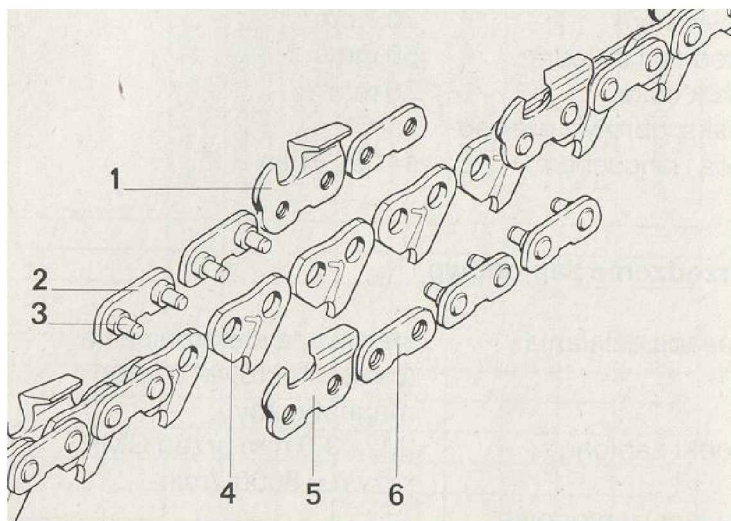
*23. Tylna osłona dłoni.*

We wszystkich rodzajach pił zastosowano silniki dwusuwowe studzone powietrzem i pracujące na mieszance składającej się z benzyny bezołowiowej i oleju w proporcji ściśle określonej przez producenta piły.

Poszczególne piły różnią się od siebie mocą zastosowanego silnika oraz długością prowadnicy łańcucha. Łańcuchy różnią się od siebie konstrukcją krawędzi tnącej ogniwa tnącego i tzw. podziałką łańcucha.

W zastosowaniu znajdują się silniki o pojemności skokowej od 35 cm<sup>3</sup> do 122 cm<sup>3</sup> i mocy od 1,6 do 8,6 KM.

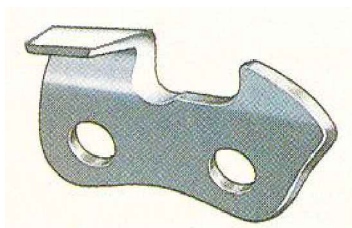
## Budowa łańcucha



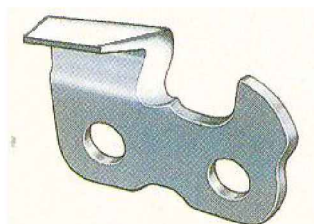
*Rysunek nr 5.4. Budowa łańcucha tnącego*

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Ząb tnący prawy        | 4. Ogniwo napędowe         |
| 2. Ogniwo łączące z nitem | 5. Ząb tnący lewy          |
| 3. Nit                    | 6. Ogniwo łączące bez nitu |

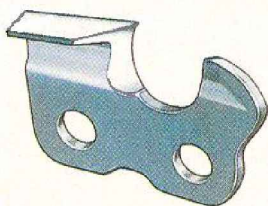
**Uwaga:** w zależności od rodzaju pracy i stopnia zanieczyszczenia drewna stosuje się w łańcuchach różnego rodzaju zęby tnące.



*Rysunek nr 5.5. Ząb tnący stosowany w łańcuchach uniwersalnych przeznaczonych do ogólnego stosowania w leśnictwie, budownictwie, sadownictwie itp.*



*Rysunek nr 5.6. Ząb tnący stosowany w łańcuchach uniwersalnych przeznaczonych do malogabarytowych pil łańcuchowych.*



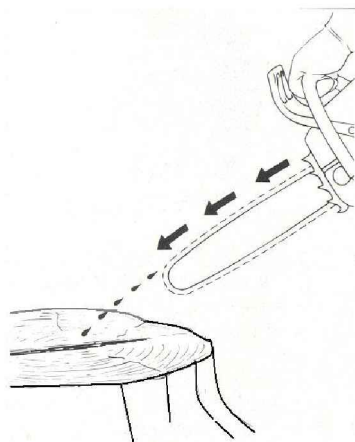
*Rysunek nr 5.7. Ząb tnący stosowany w łańcuchach pil stosowanych przez użytkowników profesjonalnych.*



*Rysunek nr 5.8. Ząb tnący z węglików spiekanych (widia) stosowany w łańcuchach pil stosowanych przez użytkowników profesjonalnych podczas akcji ratunkowych, prac rozbiórkowych oraz cięcia drewna zanieczyszczonego.*

#### Czynności przed przystąpieniem do pracy pilą spalinową.

O trwałości łańcucha decyduje jego efektywne smarowanie, w tym celu przed rozpoczęciem pracy należy, po uruchomieniu pilarki, sprawdzić czy pompa podaje olej do smarowania łańcucha. W tym celu należy skierować prowadnicę piły na pień drzewa lub inną wolną czystą przestrzeń i wprowadzić silnik w maksymalne obroty. Na przedłużeniu prowadnicy powinien pojawić się ślad oleju (rys. nr 5.9)



*Rysunek nr 5.9. Sprawdzenie efektywności smarowania łańcucha*

W przypadku braku śladu oleju należy zgodnie z instrukcją obsługi wyregulować ilość podawanego oleju.



*Rysunek nr 5.10. Przykładowe oznaczenie na korpusie pily śruby regulacyjnej wydajności pompy oleju*

Napełnianie zbiorników paliwa i oleju:

- Przed przystąpieniem do tankowania należy wyłączyć silnik.
- Zaczekać by silnik ostygł.
- Nie należy dopuścić do kontaktu oczu i skóry z paliwem i olejami.
- Nie wdychać oparów paliwa.
- Uważać, aby paliwo lub olej nie przedostało się do podłoża (ochrona środowiska).
- Nie tankować w zamkniętych pomieszczeniach oraz w odległości mniejszej niż 3 m od miejsca pracy.

- Dokładnie pozakręcać korki wlewowe.
- Przyjąć zasadę, że każde napełnienie paliwem powinno wiązać się z uzupełnieniem zbiornika oleju smarującego łańcuch tnący.

W piłach łańcuchowych do drewna pracują silniki dwusuwowe studzone powietrzem i pracujące ma mieszance paliwowo olejowej ściśle określonej przez producenta piły.

Najczęściej występują następujące proporcje mieszanki: 25:1, 40:1, 50:1 lub 100:1. Przykładowe ilości składników do przygotowania mieszanki podano w tabeli nr 5.1.

*Tabela nr 5.1. Przykładowe ilości składników do przygotowania mieszanki*

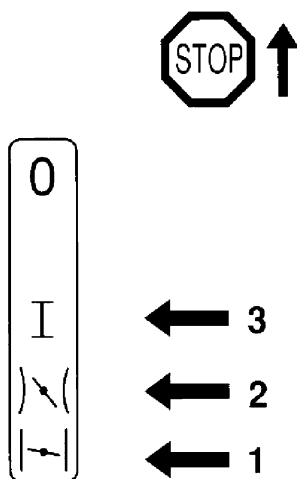
| Ilość benzyny<br>[litr] | Ilość oleju [litr] |       |       |       |
|-------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                         | 25:1               | 40:1  | 50:1  | 100:1 |
| 1                       | 0,040              | 0,025 | 0,020 | 0,010 |
| 5                       | 0,200              | 0,125 | 0,100 | 0,050 |
| 10                      | 0,400              | 0,250 | 0,200 | 0,100 |
| 15                      | 0,600              | 0,375 | 0,300 | 0,150 |
| 20                      | 0,800              | 0,500 | 0,500 | 0,200 |

Niewłaściwy skład mieszanki paliwowej może doprowadzić do zatarcia silnika – za mało oleju, lub do silnego dymienia i utrudnionego zapłonu – za dużo oleju.

- Sprawdzić stan techniczny i prawidłowość działania piły. W szczególności sprawdzić funkcjonowanie: hamulca łańcucha piły, właściwe zamontowanie prowadnicy, naostrzenie i napięcie łańcucha, dokładne zamontowanie osłony zębatego.
- Sprawdzić prawidłowe funkcjonowanie przycisku przyspiesznika oraz jego blokady, wyłącznika stop.
- Przed uruchomieniem należy upewnić się, że w pobliżu nie znajdują się osoby postronne oraz zwierzęta.
- Przy uruchamianiu pilarkę należy trzymać mocno i w bezpieczny sposób.

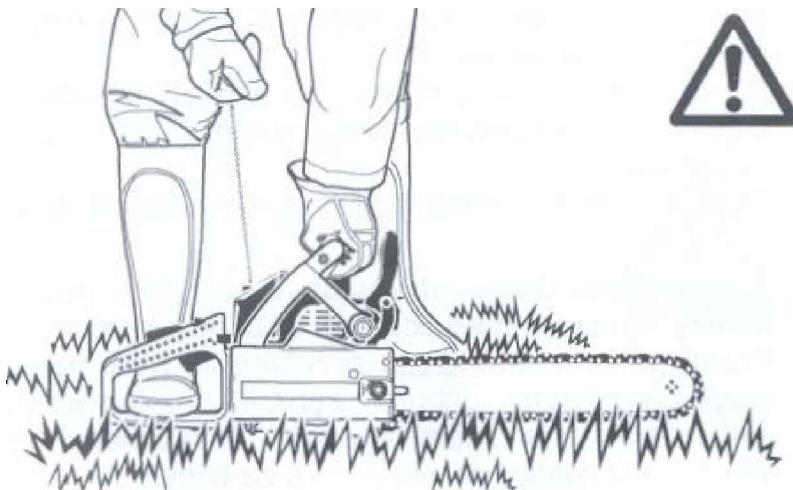
Uruchamiając zimny silnik należy dźwignię sterowania gaźnikiem ustawić w pozycji 1. Uruchamiając silnik już „nagrzany” należy dźwignię sterowania gaźnikiem ustawić w pozycji 2 (rys. nr 5.11). Zatrzymanie silnika następuje po ustawieniu dźwigni w pozycji 4. W pozycji 3 dźwignię ustawia się automatycznie po osiągnięciu przez silnik nominalnych obrotów wejściu silnika w momencie naciśnięcia dźwigni sterowania przepustnicą główną „gazu”.





*Rysunek nr 5.11. Przykładowe oznaczenia i położenia dźwigni sterowania gaźnikiem*

Prowadnica i łańcuch tnący nie mogą stykać się z żadnymi przedmiotami. Technika uruchamiania polega na przyciśnięciu pilarki do podłoża lewą ręką i prawą stopą na tylny uchwyt, a następnie pociągnięcie linki rozrusznika ręcznego (inne techniki są niedopuszczalne) (rys. nr 5.12.).



*Rysunek nr 5.12. Prawidłowa pozycja przy uruchamianiu silnika piły spalinowej*

Nie przystępować do pracy bez uprzedniego sprawdzenia hamulca łańcucha tnącego. Uruchomić silnik wprowadzić na średnie obroty a następnie popchnąć osłonę wierzchem dłoni w kierunku strzałki aż włączy się hamulec łańcucha tnącego (fot. nr 5.2).



*Fotografia nr 5.2. Uruchamianie hamulca łańcucha*

**Uwaga:** zabrania się używania piły bez sprawnego hamulca łańcucha.

**Uwaga:** po puszczeniu przycisku przyspiesznika łańcuch tnący obraca się jeszcze przez krótką chwilę.

Należy pamiętać o wyłączeniu silnika przed przystąpieniem do jakichkolwiek napraw oraz kontroli napięcia łańcucha.

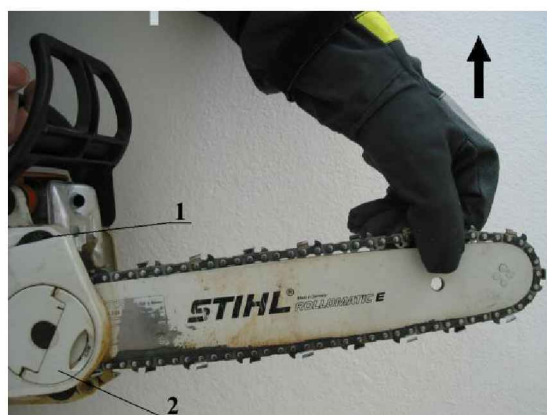
Po zakończeniu pracy należy silnik piły wyłączyć a pilę ustawić w taki sposób, aby nie stanowiła dla nikogo zagrożenia.

Nie należy stawiać rozgrzanej piły w pobliżu jakichkolwiek materiałów łatwopalnych.

Przystępując do pracy należy sprawdzić naciąg łańcucha tnącego. Fotografia nr 5.3. przedstawia zbyt luźny łańcuch tnący (łańcuch zwisa pod prowadnicą).



*Fotografia nr 5.3. Niewłaściwe napięcie łańcucha tnącego*



*Fotografia nr 5.4. Prawidłowe napięcie łańcucha tnącego*



*Fotografia nr 5.5. Sprawdzanie płynności ruchu łańcucha tnącego*

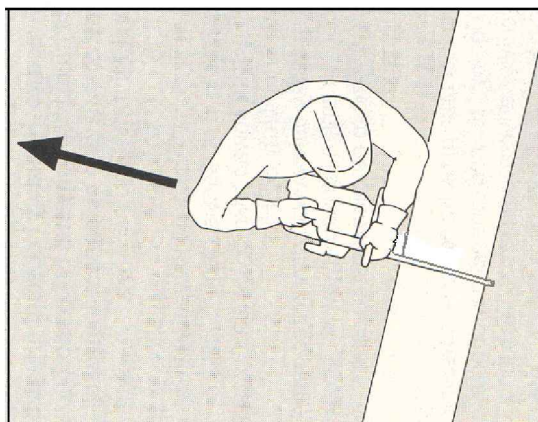
Aby naciągnąć łańcuch piły należy poluzować śrubę 2 (fot. nr 5.3 i 5.4) pokrywy koła napędu łańcucha i obracając śrubą regulacyjną 1 (fot. nr 5.3 i 5.4) naciągnąć łańcuch tak, aby dał się odciągnąć od prowadnicy do góry na  $1 \div 2$  mm (fot. nr 5.4). Prawidłowo napięty łańcuch powinien przylegać do prowadnicy i przy zwolnionym hamulcu pociągnięty palcami swobodnie ślizgać się po prowadnicy bez nadmiernych oporów (fot. nr 5.5).

Na fotografiach nr 5.3, 5.4 i 5.5 podano przykładowy sposób naciągania łańcucha.

**Ponieważ występuje wiele systemów naciągania łańcucha nawet u tego samego producenta, przed przystąpieniem do tej czynności należy zapoznać się z instrukcją obsługi danego typu piły.**

#### Technika pracy piłą łańcuchową

- Zachować szczególną ostrożność na śliskiej mokrej powierzchni, na śniegu i lodzie.
- Starać się pracować na stabilnym podłożu. Do prac na wysokości stosować rusztowania.
- Nigdy nie pracować na drabinie, w koronach drzew.
- Pilarkę prowadzić w taki sposób, aby żadna część ciała operatora nie znajdowała się na linii cięcia łańcucha tnącego (rys. nr 5.13).



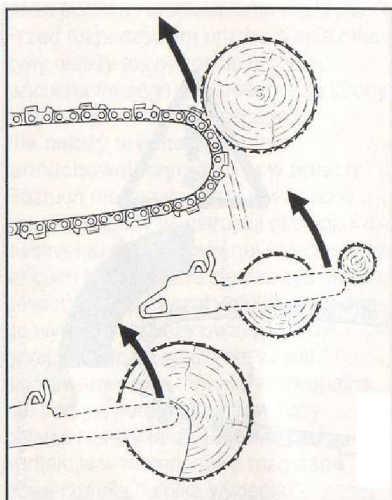
*Rysunek nr 5.13. Prawidłowa postawa podczas cięcia piłą*

- Nigdy nie pracować piłą trzymając ją powyżej barków lub jedną ręką.
- Nie używać piły do podnoszenia lub przesuwania kawałków drewna, czy też innych przedmiotów.
- Przed przystąpieniem do przecinania pnia należy mocno przyłożyć zderzak oporowy zębaty i dopiero wtedy możliwe jest rozpoczęcie cięcia uruchomionym łańcuchem tnącym.

- Należy zawsze pamiętać o niebezpieczeństwie **odrzućcia piły** w kierunku operatora, sytuacja taka może się wydarzyć gdy:
  - a. łańcuch tnący trafi górnym sektorem wierzchołka prowadnicy na drewno czy inny twardy przedmiot,
  - b. podczas okrzyszowania w niezamierzony sposób zostanie dotknięta inna gałąź.

Aby wyeliminować zagrożenie **odrzućcia piły** należy:

- a. zawsze trzymać pilę mocno obydwojma rękami,
- b. ciąć tylko przy pełnych obrotach silnika piły,
- c. stale obserwować wierzchołek prowadnicy,
- d. nie ciąć wierzchołkiem prowadnicy,
- e. zachować szczególną ostrożność podczas cięcia młodych elastycznych pędów drzew, łańcuch może się zaklinować,
- f. nie okrzysywać kilku gałęzi na raz,
- g. zachować szczególną ostrożność podczas wprowadzania prowadnicy w rozpoczęty rzaz.



*Rysunek nr 5.14. Sytuacje w których może dojść do odrzućcia piły*

- Zachować szczególną ostrożność przy cięciu rozszczepionego drewna, ponieważ oderwane drzazgi mogą ranić osobę obsługującą pilę i osoby z otoczenia.
- Przy wyjmowaniu prowadnicy pilarki z drewna układ tnący musi być w ruchu.

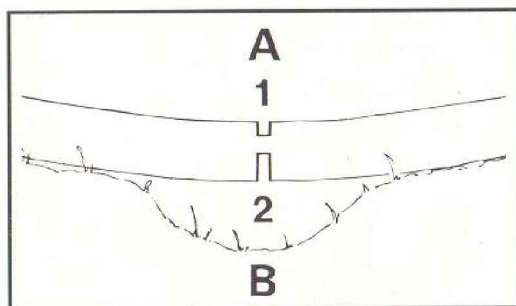
- Przy wykonywaniu kilku cięć należy puszczać przycisk przyspiesznika pomiędzy poszczególnymi cięciami.
- Przy okrzyszowaniu pilarka powinna być oparta o pień.
- Nie okrzyszować naprężonych gałęzi stojąc na pniu.
- Podczas okrzyszowania leżącego pnia drzewa od strony obsługującego, pilarkę prowadzi się w kierunku od siebie, a po przeciwnej stronie, w kierunku do siebie.
- Nie przecinać wolno zwisających gałęzi od dołu.
- Nie wolno przecinać elementów metalowych, co może spowodować uszkodzenie a nawet zerwanie łańcucha tnącego.
- Podczas pracy na zboczu użytkownik piły musi znajdować się powyżej lub z boku obrabianego drzewa.
- Zachować szczególną ostrożność podczas cięcia naprężonych pni i gałęzi, aby wyeliminować możliwość zaciśnięcia rządu. Drewno będące pod naprężeniem należy najpierw przecinać od strony ściskanej pozycja (1A) (rys. nr 5.15 i 16), a następnie przeciąć od strony rozciąganej pozycja (2B) (rys. nr 5.15 i 16).

W technice wycinania drzew stosuje się następujące rzazy:

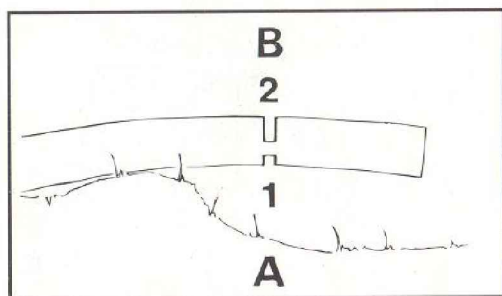
- podcinające,
- boczne,
- ścinające.

Wśród rzazów ścinających wyróżnia się rzazy:

- prosty wachlarzowy,
- wcinający,
- powtarzany wachlarzowy,
- sercowy.

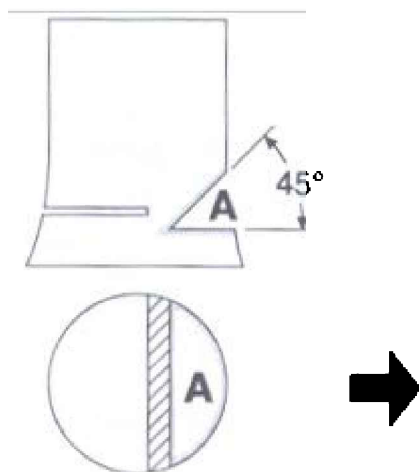


*Rysunek nr 5.15. Kolejność wykonywania rzazów*



*Rysunek nr 5.16. Kolejność wykonywania rzazów*

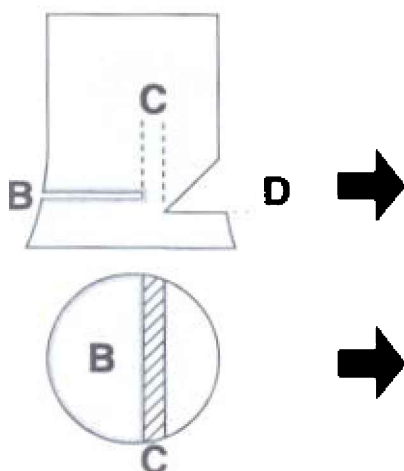
Rzaz podcinający (A) określa kierunek obalania drzewa (rys. nr 5.17). Pierwsze cięcie należy wykonać prostopadle do kierunku obalania, na głębokość 1/3-1/5 średnicy pnia. Cięcie wykonać możliwie jak najniżej.



*Rysunek nr 5.17. Rzaz podcinający*

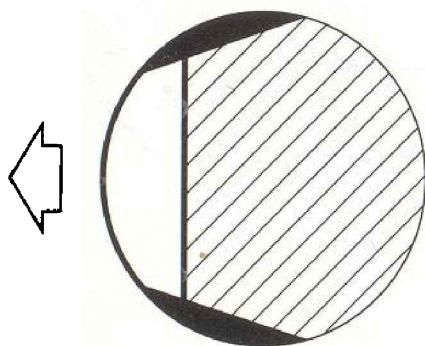
Rzaz ścinający (B) powinien być położony wyżej niż podcinający (D) (rys nr 5.18). Rzaz ścinający musi być wykonany w poziomie. Odległość pomiędzy dwoma rzazami musi wynosić 1/10 średnicy pnia.

„Zawiasa” (C) pomiędzy dwoma rzazami służy jako przegub. **Nigdy nie należy przecinać „zawiasy”, ponieważ doprowadzi to do utraty kontroli nad kierunkiem upadku pnia i stworzeniem zagrożenia dla osób pracujących na wyrębie.**



Rysunek nr 5.18. Rzaz ścinający

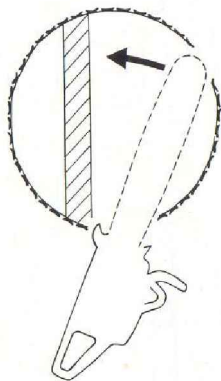
Rzaz boczny (rys. nr 5.19) wykonywany jest przy drewnie włóknistym, zapobiega on zrywaniu drewna bielastego podczas powalania pnia. Należy go wykonać po obydwu stronach pnia, na wysokości podstawy nacięcia kierunkowego A (rys. nr 5.17) i na głębokość 1/10 średnicy pnia, a przy grubszych pniach - najwyżej na głębokość równą szerokości prowadnicy.



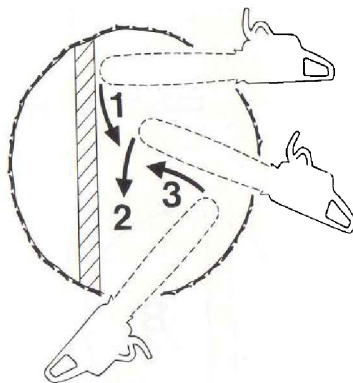
Rysunek nr 5.19. Rzaz boczny

W przypadku ścinania cienkich pni, których średnica nie przekracza długości prowadnicy łańcucha należy stosować prosty rzaz wachlarzowy (rys. nr 5.20). Polega on na tym, że szpony przypory należy osadzić za zawiasą i wychylić pilę obracając ją wokół tego punktu obrotu tylko do zawiasy! Przypora szponowa stacza się przy tym po pniu.





*Rysunek nr 5.20. Prosty rżaz wachlarzowy*



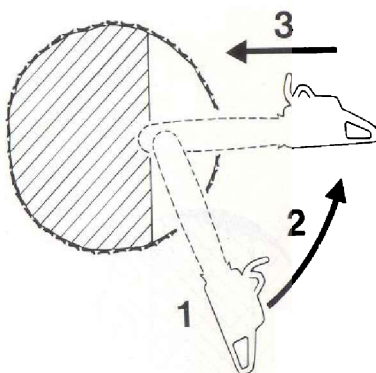
*Rysunek nr 5.21. Powtarzany rżaz wachlarzowy*

Przy grubych pniach o średnicy większej od długości prowadnicy łańcucha stosuje się powtarzany rżaz wachlarzowy – zwany też. rżazem wielosektorowym (rys. nr 5.21) Polega on na tym, że, tak jak poprzednio, przyporę szponową wykorzystuje się jako punkt obrotu.

Wykonanie pierwszego rżazu: wierzchołek prowadnicy należy wprowadzić do drewna za zawiasa – pilę łańcuchową należy przy tym prowadzić idealnie poziomo i możliwie jak najdalej wychylić. Przy przesuwaniu piły w celu wykonania następnego rżazu należy w celu uniknięcia nierównego rżazu ścinającego, pozostawić prowadnicę w całości w rżazie a następnie ponownie osadzić przyporę szponową na krawędzi pnia.

Wykonanie ostatniego rżazu: osadzić pilę tak jak przy prostym rżazie wachlarzowym należy przy tym uważać, aby nie naciąć zbyt głęboko zawiasy. W przypadku, gdy zawiasa zostanie uszkodzona i nastąpi zakleszczenie prowadnicy w pniu, należy wyłączyć silnik i wbijając kliny w rżaz uwolnić pilę.

Przy wycinaniu drzew rosnących pochyło, przy wykonywaniu rżazów odprężających oraz w przypadku konieczności wykonania rżazów sercowych, wykonuje się tzw. rżaz wcinający: (rys. nr 5.22).



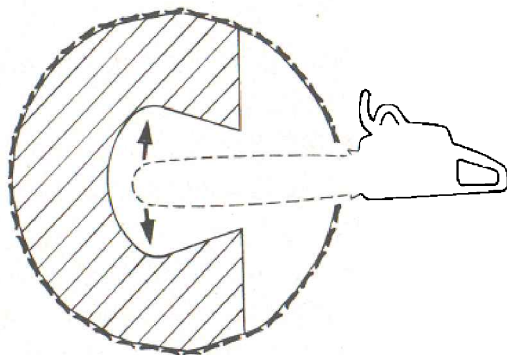
*Rysunek nr 5.22. Rzaz wcinający*

Polega on na:

- wprowadzeniu w drewno dolną częścią wierzchołka prowadnicy, **nigdy górną częścią wierzchołka co może doprowadzić do odrzucenia piły**, wykonać rzaz wcinający w pień na głębokości równa podwójnej szerokości prowadnicy,
- powoli odchyłać pilę od pozycji wcięcia na boki,
- zachowywać prze cały czas szczególną ostrożność – istnieje możliwość odrzucenia piły.

Wykonaniu rzazu sercowego (rys. nr 5.23) stosuje się w przypadku:

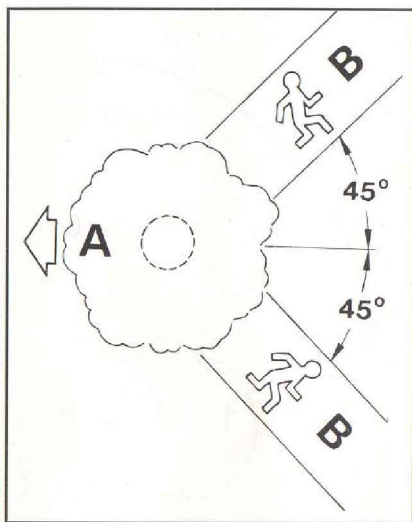
- podczas cięcia pni, których średnica jest większa od dwukrotnej długości prowadnicy,
- przy pniach z twardego drewna jak dęby, buki, aby zachować precyzyjny kierunek obalenia i aby nie zerwać twardego rdzenia,
- przy pniach z miękkiego drewna liściastego, aby zlikwidować naprężenia znajdujące się wewnątrz pnia i zapobiec wyrywaniu z niego drzazg.



*Rysunek nr 5.23. Rzaz sercowy*

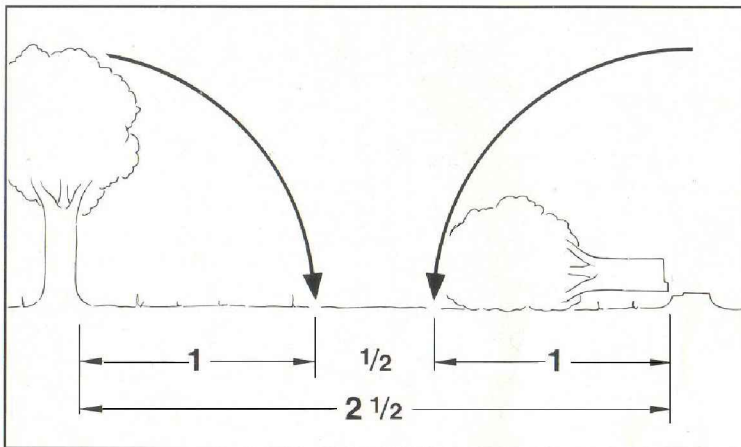
Oddalając się z miejsca obalania należy uważać na spadające gałęzie. Podczas ścinania drzewa stojącego należy zajmować pozycję z boku. Przed obaleniem drzewa należy ustalić:

- czy w polu upadku znajdują się tylko te osoby, które są zatrudnione przy powalaniu,
- czy dla każdego pracownika została wyznaczona droga ewakuacji – ukośnie do tyłu (rys. nr 5.24),



*Rysunek nr 5.24. Zachowanie drogi bezpiecznej ewakuacji*

- czy stanowisko pracy przy pniu jest wolne od przeszkód,
- czy wszyscy pracownicy znajdują się na bezpiecznych stanowiskach pracy,
- czy pomiędzy dwoma sąsiednimi obalonymi drzewami jest zachowana bezpieczna odległość tj. dwie i pół długości obalanych drzew (rys. nr 5.25).



*Rysunek nr 5.25. Strefa bezpieczeństwa podczas ścinania drzew*

#### Transport i przechowywanie

- Przemieszczając się w trakcie pracy należy wyłączyć pilarkę i załączyć hamulec łańcucha tnącego.
- Nigdy nie wynosić piły poza obszar zrębu, gdy łańcuch tnący jest uruchomiony.
- Przenosząc pilę łańcuchową należy trzymać ją za uchwyt przedni a prowadnicę skierować do tyłu (rys. nr 5.26).
- Przy transportowaniu pilarki na dalsze odległości należy nakładać osłonę prowadnicy.
- Przed dłuższym okresem przechowywania lub dłuższym transportem piły należy całkowicie opróżnić zbiornik paliwa i oleju.



*Rysunek nr 5.26. Prawidłowy transport pily*

### **Czynności konserwacji okresowej**

#### Przed każdym uruchomieniem:

- Skontrolować stan techniczny i stan naostrzenia i naprężenia łańcucha tnącego.
- Skontrolować stan techniczny prowadnicy.
- Sprawdzić funkcjonowanie smarowania łańcucha.
- Sprawdzić funkcjonowanie hamulca łańcucha.
- Sprawdzić funkcjonowanie - wyłącznika STOP.
- Blokada przycisku przyspieszenia – sprawdzić działanie.
- Sprawdzić działanie dźwigni przyspieszenia.
- Sprawdzić szczelność korka wlewu zbiornika paliwa i oleju.

#### Po zakończeniu pracy:

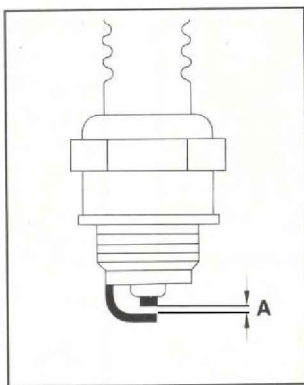
- Wyczyścić filtr powietrza.
- Wyczyścić obudowę wentylatora.
- Skontrolować stan techniczny prowadnicy, wyczyścić otwory olejowe.
- Wyczyścić osadzenie prowadnicy w szczególności kanał olejowy.
- Skontrolować wolne obroty.

#### W przypadku wadliwego działania:

- Wyczyścić wnętrze gaźnika.
- Po czyszczeniu gaźnika należy wyregulować obroty silnika zarówno na biegu jałowym jak i przy maksymalnym otwarciu przepustnicy.

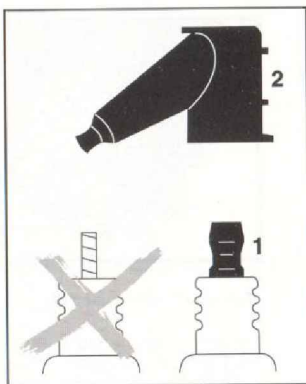
Przeważnie obroty maksymalne wahają się w przedziale 13000÷14000 obr./min. Regulację silnika przeprowadzać zawsze:

- a. na silniku nagrzanym do temperatury nominalnej,
  - b. zgodnie z instrukcją obsługi.
- Wyczyścić taśmę hamulca łańcucha.
  - Sprawdzić i wymienić, jeśli to konieczne świecę zapłonową. Odległość między elektrodami „A” świecy ustawić zgodnie z instrukcją obsługi. Przeważnie jest to 0,5÷0,8 mm (rys. nr 5.27).



*Rysunek nr 5.27. Pomiar odległości między elektrodami*

- Przy wymianie świecy na nową – nie zapomnieć na nakręceniu końcówki 1, która zapewnia prawidłowy kontakt z końcówką 2 przewodu wysokiego napięcia (rys. nr 5.28).



*Rysunek nr 5.28. Prawidłowy montaż świecy zapłonowej*

- Sprawdzić szczelność zamontowania tłumika.
- Wymienić filtr paliwa.
- Wyczyścić zbiornik paliwa/oleju.

Raz w roku należy sprawdzić pilę w autoryzowanym warsztacie.

## Pily tarczowe do betonu i stali

Pilarki tarczowe służą do przecinania konstrukcji metalowych, betonowych w katastrofach budowlanych, służą do usuwania skutków katastrof drogowych, kolejowych cięcia elementów zniszczonych pojazdów.

Pily tarczowe posiadają następujące podzespoły:

- układ napędowy – (silnik z układem zapłonowym, odśrodkowe sprzęgło, zbiornik paliwa, zbiornik z cieczą chłodzącą tarcze tnącą – niektóre typy) ,
- układ tnący – (ramię z pasem klinowym, tarcza tnąca),
- elementy bezpieczeństwa – (osłony elementów wirujących, osłona dłoni, tłumiki drgań, tłumik wydechu, osłona tarczy tnącej).



*Fotografia nr 5.6. Budowa pily tarczowej*

- |                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Tarcza tnąca.                        | 9. Korek zbiornika paliwa            |
| 2. Osłona tarczy.                       | 10. Wyłącznik zapłonu..              |
| 3. Zacisk mocujący tarczę.              | 11. Dzwignia ssania                  |
| 4. Uchwyt przedni.                      | 12. Blokada przycisku przyspiesznika |
| 5. Tłumik wydechu w osłonie             | 13. Przycisk przyspiesznika.         |
| 6. Uchwyt linki urządzenia rozruchowego | 14. Blokada przycisku przyspiesznika |
| 7. Filtr powietrza w osłonie.           |                                      |
| 8. Śruby regulacji gaźnika              |                                      |



*Fotografia nr 5.7. Budowa piły tarczowej c.d.*

15. Świeca zapłonowa.

16. Uźebrowanie cylindra  
silnika.

17 i 18. Elementy naciągu paska  
napędowego.

19. Uchwyt odsłony tarczy  
tnącej.

Poszczególne piły różnią się od siebie mocą zastosowanego silnika oraz średnicą i rodzajem tarczy tnącej.

#### Napełnianie zbiorników paliwa.

Przed napełnieniem zbiornika z paliwem należy zapoznać się z instrukcją obsługi producenta pilarki, a następnie przygotować mieszankę paliwową o określonym składzie. Przykładowe proporcje do przygotowania mieszanki paliwowej podano w rozdziale poświęconym łańcuchowym piłom spalinowym. Niewłaściwy skład mieszanki paliwowej może doprowadzić do zatarcia silnika – za mało oleju, lub do silnego dymienia i utrudnionego zapłonu – za dużo oleju.

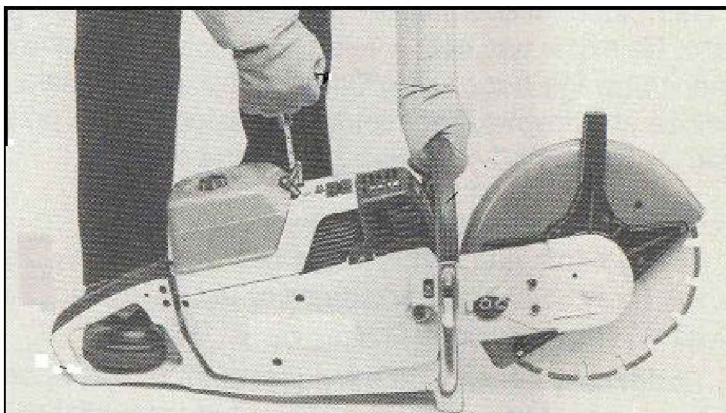
- Przed przystąpieniem do tankowania należy wyłączyć silnik.
- Zaczekać, by silnik ostygł.
- Nie należy dopuścić do kontaktu oczu i skóry z paliwem i olejami.
- Nie wdychać oparów paliwa.
- Uważać, aby paliwo lub olej nie przedostało się do podłoża (ochrona środowiska).

#### Uruchomienie

- Należy sprawdzić stan techniczny i prawidłowość działania urządzenia.
- W szczególności sprawdzić funkcjonowanie: napędu tarczy tnącej, właściwe zamontowanie osłony tarczy, stan techniczny tarczy tnącej oraz napięcie paska przenoszącego napęd z silnika na tarczę tnącą.

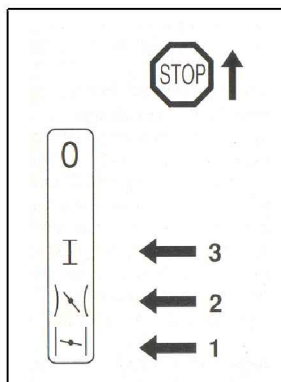


- Sprawdzić prawidłowe funkcjonowanie dźwigni przyspiesznika, wyłącznika stop.
- Przed uruchomieniem należy upewnić się, że w pobliżu nie znajdują się osoby postronne oraz zwierzęta.
- Przy uruchamianiu pilarkę należy trzymać mocno i w bezpieczny sposób (fot. nr 5.8).



*Fotografia nr 5.8. Prawidłowa postawa przy uruchamianiu piły tarczowej.*

- Linkę urządzenia rozruchowego należy zawsze wyciągać do końca.
- Uruchamiając zimny silnik należy dźwignię sterowania gaźnikiem ustawić w pozycji 1. Uruchamiając silnik już „nagrzany” należy dźwignię sterowania gaźnikiem ustawić w pozycji 2 (rys. nr 5.29).
- Zatrzymanie silnika następuje po ustawieniu dźwigni w pozycji 4.
- W pozycji 3 dźwignię ustawia się automatycznie po osiągnięciu przez silnik nominalnych obrotów wejściu silnika w momencie naciśnięcia dźwigni przyspiesznika.



*Rysunek nr 5.29. Przykładowe oznaczenia i położenia dźwigni sterowania gaźnikiem*

W pilach pracują silniki dwusuwowe studzone powietrzem i pracujące na mieszance paliwowo olejowej w proporcji tak, jak piły do drewna. Przed napełnieniem zbiornika paliwem należy zapoznać się z instrukcją obsługi opracowaną przez producenta piły.

## **Technika pracy**

### Do cięcia stosuje się tarcze tnące:

- z cząstek ściernych najczęściej z korundu spojonych żywicą syntetyczną i zbrojone włóknami szklanymi,
- ze stali z elementami tnącymi z węglików spiekanych,
- ze stali z drobinami syntetycznych diamentów zatopionych na obwodzie tarczy w miękkim metalu tzw. tarcze „diamentowe”.

### Tarcze tnące korundowe służą do cięcia:

- elementów betonowych,
- kamiennych,
- dachówek ceramicznych i cementowych,
- elementów metalowych bez względu na grubość tj. blachy, profile walcowane, profile zamknięte itp.

### Tarcze tnące stalowe z węglikami spiekanymi służą do cięcia:

- blach o grubości do 1 mm,
- poszyc dachowych deski o grubości do 1”
- blachy płaskie i blachodachówki,
- eternitu,
- karoserii samochodowych.

Cięcie elementów betonowych, kamiennych, z betonu zbrojonego lub grubych powyżej 1 mm elementów stalowych spowoduje wyrwanie węglików spiekanych ze stalowej tarczy.

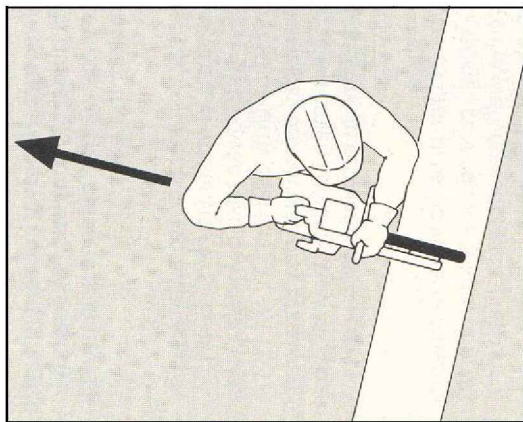
Tarcze tnące „diamentowe” służą do cięcia:

- elementów betonowych,
- kamiennych,
- ceramicznych.

Nie nadają się do cięcia elementów stalowych.

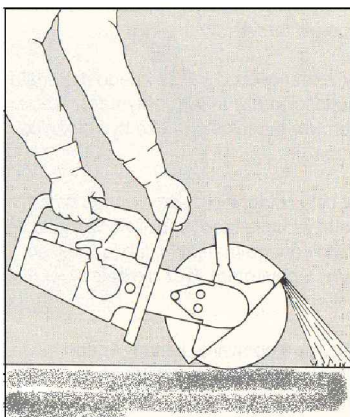
Tarcze z elementami z węglików spiekanych i diamentowe posiadają określony kierunek obrotu oznaczony na powierzchni tarczy tnącej, na co trzeba zwrócić uwagę podczas montażu w uchwycie piły. Należy stosować tarcze z otworem montażowym zgodnym z instrukcją producenta. Zabrania się stosowania pierścieni redukcyjnych w przypadku za dużego otworu w tarczy w stosunku do średnicy wałka napędowego piły tarczowej.

Podczas korzystania z tarcz ciernych korundowych nie jest istotny kierunek obrotu tarczy, ale należy zwrócić uwagę na przeznaczenie tarczy wyróżniane są tarcze do cięcia betonu i do cięcia stali. Piłę prowadzić w taki sposób, aby żadna część ciała operatora nie znajdowała się na linii cięcia tarczy tnącej (rys. nr 5.30).



*Rysunek nr 5.30. Prawidłowa postawa podczas cięcia*

Oslonę tarczy należy ustawić tak aby cząstki ciętego materiału kierować z dala od operatora i piły (rys. nr 5.31).



*Rysunek nr 5.31. Prawidłowe ustawienie osłony tarczy*

Podczas przecinania elementów stalowych należy zwrócić szczególną uwagę na wydobywające się iskry, ponieważ mogą one spowodować zapalenia się materiałów nawet odległych o kilkanaście metrów od miejsca pracy piłą tarczową.

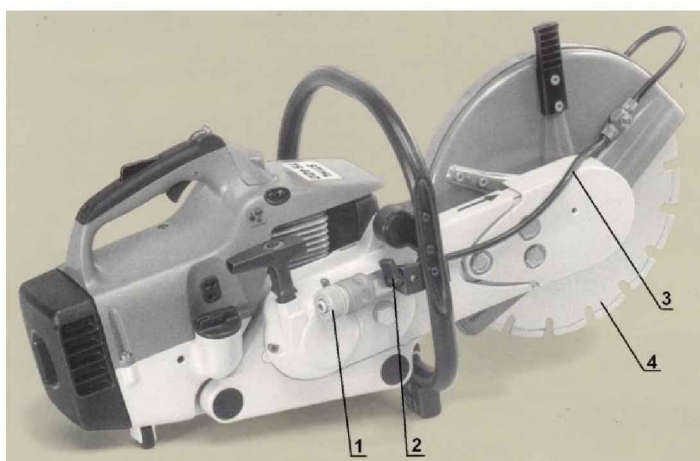
Podczas cięcia elementów betonowych, z kamienia naturalnego powstaje bardzo dużo pyłu, który utrudnia widoczność i proces oddychania oraz powoduje zanieczyszczenie samego urządzenia jak i najbliższego otoczenia. Z tego powodu podczas cięcia tych materiałów należy w miarę możliwości wykorzystywać naturalną wentylację spowodowaną przez wiatr i tak kierować wydobywający się pył spod tarczy, aby wiatr rozwiewał zapylenie.

Produkowane są również piły tarczowe, które posiadają zbiornik wody (fot. nr 5.9) lub tylko przyłącze do węża (fot. nr 5.10), którym dostarczana jest woda do zwilżania tarczy i ciętego elementu.



- Fotografia nr 5.9. Widok piły ze zbiornikiem wody*
1. Zbiornik wody zamontowany na ramie nośnej piły
  2. Przewód doprowadzający wodę do tarczy tnącej
  3. Tarcza tnąca „diamentowa”

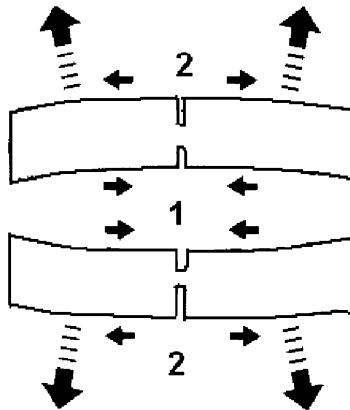
Istnieją też piły tarczowe z możliwością podłączenia przewodu doprowadzającego wodę do tarczy tnącej.



- Fotografia nr 5.10. Pila tarczowa z systemem zwilżania tarczy tnącej*
- |                                                  |                                                  |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. Szybkozłącze przewodu doprowadzającego wodę   | 3. Przewody doprowadzające wodę do tarczy tnącej |
| 2. Zawór odcinający dopływ wody do tarczy tnącej | 4. „Diamentowa” tarcza tnąca                     |

Zasady pracy z piłą tarczową:

- Przy wyjmowaniu tarczy piły z ciętego materiału układ tnący musi być w ruchu.
- Przy wykonywaniu kilku cięć należy zwalniać dźwignię przyspiesznika pomiędzy poszczególnymi cięciami.
- Nie przecinać od dołu wolno zwisających elementów konstrukcyjnych.
- Podczas pracy na zboczu użytkownik piły musi znajdować się powyżej lub z boku ciętego elementu.
- Zachować szczególną ostrożność podczas cięcia naprężonych elementów konstrukcyjnych, aby wyeliminować możliwość zaciśnięcia rzazu. Elementy będące pod naprężeniem należy najpierw przecinać od strony ściskanej (1), a następnie przeciąć od strony rozciąganej (2) (rys. nr 5.32).

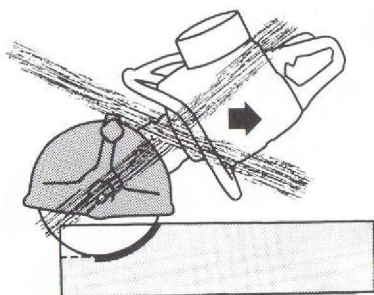


*Rysunek nr 5.32. Kolejność wykonywania rzazów*

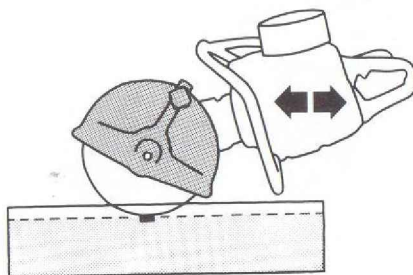
- Nigdy nie pracować piłą trzymając ją powyżej barków lub jedną ręką.
- Zachować szczególną ostrożność na śliskiej mokrej powierzchni, na śniegu i lodzie.
- Starać się pracować na stabilnym podłożu. Do prac na wysokości stosować rusztowania.
- Tarcze korundowe są bardzo kruche, z tego powodu nie należy uderzać nimi w cięte elementy oraz nie należy jej wyginać, gdy tarcza jest zagłębiona w rzazie.
- Podczas pracy należy zawsze tarczę tnącą ustawiać prostopadle do ciętego elementu
- **Zabroniona jest praca boczną powierzchnią tarczy.**
- Podczas cięcia nie należy wykonywać głębokich rzazów (rys. nr 5.33), co powoduje duże opory dla silnika piły spadek obrotów i szybkości cięcia

urządzenia, doprowadza do przegrzania tarczy tnącej oraz może spowodować pęknięcie tarczy.

- Najlepsze efekty cięcia uzyskuje się, gdy rzaz jest płytki, a operator urządzenia wykonuje obracającą się tarczą ruchy posuwisto-zwrotne po powierzchni ciętej (rys. nr 5.34)



*Rysunek nr 5.33 Nieprawidłowy rzaz*

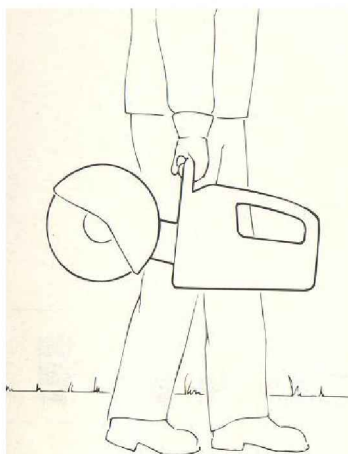


*Rysunek nr 5.34 Prawidłowy rzaz*

- Przy stosowaniu tarcz ściernych do cięcia na mokro należy zwracać uwagę, aby tarcza była spryskiwana równomiernie po obydwu stronach. Dopływ wody należy wyłączyć przed zatrzymaniem silnika, a mokre tarcze zużyć w tym samym dniu.

#### Transport i przechowywanie

Przemieszczając się w trakcie pracy należy wyłączyć silnik piły. Przenosząc pilę należy trzymać ją za uchwyt przedni a prowadnicę skierować do tyłu (rys. nr 5.35).



*Rysunek nr 5.35 Prawidłowy transport piły*

Przy transportowaniu pilarki na dalsze odległości należy nakładać osłonę prowadnicy.

Przed dłuższym okresem przechowywania lub dłuższym transportem piły należy całkowicie opróżnić zbiornik paliwa.

### **Czynności konserwacji okresowej**

#### Przed każdym uruchomieniem:

- Skontrolować stan techniczny całego urządzenia i napięcia paska klinowego.
- Skontrolować stan techniczny tarczy tnącej.
- Sprawdzić czystość filtra powietrza.
- Sprawdzić bieg jałowy tarcza tnąca powinna pozostawać bez ruchu.
- Sprawdzić funkcjonowanie – wyłącznika STOP.
- Sprawdzić działanie dźwigni przyspieszenia.
- Sprawdzić szczelność korka wlewu zbiornika paliwa.

Po zakończeniu pracy należy wyczyścić filtr powietrza. Cięcie szczególnie materiałów budowlanych powoduje duże zapylenie i zapchanie filtrów powietrza. Niedrożne filtry mogą utrudniać rozruch i osiągnięcie maksymalnych obrotów silnika pod obciążeniem.

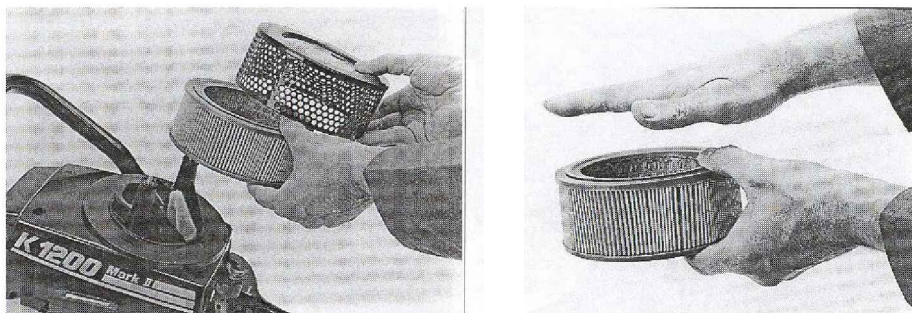
#### Wyróżnia się następujące rodzaje filtrów:

- filtr wstępnego oczyszczania,
- filtr główny.

Złożona konstrukcja filtra powoduje prawidłowe oczyszczenie powietrza. Przed przystąpieniem do czyszczenia filtrów należy dokładnie zapoznać się z instrukcją obsługi ponieważ:

- Jedne filtry należy tylko wytrzeć dłonią, a wszelki kontakt z wodą lub olejem dyskwalifikuje je z dalszego użycia (fot. nr 5.11),

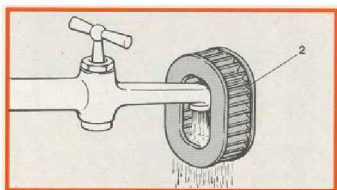




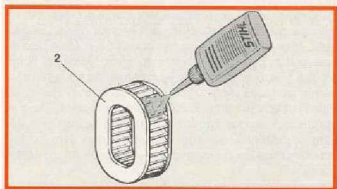
*Fotografia nr 5.11. Etapy czyszczenia filtra*

- Filtry główne pilarek pracujących przy cięciu betonu należy wymieniać po okresie zalecany przez producenta. Okresy te w zależności od typu i marki urządzenia wahają się od 20÷30 godzin przy cięciu betonu lub innego ceramicznego materiału, do 40÷60 godzin przy cięciu stali i innych metali.
- Inne (podobnie wyglądające) należy przepłukać wodą i dodatkowo impregnować je specjalnym olejem do filtrów w sprayu (rys. nr 5.36 – 5.38)

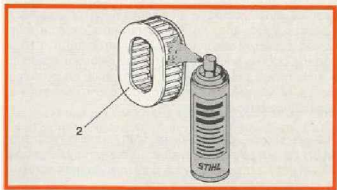
#### Etapy konserwacji filtra powietrza



*Rysunek nr 5.36.  
Plukanie wodą*



*Rysunek nr 5.37  
Nasączanie olejem*

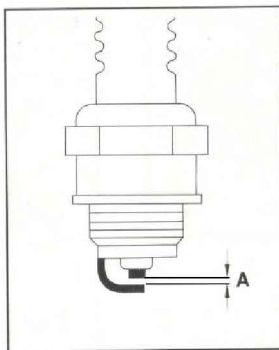


*Rysunek nr 5.38  
Nasączanie olejem*

- Skontrolować stan techniczny tarczy tnącej. czy nie ma pęknięć, wyłamanej krawędzi tnącej itp.
- Naciągnąć lub wymienić pasek klinowy.
- Prawidłowy luz paska pozwala na ugięcie go palcem o około 0,5 do 1 cm.

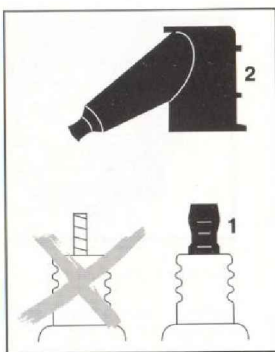
W przypadku stwierdzenia wadliwego działania

- Wymienić świecę zapłonową. Odległość między elektrodami „A” świecy ustawić zgodnie z instrukcją obsługi. Przeważnie jest to  $0,5 \div 0,8$  mm (rys. nr 5.39).



*Rysunek nr 5.39. Pomiar odległości między elektrodami*

- Przy wymianie świecy na nową – nie zapomnieć na nakręceniu końcówki 1, która zapewnia prawidłowy kontakt z końcówką 2 przewodu wysokiego napięcia (rys. nr 5.40).



*Rysunek nr 5.40. Prawidłowy montaż świecy zapłonowej*

- Sprawdzić szczelność zamontowania tłumika.
- Skontrolować wolne obroty – tarcza tnącą nie powinna się obracać.

- Naciągnąć lub wymienić pasek klinowy. Należy zwrócić uwagę na odpowiedni zalecany przez producenta pilarki wymiar i profil paska.
- Przy wymianie paska klinowego postępować zgodnie z instrukcją obsługi producenta piły.
- Wymienić filtr paliwa i powietrza – przy wymianie stosować tylko oryginalne wyroby i postępować zgodnie z instrukcją obsługi producenta.
- Wymienić kratkę przeciwiwskrzeniową w tłumiku.

Raz w roku należy sprawdzić pilarkę w autoryzowanym warsztacie.

#### **Literatura:**

1. Rodzina norm PN-EN 381cz.1÷5 i cz. 7÷11 *Odzież ochronna dla użytkowników pilarek łańcuchowych.*
2. Gil D., *Sprzęt ratowniczy.* Szkoła Podoficerska Państwowej Straży Pożarnej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2004.
3. Kaliciecki H, *Podręcznik mechanika straży pożarnych.* Warszawa 1977.
4. Instrukcje obsługi i materiały szkoleniowe opracowane przez producentów (Stihl i Partner) pił tarczowych i łańcuchowych

## **Temat 6**

# **Podstawowe zadania strażaków ratowników OSP w czasie działań chemiczno-ekologicznych**

Z roku na rok otaczający świat stwarza wielkie niebezpieczeństwo z tytułu przewożenia materiałów niebezpiecznych. Przewóz materiałów odbywa się środkami transportu samochodowego, kolejowego, wodnego i lotniczego. Dodatkowo w transporcie kolejowym występują coraz większe ilości przewozów substancji chemicznych tranzytem. Potencjalne źródła zagrożenia chemicznego występują najczęściej w miejscu magazynowania, przetwarzania oraz podczas transportu. Według statystyki jednostki ZSP PSP i OSP najczęściej biorą udział w akcjach przy usuwaniu rozlewisk substancji podczas transportu. Transport materiałów niebezpiecznych obwarowany jest szeregiem umów międzynarodowych oraz przepisami tworzonymi przez poszczególne kraje.

W celu ujednolicenia działań identyfikacyjnych i stworzenia spójnych działań, wprowadzono system oznaczeń na samochodach, cysternach, wagonach, oraz bezpośrednio na opakowaniach substancji niebezpiecznych, które jednak nie zawsze są stosowane. Zgłoszenie przewozu takich substancji jest niekiedy do tego stopnia lakoniczne, że dokonana przez Powiatowe Stanowisko Kierowania wstępna ocena rodzaju zgłoszenia nie będzie wskazywać na zagrożenie chemiczno-ekologiczne, a dysponowane w tych sytuacjach z reguły zastępy gaśnicze i techniczne mogą zostać na miejscu zdarzenia skonfrontowane z niebezpieczeństwem, którego się nie spodziewali. Taki scenariusz wydarzeń jest możliwy zarówno wtedy, gdy powiat dysponuje wystarczającymi siłami i środkami do likwidacji zagrożeń chemiczno-ekologicznych, jak i w sytuacji, gdy w powiecie nie ma własnych specjalistycznych sił.

W sytuacji przyjęcia przez Powiatowe Stanowisko Kierowania jednoznacznej informacji o zdarzeniu chemiczno-ekologicznym i braku na obszarze powiatu odpowiednich sił i środków do likwidacji zagrożenia, konieczne jest podjęcie wstępnych działań zabezpieczających i przeprowadzenie wstępnego rozpoznania na miejscu zdarzenia. W rzeczywistości większość prostych zdarzeń o charakterze chemicznym jest rozpoznawana przez zastępy niespecjalistyczne, do

których zalicza się jednostki Ochotniczych Straży Pożarnych działających przede wszystkim w pobliżu terenów wiejskich. Do zabezpieczenia i likwidacji tych zagrożeń zwykle wystarczają pewne partie sprzętu rozpoznawania zagrożeń, zabezpieczenia miejsca zdarzenia i wykonania prostych czynności. Wskazuje to na potrzebę uwzględnienia tej sytuacji w elementarnych przedsięwzięciach organizacyjnych. Rozpoznanie wstępne podejmowane przez pierwsze zastępy ratownicze na miejscu zdarzenia jest również ważnym elementem przejścia od wykonania podstawowych czynności zabezpieczających do etapu dysponowania sił sekcji ratownictwa ekologicznego i pełnego ich rozwinięcia taktycznego. Podstawowy kontekst rozpoznania wstępnego powinien znaleźć odzwierciedlenie w planowaniu sił i środków pierwszego rzutu.

W prawidłowym ogarnięciu i poradzeniu sobie z sytuacją przez ratowników pomaga znajomość elementów organizacji akcji ratownictwa chemicznego, które zawarte są w rozporządzeniu MSWiA z dnia 29 grudnia 1999r w sprawie szczegółowych zasad organizacji Krajowego Systemu Ratowniczego-Gaśniczego.<sup>29</sup>

Przytoczone niżej elementy organizacji akcji ratowniczej są zaczerpnięte z projektu nowelizacji tego przepisu z dn. 28 lutego 2006 r.<sup>30</sup>

„§ 23.

1. Organizacja systemu ratowniczego w zakresie ratownictwa chemicznego obejmuje zespół działań planistyczno – organizacyjnych oraz stosowanie środków, sprzętu i wszelkich przedsięwzięć niezbędnych do zmniejszenia lub likwidacji skutków bezpośrednich zagrożeń stwarzanych przez substancje niebezpieczne dla ludzi, zwierząt, środowiska i mienia.
2. Organizacja ratownictwa ekologicznego obejmuje zespół działań planistyczno – organizacyjnych oraz stosowanie technicznych zabezpieczeń niezbędnych do ratowania środowiska naturalnego i mienia oraz stosowania środków neutralizujących, pochłaniających, ograniczających lub zatrzymujących powstałe skażenie w wyniku wycieku, emisji lub pożaru substancji niebezpiecznych.
3. Organizacja ratownictwa chemicznego i ekologicznego, o której mowa w ust. 1 i 2, obejmuje w szczególności,
  - a. rozpoznawanie zagrożeń oraz prognozowanie ich rozwoju, w tym identyfikację substancji niebezpiecznej stwarzającej zagrożenie,
  - b. ewakuację poszkodowanych i zagrożonych ludzi oraz zwierząt poza strefę zagrożenia,
  - c. prognozowanie rozwoju skażenia środowiska i ocenę rozmiarów zagrożenia oraz zmian wielkości strefy zagrożenia dla ludności,

<sup>29</sup> Strona internetowa Komendy Głównej PSP/KSRG

<sup>30</sup> Strona internetowa MSWiA zakładka nowelizacje/projekty

- d. ostrzeganie i alarmowanie o zagrożeniu oraz informowanie o zasadach zachowania się w sytuacji powstałego zagrożenia,
  - e. wykorzystanie wiedzy i umiejętności ekspertów oraz sprzętu i urządzeń do analizowania i prognozowania zagrożenia oraz prowadzenia działań ratowniczych,
  - f. dostosowanie sprzętu oraz technik ratowniczych do miejsca zdarzenia i rodzaju substancji niebezpiecznej stwarzającej zagrożenie w celu ograniczenia skutków wycieku, parowania lub emisji substancji niebezpiecznej,
  - g. stawianie zapór na ciekach lub obszarach wodnych zagrożonych skutkami rozlania substancji niebezpiecznych,
  - h. związywanie substancji ropopochodnych sorbentami i innymi środkami pochłaniającymi.
4. Ratownictwo chemiczne i ekologiczne prowadzą, w zakresie wynikającym z planu ratowniczego:
- a. podmioty systemu ratowniczego, z uwzględnieniem ich wykształcenia, możliwości sprzętowo – technicznych i środków ochrony osobistej,
  - b. specjalistyczne grupy ratownictwa wodno – nurkowego, o których mowa w § 22 ust. 3 pkt 4,
  - c. specjalistyczne grupy ratownictwa chemiczno – ekologicznego Państwowej Straży Pożarnej i **innych podmiotów włączonych do systemu ratowniczego**, które podejmują również działania ratownicze polegające na:
    - przepompowywaniu i przemieszczaniu substancji niebezpiecznej do nowych lub zastępczych zbiorników,
    - obwałowywaniu lub uszczelnianiu miejsc wycieku substancji niebezpiecznej,
    - prognozowaniu rozwoju zagrożenia oraz oceny ryzyka dla ludzi i środowiska oraz ratowników,
    - likwidacji emisji lub wycieku substancji niebezpiecznej,
    - neutralizacji substancji niebezpiecznej substancjami chemicznymi,
    - związywaniu substancji niebezpiecznej sorbentami,
    - zbieraniu substancji niebezpiecznej z zanieczyszczonej powierzchni wody lub gleby,
    - prowadzeniu dekontaminacji w zakresie wynikającym z możliwości sprzętowo – technicznych.”

Podstawą do podejmowania jakichkolwiek działań z zakresu ratownictwa chemicznego jest umiejętność szybkiej i właściwej identyfikacji substancji stwarzającej potencjalne zagrożenie dla życia ludzkiego, bądź środowiska naturalnego.

## Elementy zagrożeń i zachowania się przy zdarzeniach z substancjami niebezpiecznymi

Zagrożenia spowodowane awariami i katastrofami chemicznymi można podzielić na kilka grup.

### Ze względu na miejsce awarii:<sup>31</sup>

- w zakładach i obiektach przemysłowych,
- w transporcie drogowym i kolejowych.

### W przypadku transportu szczegółowymi przyczynami zagrożeń są:

- ilość przeprowadzanych transportów,
- stan techniczny środków transportu i polskich dróg,
- brak wydzielonych i oznakowanych tras przewozów materiałów niebezpiecznych,
- nieprzestrzeganie przez przewoźników przepisów transportowych,
- brak monitoringu transportu.

### Ze względu na rodzaj substancji niebezpiecznej:

- gazowe,
- ciekłe,
- stałe.

### Ze względu na rodzaj oddziaływania:

- na zdrowie i życie ludzkie,
- na środowisko przyrodnicze i materialne,
- na infrastrukturę techniczną i komunalną.

Ratownicy dojeżdżając do miejsca zdarzenia z udziałem substancji niebezpiecznych powinni zachować szczególne środki bezpieczeństwa. Jeżeli stanowisko kierowania uprzedziło dowódcę, że w zgłoszeniu powiadomiono o zagrożeniu substancją niebezpieczną to należy:

- wybrać drogę dojazdu „z wiatrem”,
- zatrzymać się ok. 50 m od miejsca zdarzenia.

Niestety - nie zawsze powiadamiający potrafią przekazać informacje o zagrożeniach podczas zgłoszenia do stanowiska kierowania. W takiej sytuacji ważna jest rola rozpoznania wstępnego podczas dojazdu. Zewnętrzne oznaki zagrożeń powinny wymusić na nas zachowanie powyższych bezpiecznych zasad dojazdu do zdarzenia.

---

<sup>31</sup> Wojnarowski A., Obolewicz-Pietrusiak A., *Podstawy Ratownictwa Chemicznego*. Firex, Warszawa 2001.



*Fotografia nr 6.1. Rozpoznanie zagrożeń (foto L. Węckowski)*

Jeżeli zauważymy podczas dojazdu:

- „pomarańczowe tablice”,
- obłok pyłu lub gazu unoszącego się nad miejscem,
- cysterny kolejowe,
- autocysterny,
- butle wysokociśnieniowe,
- rozlewiska substancji,

wtedy musimy założyć, że mamy do czynienia z substancją niebezpieczną, która mogła się wydostać podczas zdarzenia. Trzeba wtedy w rozpoznaniu na miejscu akcji ustalić, z jaką substancją mamy do czynienia i czy doszło do rozszczelnienia. W ustaleniu substancji i niebezpieczeństw pomoże nam stanowisko kierowania. W zależności od tego, z jaką substancją mamy do czynienia, będą zależały nasze dalsze działania. Jeżeli nie doszło do rozszczelnienia i otrzymaliśmy potwierdzenie, z jaką substancją mamy do czynienia i rodzajem zagrożenia, przystępujemy do oznakowania odpowiedniej wielkości strefy niebezpiecznej. Ewakuujemy osoby zagrożone i zabezpieczamy teren do momentu przyjazdu jednostki specjalistycznej ratownictwa chemicznego.

Niebezpieczniej jest, gdy doszło do rozszczelnienia substancji chemicznej - wtedy nasze działania ograniczają się w pierwszej fazie do zidentyfikowania z bezpiecznej odległości rodzaju substancji i wynikających z tego zagrożeń. Gdy okaże się, że mamy do czynienia z substancjami ropopochodnymi, to do czasu przyjazdu jednostki specjalistycznej w ramach posiadanego sprzętu i sorbentów ograniczamy rozlewisko oraz zabezpieczamy kanały, ciekie i zbiorniki wodne przed skażeniem.



W zależności od warunków atmosferycznych i substancji ropopochodnej musimy pamiętać o bezpieczeństwie własnym, a w tym o:

- zagrożeniu pożarowym,
- zagrożeniu zatruciem,
- zagrożeniu skażeniem.

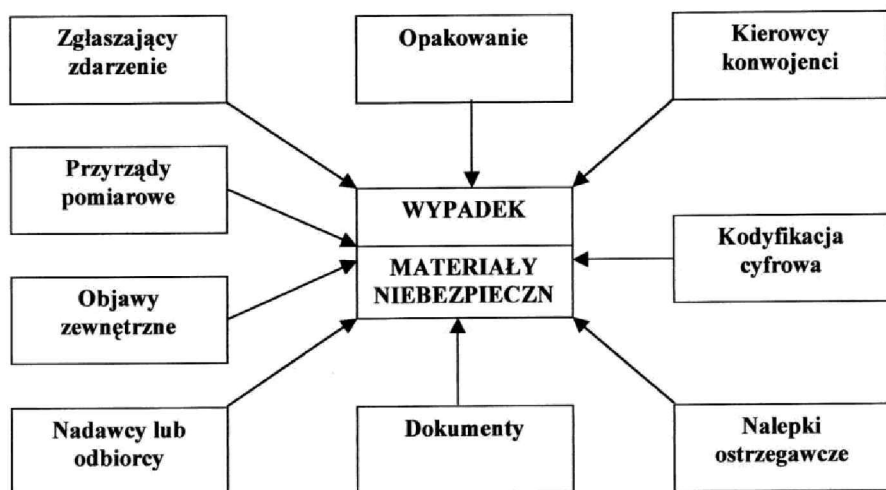
Dla bezpieczeństwa podczas akcji, np. z olejem napędowym musimy pamiętać o:

- ratownika z nawodnioną linią gaśniczą,
- aparatach oddechowym podczas intensywnego odparowywania substancji,
- ubraniach przeciwbryzgowych.



*Fotografia nr 6.2. Ratownik w ubraniu ochronnym (Foto L. Węckowski)*

Rysunek 6.1.przedstawia, w jaki sposób możemy zidentyfikować zagrożenia.



Rysunek nr 6.1 Schemat rozpoznawania zagrożeń<sup>32</sup>

Źródłem informacji mogą być również przypadkowi świadkowie (gapie), których zdecydowanie więcej będzie w aglomeracji miejskiej, natomiast mniej, gdy zdarzenie ma miejsce w terenie wiejskim lub na odludziu. Postronnych obserwatorów nie należy lekceważyć, gdyż będą analizować obserwowane zdarzenie i działania pierwszych przybyłych na teren akcji ratowników — ich szybkość, zdecydowanie i fachowość. Najważniejszymi i nieodzownymi źródłami są informacje graficzne, nalepki ostrzegawcze i kodyfikacja cyfrowa.

Poniżej przytoczono kilka wskazówek zachowania się substancji niebezpiecznych w miejscu zdarzenia. Gazy, ciecze i ciała stałe, pod względem własności fizycznych są diametralnie różne.

### Gazy

Gazy, pary rozchodzą się szybko w różnych kierunkach zgodnie z gęstością względem powietrza, mogą unosić się w górę, rozchodzić się w całej przestrzeni lub zajmować dolne partie, czyli mogą pełzać. Gazy mogą być bezwonne lub charakteryzować się specyficznym zapachem, które z nich są bardziej niebezpieczne! Gazy bezwonne są bardziej niebezpieczne, gdyż człowiek przyzwyczaja się do środowiska nie reagując na niebezpieczne dawki. Gazy o agresywnej woni powodują, iż człowiek opuszcza niebezpieczną strefę.

Biogazy, których przedstawicielem jest siarkowodor o wzorze  $H_2S$  występuje na wysypiskach śmieci, szambach, w studzienkach kanalizacyjnych itp.

<sup>32</sup> Ranecki J., *Ratownictwo chemiczno-ekologiczne*. S.A. PSP, Poznań 1998, s. 118.

Jest to gaz palny, wybuchowy i trujący, przed przystąpieniem do działań należy bezwzględnie odczekać co najmniej 0,5 godz., w celu zmniejszenia dawki niebezpiecznej dla ludzi i rozpocząć działanie.

### Ciecz

Ciecze mogą być pożarowo niebezpieczne, czyli palne i agresywne dla ludzi i środowiska. Ciecze podczas wycieku będą rozchodziły się w określonych kierunkach zgodnie z ukształtowaniem terenu, szukając najniższego punktu: mogą to być kanały ściekowe, burzówki, pobocza szosy itp. Podłoża, po którym najlepiej rozchodzą się ciecze to powierzchnie gładkie (płytki, gumolity, parkiety, lastriko, itp.). Powierzchnie nieutwardzone pobocza, zwykła piaszczysta droga, chłoną ciecz jak sito. Najgorszym podłożem jest tłuczeń, pod torami kolejowymi uniemożliwia on dokładne określenie ilości pochłoniętej substancji, która wymaga, dokładnego zebrania i oczyszczenia. Asfalt to powierzchnia chropowata składająca się z szeregu porów, które łatwo wypełniane są przez ciecze, trudno do całkowitego oczyszczenia.

Jeśli substancja niebezpieczna jest lżejsza od wody będzie gromadziła się na powierzchni nie mieszając się z nią ze względu na inne napięcie międzyfazowe. Do tych zaliczamy substancje ropopochodne takie jak: benzyna, olej napędowy i opałowy, oleje, mazut.

Substancje rozpuszczalne w wodzie uniemożliwiają szybkie wykrycie. Efekt zanieczyszczenia zauważalny będzie poprzez uspione ryby.

Ciecze o dużej szybkości parowania energicznie przechodzą w stan lotny stwarzając dodatkowe niebezpieczeństwo powstania wybuchu, pożaru, jeśli legitymują się własnościami palnymi. Ciecze o własnościach żrących zniszczą życie biologiczne i powierzchniowe, do nich zaliczamy stężone kwasy organiczne i nieorganiczne, ługi itp. Łatwo je rozpoznać, gdyż bardzo szybko reagują z wilgotnymi podłożami, czego skutkiem jest duża ilość wydzielającego się ciepła.

### Ciała stałe

Ciała stałe mogą występować jako monolity lub jako rozdrobnione: wiórki, pyły. Jeśli to będą metale, to łatwo je rozpoznać po metalicznym, połyskliwym wyglądzie.

Wśród metali na szczególne wyróżnienie zasługują: lit, sól, potas, rubid. Te substancje nie mogą mieć kontaktu z wodą, gdyż ulegną samoistnemu zapaleniu wydzielając wodór, który spali się w sposób wybuchowy.

Wyżej wymienione wskazówki powinny być ułatwieniem dla ratowników w celu usunięcia zagrożenia.

## System oznakowań wynikający z przepisów ADR- RID

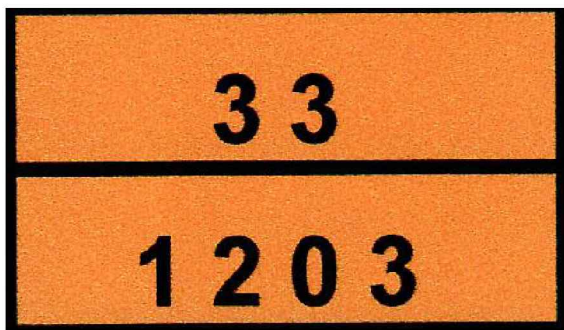
Jest to podstawowy i obowiązujący praktycznie w całej Europie (z wyjątkiem Wielkiej Brytanii) system oznaczeń kodowych stosowany w transporcie materiałów niebezpiecznych. Graficzne oznakowanie pojazdów przewożących materiały niebezpieczne przewiduje umieszczenie na nich pomarańczowych, odbłaskowych tablic ostrzegawczych o wymiarach 30x40cm. Tablica w górnej części zawiera numery rozpoznawcze zagrożenia, a w dolnej numer porządkowy substancji (kod ONZ). Numer rozpoznawczy zagrożenia jest podstawową informacją dla ratowników, informuje o stanie skupienia substancji, jej palności, toksyczności, reaktywności, radioaktywności, właściwościach żrących i utleniających. Informacja przekazywana jest w postaci kodu cyfrowego, przy czym każdej właściwości przypisana jest cyfra. Podwojenie cyfry wskazuje na wzrost opisywanego zagrożenia. W oznakowaniu jest dodatkowo stosowany symbol "X", który umieszczony przed numerem niebezpieczeństwa informuje o możliwości zajścia gwałtownych reakcji pod wpływem wody. Numer porządkowy substancji jest międzynarodowym oznakowaniem identyfikacyjnym określonej substancji chemicznej.

|                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Liczba w liczniku oznacza numer rozpoznawczy<br/>niebezpieczeństwa</b>              |
| <b>Liczba w mianowniku oznacza numer ONZ<br/>z katalogu substancji niebezpiecznych</b> |

*Rysunek nr 6.2. Schemat tablic ostrzegawczych*

### Znaczenie cyfr zawartych w liczniku

- 0 – brak dodatkowego zagrożenia,
- 2 – emisja gazu spowodowana ciśnieniem lub reakcją chemiczną,
- 3 – zapalność materiałów ciekłych i gazów lub materiałów ciekłych samonagrzewających się,
- 4 – zapalność materiałów stałych lub materiałów stałych samonagrzewających się,
- 5 – działanie utleniające (wzmagające palenie),
- 6 – działanie trujące lub zakaźne,
- 7 – działanie promieniotwórcze,
- 8 – działanie żrące,
- 9 – zagrożenie samorazną i gwałtowną reakcją,
- X – materiał reaguje niebezpiecznie z wodą (gaszenie za zgodą specjalistów).



Ciecz łatwozapalna

W/g katalogu  
Benzyna

*Rysunek nr 6.3. Tablica określająca zagrożenia ADR-RID*



*Fotografia nr 6.3. Graficzne znaki ostrzegawcze ADR-RID  
(foto Internet)<sup>33</sup>*

### **Diamant niebezpieczeństw**

Używany w USA system graficzny umożliwiający natychmiastową ocenę niebezpieczeństwa. Tworzy on ujednolicony przez National Fire Protection Association (NFPA) system rozpoznania trzech głównych rodzajów zagrożeń:

- zagrożenie pożarowe,
- zagrożenie zdrowia,
- niebezpieczeństwo gwałtownych reakcji chemicznych.

<sup>33</sup> Wszystkie graficzne znaki ADR-RID w załączniku nr1



*Rysunek nr 6.4. Diament niebezpieczeństwa*

Sektor biały:

- puste pole – woda dopuszczalna jako środek gaśniczy,
- **W** – nie używać wody jako środka gaśniczego,
- znaczek promieniowania-przy uwolnieniu materiału niebezpieczeństwo promieniowania.

Sektor żółty (wybuchowość):

- **4** - duże niebezpieczeństwo eksplozji,
- **3** - niebezpieczeństwo eksplozji pod wpływem ciepła lub silnego wstrząśnięcia,
- **2** - możliwe silne reakcje chemiczne
- **1** - przy ogrzaniu materiał niestabilny,
- **0** - brak niebezpieczeństwa w normalnych warunkach.

Sektor czerwony (palność):

- **4** - materiał ekstremalnie łatwo palny przy każdej temperaturze,
- **3** - niebezpieczeństwo zapalenia przy normalnej temperaturze,
- **2** - niebezpieczeństwo zapalenia przy ogrzaniu,
- **1** - niebezpieczeństwo zapalenia przy kontakcie z ogniem,
- **0** - nie występuje niebezpieczeństwo zapalenia w normalnych warunkach.

Sektor niebieski (zagrożenie zdrowia):

- **4** - bardzo niebezpieczny, unikać kontaktu z płynem lub parami bez pełnej ochrony,
- **3** - bardzo niebezpieczny, obecność w strefie zagrożenia tylko w pełnym ubraniu ochronnym i w aparacie izolującym,
- **2** - niebezpieczne, obecność w strefie zagrożenia tylko w aparacie ochrony dróg oddechowych,
- **1** - małe niebezpieczeństwo zalecane maski z wkładem filtrującym,
- **0** - brak zagrożenia.

**Kody HAZCHEM** (system określany również jako EMAC – *Emergency Action Code*, na obszarze Wielkiej Brytanii używa się zamiast tablicy ostrzegawczej, podzielonego na 5 części szyldu, który zawiera informacje potrzebne do podjęcia akcji ratowniczej).



*Rysunek nr 6.5. Tablica systemu HAZCHEM*

Znajdują się w nim informacje o:

- odpowiednim doborze środków gaśniczych,
- konieczność zatamowania dopływu substancji do kanalizacji lub możliwości rozcieńczenia substancji wodą,
- możliwość zajścia gwałtownych lub wybuchowych reakcji,
- rodzaju koniecznych do zastosowania ochron osobistych,
- konieczność rozważenia ewakuacji.

**HAZCHEM – CODE** składa się z liczb i liter. Liczba stoi na pierwszym miejscu i informuje o rodzaju właściwego środka gaśniczego. Litery opisują rodzaj wymaganych środków ochrony osobistej, możliwość zaistnienia reakcji i środki ostrożności przy wycieku lub ulatnianiu się substancji.

*Tabela nr 6.1. Rodzaj środków gaśniczych do substancji niebezpiecznych  
(U. Fietz-Strychalska)*

| (A) Rodzaj środka gaśniczego                                                |    |                                |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------|------------------------------------------------|
| 1. Prąd wodny zwarty<br>2. Prąd wodny rozproszony<br>3. Piana<br>4. Proszek |    |                                |                                                |
| (B) Technologia działań:                                                    |    |                                |                                                |
| 1.                                                                          | 2. | 3.                             | 4.                                             |
| P                                                                           | V  | Ochrona pełna                  | Rozcieńczyć (można spuszczać do kanalizacji)   |
| R                                                                           |    |                                |                                                |
| S                                                                           | V  | Ochrona dróg oddechowych (ODO) |                                                |
| S                                                                           |    | ODO tylko przy pożarze         |                                                |
| T                                                                           |    | ODO                            |                                                |
| T                                                                           |    | ODO tylko przy pożarze         |                                                |
| W                                                                           | V  | Ochrona pełna                  | Obwałować (nie wolno spuszczać do kanalizacji) |
| X                                                                           |    |                                |                                                |
| Y                                                                           | V  | ODO                            |                                                |
| Y                                                                           |    | ODO tylko przy pożarze         |                                                |
| Z                                                                           |    | ODO                            |                                                |
| Z                                                                           |    | ODO tylko przy pożarze         |                                                |

Objaśnienia symboli i oznaczeń cyfrowych:

- 1. Działać zwartym prądem wody.
- 2. Działać prądem mgłowym wody.
- 3. Stosować piany gaśnicze.
- 4. Działać proszkami gaśniczymi (nie może dojść do kontaktu substancji z wodą – niebezpieczeństwo silnej reakcji).
- V – substancja może reagować gwałtownie lub wybuchać.
- „Ochrona pełna” – pełne ubranie chemiczne + aparat izolujący dróg oddechowych (niezależny od powietrza obiegowego).
- „Ochrona dróg oddechowych” (ODO) – aparat izolujący dróg oddechowych + rękawice ochronne.
- „Rozcieńczyć” – substancja, za zgodą instytucji odpowiedzialnych za ochronę środowiska może (po znacznym rozcieńczeniu) zostać wprowadzona do kanalizacji.



- „Obwałować” – należy uniemożliwić wniknięcie substancji do kanalizacji lub wód gruntowych.
- E – rozważyć przeprowadzenie ewakuacji.

### **Przyrządy pomiarowe**

Obecnie Państwowa Straż Pożarna dysponuje rurkowymi i elektronicznymi przyrządami pomiarowymi oraz do wykrywania toksycznych i wybuchowych zagrożeń.

Za pomocą przyrządów do pomiarów wybuchowości można wykryć istnienie gazów palnych niezależnie czy zna się rodzaj gazu. W przypadku gazów toksycznych jest zupełnie inaczej. Trzeba znać rodzaj gazu i posiadać odpowiedni przyrząd pomiarowy. Praktycznie w warunkach polowych przy pomocy przyrządów pomiarowych będących na wyposażeniu jednostek państwowej straży pożarnej bardzo trudno jest ustalić rodzaj nieznanej substancji. W zależności od substancji możemy zastosować odpowiednią metodę oznaczenia.

Materiały i urządzenia służące do określenia stężeń substancji niebezpiecznych dzielimy na:

- elektroniczne przyrządy pomiarowe,
- rurkowe przyrządy pomiarowe,
- wskaźniki pomiarowe.

#### Elektroniczne przyrządy pomiarowe.

Eksplozymetry – służą one do mierzenia stężeń gazów wybuchowych w powietrzu. Czujniki pomiarowe eksplozymetrów umieszcza się w pobliżu miejsc, w których należy liczyć się z wydzielaniem substancji palnych.

#### Rurki wskaźnikowe.

Stężenie oznaczonej substancji wskazywane jest w postaci długości zabarwienia warstwy wskaźnikowej wypełniającej rurkę.

Rurki wskaźnikowe działają na zasadzie reakcji kolorymetrycznej, jaka zachodzi w przypadku niektórych związków chemicznych. Ponieważ nie wszystkie związki reagują dając zabarwiony produkt reakcji, aby uzyskać zamierzony cel stosuje się w rurkach skomplikowane systemy reakcyjne. Ich zadaniem jest zamiana substancji mierzonej niedającej wskazania kolorymetrycznego na inną dającą takie wskazanie.

### **Zasady bezpieczeństwa w czasie działań chemiczno-ekologicznych**

PIERWSZĄ ZASADĄ jest bezpieczny dojazd do miejsca zdarzenia. Powinien być on prowadzony zgodnie z kierunkiem wiatru (od strony zawietrznej). Podjeżdżając do miejsca akcji należy zwrócić szczególną uwagę na asekurację

i możliwość wycofania się. Jest to warunek konieczny, gdyż w zdarzeniach chemicznych może nastąpić, w krótkim czasie, nagle zmiana sytuacji.

Należy przestrzegać zasady, że minimalna odległość od miejsca awarii wynosi:

- dla substancji stwarzających zagrożenie wybuchem — nie mniej niż 100 m,
- dla pozostałych substancji — nie mniej niż 50 m.

Powyższe wartości należy traktować jako orientacyjne. Każdy przypadek wymaga indywidualnej oceny.

DRUGĄ ZASADĄ obowiązującą przy likwidowaniu miejscowego zdarzenia o charakterze chemicznym jest pełne, przed przystąpieniem do akcji, rozpoznanie substancji niebezpiecznej.

TRZECIĄ ZASADĄ jest nie stosowanie sprzętu iskrzącego w strefach zagrożenia zapaleniem lub wybuchem.

CZWARTE ZASADĄ to wyposażenie osób uczestniczących w akcji ratowniczej w odpowiedni sprzęt ochrony osobistej (ochrona dróg oddechowych i powierzchni ciała) adekwatny do istniejącego zagrożenia.

PIĄTĄ ZASADĄ obowiązującą przy podejmowaniu czynności ratowniczych jest angażowanie tylko niezbędnych osób i zaznajomionych z zasadami ratownictwa chemicznego.

SZÓSTĄ ZASADĄ jest to, że zespół ratowniczy powinien liczyć minimum 2 osoby. Jeśli to możliwe, obowiązuje asekurowanie linkami ratowniczymi. Pierwszą dwójkę ratowników obowiązkowo asekurowuje drugi zespół, będący w pełnej gotowości do podjęcia działań ratowniczych.

SIÓDMĄ ZASADĄ jest zastosowanie absolutnego pierwszeństwa działań dla ratowania ludzi, zapewnienia im ochrony, możliwości ewakuacji i pierwszej pomocy medycznej.

ÓSMĄ ZASADĄ jest zabezpieczenie miejsca akcji pod względem przeciwpożarowym, o ile zachodzi możliwość zaistnienia pożaru lub wybuchu.

DZIEWIĄTĄ ZASADĄ jest nie bagatelizowanie niewielkich wycieków, rozlewisk lub rozsypów substancji chemicznych – ponieważ może to powodować dodatkowe zagrożenia.

DZIESIĄTĄ ZASADĄ nakazuje, aby po każdej akcji ratowniczej przeprowadzić dekontaminację i dokładnie oczyścić wszelki sprzęt i urządzenia. Czynności te należy wykonać w wydzielonym miejscu.<sup>34</sup>

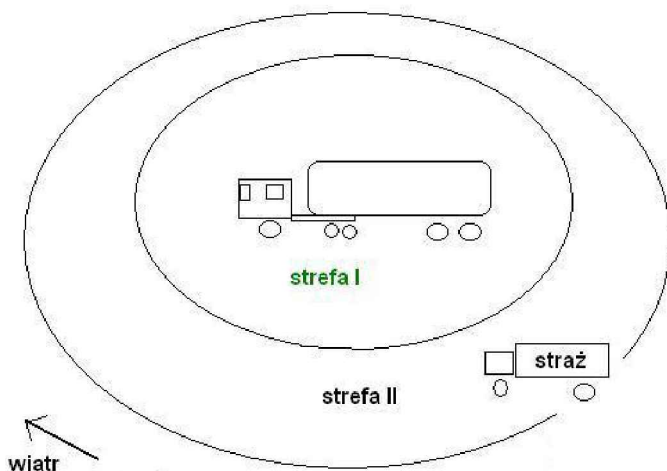
---

<sup>34</sup> Na podstawie: Wojnarowski A., Obolewicz-Pietrusiak A, op. cit.

Każde rozpoznanie niezależnie od jego rezultatów musi się kończyć krótką analizą – podjęciem decyzji przez Kierującego Akcją Ratowniczą - i złożeniem meldunku do Powiatowego Stanowiska Kierowania.

### Podział terenu akcji

Zasadniczym elementem akcji ratownictwa chemicznego jest wyznaczenie pierwszej strefy skażenia. Od prawidłowości jej wytyczenia zależy bezpieczeństwo ratowników i otoczenia. Poza tym wyznacza się również drugą strefę tzw. buforową, w której pracują ratownicy i gromadzony jest sprzęt. Strefa ta stanowi barierę przed osobami postronnymi, które mogą utrudniać przebieg akcji ratowniczej.



*Rysunek nr 6.6. Podział terenu akcji na strefy*

Do oznakowania stref możemy użyć:

- taśmy,
- pachołków,
- linki strażackiej,
- lamp sygnalizacyjnych.

**Strefa I** - strefa niebezpieczeństwa (zniszczenia, skażenia, możliwość wejścia tylko w specjalistycznym zabezpieczeniu).

**Strefa II** – strefa bezpieczna (ochronna, czysta, miejsce pracy przedmedycznej, zabezpieczenie realizacji działań w I strefie).

## Charakterystyka stref.

Wyznaczenie strefy skażonej wykonuje się w celu zabezpieczenia ratowników przed wejściem w skażenie bez właściwego zabezpieczenia oraz w celu ochrony okolicznej ludności przed skutkami skażenia poprzez zastosowanie odpowiednich dla sytuacji i w odpowiednim czasie środków zaradczych. Skażenie może przyjąć takie formy, jakie posiada dana substancja chemiczna: stałą, ciekłą lub gazową.

### Zabezpieczenie strefy skażonej spowodowane substancją stałą

„Dla substancji stałej wyznaczenie strefy skażonej nie będzie nastręczać problemów, ponieważ po pierwsze będzie możliwość posłużenia się wzrokiem, po drugie - substancja w postaci stałej ma ograniczone możliwości rozprzestrzeniania się”.<sup>35</sup> Rozprzestrzenianie się strefy skażonej powodowane przez substancję stałą jest możliwe w przypadku substancji sypkiej, sproszkowanej. Skażenie w takim przypadku dotyczy powietrza, przyjmuje postać mieszaniny pyłowo-powietrznej i należy je traktować identycznie jak gazowe skażenie powietrza, z tym, że do wykonania pomiarów konieczne będzie użycie innego niż do gazów sprzętu pomiarowego.

Do zabezpieczenia studzienek kanalizacyjnych lub małych cieków wodnych ratownicy mogą użyć zapór sorpcyjnych w postaci belek słomy. Jako pierwsi na miejscu wypadku komunikacyjnego w gminie, ratownicy przy użyciu sorbentów zwiążą substancję niebezpieczną dla środowiska (olej napędowy, benzynę, olej opałowy, mazut itp).

Przy akcjach ratownictwa ekologicznego, gdy doszło do wycieku dużych ilości transportowanego np. mazutu pomagają ratownikom PSP przy zbieraniu tej substancji z ziemi i wody.

---

<sup>35</sup>ibidem .



*Fotografia nr 6.4. Ograniczanie rozlewiska mazutu na akwencie wodnym  
(foto J.Gawroński)*

#### Zabezpieczenie strefy skażonej spowodowane substancją ciekłą

Wyznaczenie strefy skażonej dla substancji ciekłej wiąże się z dokonaniem rozeznania dróg jej rozprzestrzeniania się. Należy zwrócić uwagę na dojsście skażenia ciekłego do ujęć wody pitnej, studzienek kanalizacyjnych i terenów zmeliorowanych oraz ścieków i akwenów. Dokonać tego można wzrokowo oraz przy pomocy sprzętu pomiarowego. Pomiary skażenia wody i gruntu wykonują stacje sanitarno-epidemiologiczne. Standardowo należy wyznaczyć strefę skażenia ok. 50 m od rozlewiska. Ciekła substancja chemiczna może spowodować również skażenie powietrza poprzez obfite parowanie i wydzielanie dużych ilości niebezpiecznych substancji gazowych. Wyznaczanie strefy skażonej musi być w takim przypadku przeprowadzone zgodnie z procedurą obowiązującą dla skażeń przyjmujących formę gazową i rozprzestrzeniających się w atmosferze.

#### Zabezpieczenie strefy skażonej spowodowane substancją gazową

Dla substancji gazowej wyznaczenie strefy skażonej jest najbardziej problematyczne w związku z dynamicznym przemieszczaniem się skażenia i znacznym rozszerzaniem się strefy skażonej. „Ze względu na istnienie między innymi takich kwasów jak kwas azotowy, siarkowy-dymiący, kwas solny, z których wydzielają się gazy, koniecznością staje się przeprowadzenie pełnej procedury wyznaczania strefy skażonej, jaka w zasadzie obowiązuje przy takich gazach toksycznych, jak: chlor, amoniak, czteroetylek ołowiu, fosgen itp.

Wymienione wyżej kwasy tworzą skażenia gazowe atmosfery, z tym, że w porównaniu do takich substancji jak chlor czy amoniak, ilość i intensywność wydzielanych par i gazów toksycznych jest znacznie mniejsza, tak więc strefy skażone, które w rezultacie wycieku takiego kwasu powstaną, będą w efekcie, pod

względem powierzchni i dynamiki mniejsze.”<sup>36</sup> Wyznaczoną i oznakowaną strefę należy monitorować. Celem monitoringu jest wykrycie niebezpiecznego poziomu skażenia zbliżającego się do strefy czystej. Wyznaczoną i oznakowaną strefę należy odpowiednio zabezpieczyć przed rozprzestrzenianiem się gazów niebezpiecznych do strefy czystej.

### **Ostrzeganie ludności o zagrożeniu.**

Wyznaczeni przez dowódcę akcji strażacy winni zająć się informacjami dotyczącymi zagrożenia z tytułu wydzielania się substancji niebezpiecznych. Informacje kierowane powinny być do ludności bezpośrednio zagrożonej w strefie lub jej sąsiedztwie, względnie przypadkowych „gapiów”. Będące w strefie zagrożenia szlaki komunikacyjne muszą zostać zamknięte z zachowaniem warunków bezpieczeństwa uczestników ruchu drogowego.

#### Komunikaty mogą być przekazywane przy pomocy:

- gwizdka dowódcy,
- megafonów samochodowych i tub głośnomówiących,
- syreny sygnału z samochodu,
- syreny fabrycznej,
- syreny lokomotywy pociągu ratowniczego,
- tablic ostrzegających,
- innych środków zapewniających skuteczność ogłoszenia alarmu.

Dodatkowo informujący muszą kierować ludność do miejsc wyznaczonych i oznaczonych jako bezpieczne. Należy okresowo przekazywać informacje o bezwzględnym zakazie opuszczania wyznaczonego miejsca i o skutkach ubocznych z tytułu przekroczenia zakazu. Członkowie OSP zobowiązani są do zapewnienia poszkodowanym stałego kontaktu ze służbami medycznymi.

#### Należy również zapewnić niezbędną pomoc zewnętrznych sił ratowniczych:

- pogotowia ratunkowego — w zakresie pomocy medycznej,
- pogotowia energetycznego — w zakresie wyłączeń energii elektrycznej,
- pogotowia gazowego — w zakresie wyłączeń gazowych,
- pogotowia wodociągowego — w zakresie zabezpieczenia zaopatrzenia wodnego,
- innych służb technicznych.

---

<sup>36</sup> Ranecki J., *Procedury postępowania i taktyka działań ratowniczych przy wykorzystaniu samochodu ratownictwa chemiczno-ekologicznego*. SA PSP, Poznań 1999.

Ważną rolę odgrywać będą w tym temacie także przybyli w drugim rzucie strażacy z Ochotniczych Straży Pożarnych, bowiem do ostrzegania ludności na dużym terenie niezbędna jest znaczna ilość osób.

Jednostki Państwowej Straży Pożarnej nie zawsze dysponują pełną obsadą ratowników, pomoc Ochotniczych Straży Pożarnych jest niezbędna do przeprowadzania sprawnej i bezpiecznej akcji ratownictwa chemicznego.

### **Czynności pomocnicze przy likwidacji zagrożeń chemiczno – ekologicznych**

Ratownicy OSP mogą podczas zdarzenia chemiczno – ekologicznego:

- ostrzegać i alarmować ludność,
- stawiać zapory na ciekach wodnych i kurtyny wodne,
- związywać substancje ropopochodne sorbentami i innymi dostępnymi środkami,
- zbierać substancję ropopochodną z miejsca rozszczelnienia,
- realizować zadania logistyczne,
- świadczyć pomoc medyczną,
- zabezpieczać pożarowo i budować punkty poboru wody gaśniczej,
- zabezpieczać szlaki komunikacyjne,
- oświetlać teren,
- ewakuować zwierzęta i mienie,
- uczestniczyć w czynnościach dekontaminacyjnych,
- zapewnienia łączności innym służbom ratowniczym,
- inne.



*Fotografia nr 6.5. Zbieranie mazutu z akwenu wodnego  
(foto J.Gawroński)*

**Uwaga: Ratownictwo chemiczne i ekologiczne w ramach systemu prowadzą: jednostki ochrony przeciwpożarowej włączone do systemu w zakresie wynikającym z ich możliwości sprzętowo-technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem środków ochrony osobistej.<sup>37</sup>**

### **Sorbenty i inne środki pochłaniające**

Do neutralizacji substancji niebezpiecznych jednostki ratownicze używają sorbetów, które wchłaniają medium i zabezpieczają środowisko naturalne przed skażeniem.

W działaniu sorbentów liczy się:

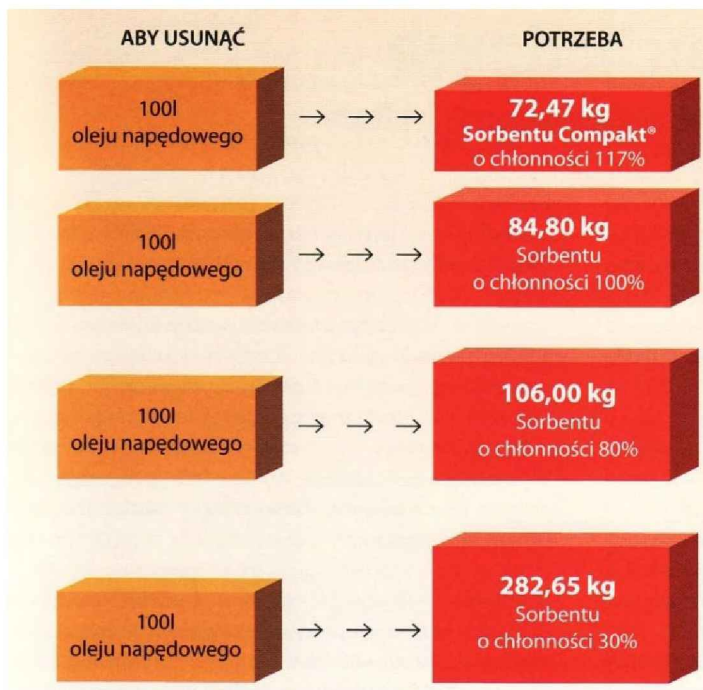
- szybkość działania- powinny to być środki gotowe do natychmiastowego użycia bez konieczności wstępnych przygotowań,
- uniwersalność środków-możemy mieć do działania z wyciekami różnych substancji lub może dojść do zmieszania ich podczas rozszczelnienia; zastosowany sorbent powinien bezpiecznie pochłaniać szerokie spectrum substancji niebezpiecznych,
- skuteczność – muszą to być produkty o wysokiej jakości i skuteczności,
- bezpieczeństwo ratownika – zastosowane środki nie mogą powodować dodatkowe zagrożenia dla użytkowników; nie mogą być żrące, drażniące, toksyczne.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> §.10 ust. 4 pkt. 3 Rozporządzenia MSWiA z dnia 29 grudnia 1999r w sprawie szczegółowych zasad organizacji Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego. Strona internetowa Komendy Głównej PSP/KSRG

<sup>38</sup> *Profilaktyka i usuwanie wycieków substancji niebezpiecznych*, Sintac-Polska, Warszawa 2006.



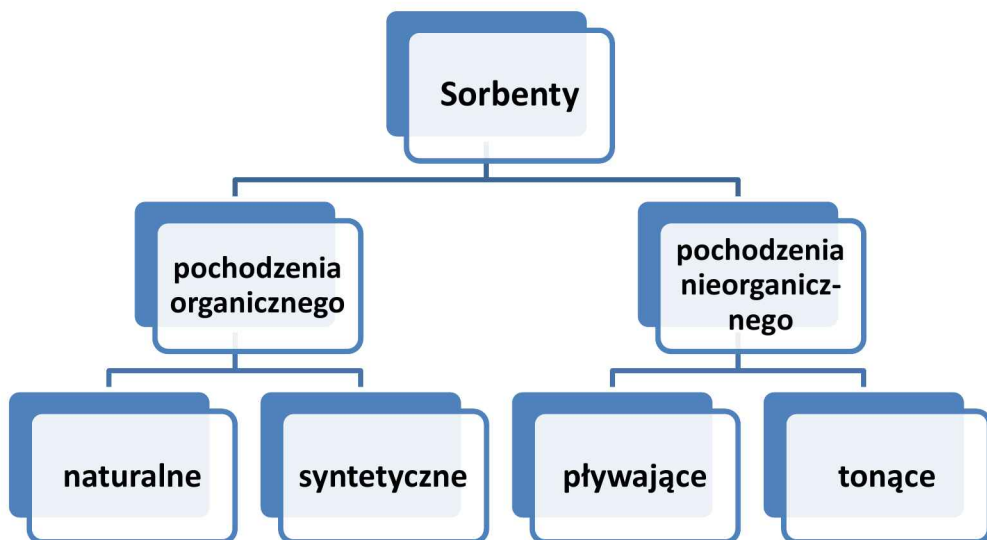


Rysunek nr 6.7. Przykładowe ilości potrzebnego sorbentu do różnych ropopochodnych<sup>39</sup>

Pochłanianie gazów, par cieczy, par substancji stałych i ciał rozpuszczonych w cieczach przez ciała porowate nazywamy **sorbcją**. Najczęściej używa się tej techniki odkażania w stosunku do związków chemicznych pozostających w normalnych warunkach w postaci ciekłej. Dekontaminację sorpcyjną prowadzi się na rozlewiskach cieczy niebezpiecznych na utwardzonych, płaskich powierzchniach i ewentualnie na powierzchniach zbiorników wód powierzchniowych. Sorpcja związku chemicznego nie powoduje jego neutralizacji, związek zachowuje swoje **niebezpieczne właściwości**.

Sorbenty są to ciała porowate zdolne do wchłaniania pewnej, ograniczonej ilości substancji zanieczyszczającej środowisko. Najczęściej używane przy usuwaniu węglowodorów ze środowiska wodnego oraz utwardzonego podłoża stałego. Sorbentami olejów i chemikaliów są materiały pochodzenia naturalnego i syntetycznego, organicznego i nieorganicznego, posiadające zdolność zatrzymania toksycznych mediów na zewnątrz swojej powierzchni lub wewnątrz przestrzeni porów.

<sup>39</sup> ibidem



*Rysunek 6.8. Podział sorbentów*

Sorbenty naturalne chłoną substancje ropopochodne i roztwory wodne. Są bardzo lekkie, a formie nie spreparowanej łatwo dostępne. Po zastosowaniu wadą jest duża ilość odpadu do utylizacji. Zaliczamy do nich:

- piasek,
- trociny,
- kora,
- odpady bawełniane,
- preparowany torf,
- popiół,
- glina,
- cement.

Popiół – jest to pozostałość po spaleniu substancji organicznej, np. węgla, drewna. W skład popiołu wchodzi składniki mineralne zawarte w spalonej substancji. Popiół jest minerałem sorpcyjnym powszechnie dostępnym. Stosowany w naturalnej postaci, czyli miału, pyłu i granulek. Przechowujemy go pod przykryciem w workach polietylenowych.

Gлина – jest to powszechnie występująca skała osadowa, składająca się głównie z ilu, z domieszką mułu i pasku. W stanie wysuszonym i sproszkowanym

stosowana do zbierania rozlanych cieczy na gruncie. Gлина może być przez długi okres czasu składowana w przyzmach na suchym podłożu i przykryta folią.

Piasek – luźna skała plastyczna złożona z ziaren wielkości ok. 0,2 mm. Głównym składnikiem piasku jest kwarc, a następnie skalenie, uskowit, glaukonit i inne minerały. W stanie suchym wykorzystywany jest do zbierania świeżego oleju i innych chemikaliów z gruntu. Może on być przez długi okres czasu składowany w przyzmach przykrytych folią polietylenową.

Cement – twardnieje po zmieszaniu go z wodą. W postaci sproszkowanej stosowany jest do zbierania cieczy na gruncie. Tworzy na rozlanej cieczy skorupę uniemożliwiającą jej migrację poprzeczną i pionową. Do likwidowania wszelkich rozlewisk należy stosować cement świeży.

Trociny – jako sorbent rozrzuca się po powierzchni plamy w postaci luźnej lub poduszek. Po zebraniu w przyzmy i grawitacyjnym ocieknięciu trociny spala się. Proces ten najlepiej przeprowadzić w miejscu przyzmozowania.

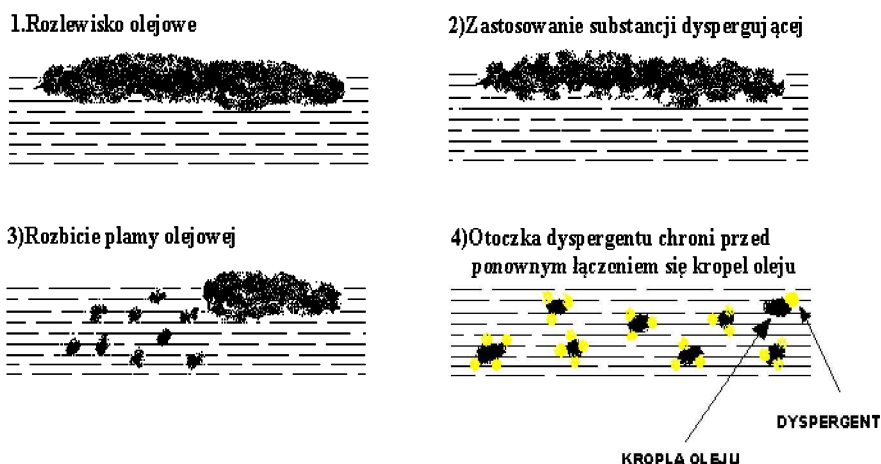


*Fotografia nr 6.6. Ropopochodna po zastosowaniu neutralizatora  
(foto [www.sintac.com.pl](http://www.sintac.com.pl))*

## Dyspersja

Jest to rozproszenie rozlanych cieczy za pomocą środków powierzchniowo czynnych, tak zwanych dyspergentów. Pojęciem dyspergenty określamy środki powierzchniowoczynne, posiadające zdolności rozpraszania rozlanych cieczy. Dyspergenty używane są przede wszystkim do likwidowania rozlewisk węglowodorów i ich pochodnych. Podstawowym zadaniem dyspergentów jest zredukowanie sił międzyfazowych istniejących pomiędzy cieczą a wodą, a tym samym - stworzenia warunków do rozbicia plamy. Umożliwia to budowa chemiczna dyspergentów. Związki te dysponują grupami chemicznymi, pokrewnymi grupom wchodzącym w skład cząsteczek zarówno węglowodorów, jak i wody. Dzięki temu rozproszone na plamie dyspergenty bez trudu przenikają

granice faz pomiędzy węglowodorem i wodą, przyczyniając się do zredukowania występującego tam napięcia międzyfazowego.



*Rysunek nr 6.9. Dyspergencja substancji (U. Fietz-Strychalska)*

Do tej grupy środków zaliczamy, np. środki o handlowych nazwach:

**PAGO-FIX** – jest to płynny środek biologiczny rozpuszczający tłuszcze i inne zanieczyszczenia. Zawiera on wielofunkcyjne grupy lipofili, które posiadają zdolność do tworzenia związków chemicznych z innymi ciałami, takimi jak: oleje tłuszcze i inne węglowodory. Dodatkowo środek zawiera substancje aktywne powierzchniowo i dodatki uszlachetniające. Pago – fix nie zawiera żadnych węglowodorów oraz jest bezchlorowy. Ulega całkowitemu rozkładowi biologicznemu, rozcieńcza się z wodą w każdym stosunku, nie jest środkiem eksplozującym i nie pali się, nie wymaga stosowania odzieży ochronnej.

Zabrudzone powierzchnie należy spryskać lub polać środkiem Pago – fix. Po około 3-5 min. należy powierzchnie rozwarstwić ręcznie lub mechanicznie tak, żeby wytworzyć emulsję, która przez wprowadzenie środka przeniknie do całej czyszczonej powierzchni. Do tego celu można używać szczotek o twardym włosiu lub aparatów ciśnieniowych. Po przeprowadzeniu tych czynności należy całą powierzchnie spłukać wodą. Należy pamiętać, aby duże ilości zanieczyszczeń dokładnie i starannie rozwarstwić lub wymieszać.

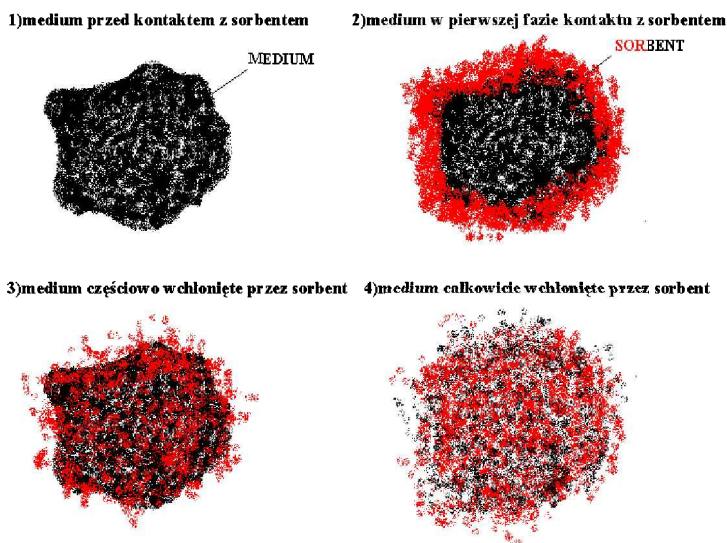
**SINTAN** – jest wodnym roztworem związków powierzchniowoczynnych. Przenika i rozbija cząsteczki olejowe. Zastosowanie tego preparatu poprawia

warunki działania bakterii glebowych, ponieważ ułatwia dostęp tlenu i substancji odżywczych do strefy skażenia olejowego. Zwiększa to aktywność bakterii i przyspiesza biologiczny rozkład samego sintanu. Można go rozcieńczać z wodą w dowolnych proporcjach. Skutecznie usuwa zanieczyszczenia ropopochodne i tłuszczowe ze wszystkich utwardzonych powierzchni.

Mechanizm jego działania opiera się wyłącznie na zjawiskach fizycznych i biologicznych. Pozostałości sintanu ulegają całkowitej biodegradacji. Po naniesieniu na skażoną powierzchnię preparat zaczyna penetrować zanieczyszczenia rozdrabniać je i podmywać. Warstwa olejowa zostaje rozbita na drobne kropelki. Sintan rozprzestrzenia się, wpływa pod olej i odrywa go od powierzchni podłoża. Dodanie wody powoduje dalsze oddzielanie rozdrobnionych frakcji oleju. Częsteczki oleju zostają wypłukane z podłoża.

AQUAQUICK 2000 – działa on na wiązania cząsteczek węglowodorów, które nie poddane odpowiedniej obróbce, rozkładałyby się latami. Aquaquick powoduje rozerwanie łańcuchów węglowodorowych na mniejsze części, które są pożywką dla występujących w przyrodzie bakterii. Jest środkiem nieszkodliwym dla środowiska, rozpuszczalnym w wodzie i posiadającym dużą zdolność usuwania olejów, tłuszczów i smarów pochodzenia mineralnego, zwierzęcego, roślinnego i syntetycznego. Jest opartym na wodzie, biologicznym produktem, złożonym z ekologicznych składników i ekstraktów roślinnych. Aquaquick musi być rozcieńczony dużą ilością wody. Jest bardzo wydajny, nieszkodliwy dla środowiska.

PŁYN LUDWIK – jest najłatwiej dostępny i rozpowszechniony w gospodarstwie domowym jako wielofunkcyjny dyspergent. Zawiera związki powierzchniowoczynne, które zmniejszają napięcie międzycząsteczkowe w olejach powodując rozbicie łańcuchów węglowodorowych na mniejsze, łatwiejsze do usunięcia. Składniki Ludwika ulegają biodegradacji, nie wpływają niekorzystnie na środowisko naturalne. Posiada on wszystkie niezbędne certyfikaty bezpieczeństwa. Ponadto zawiera substancje łagodzące, co jest szczególnie ważne przy kontakcie preparatu ze skórą.



*Rysunek nr 6.9. Sorbcja substancji (U. Fietz-Strychalska)*

W celu zlikwidowania plamy należy zastosować sorbent rozsypując go na powierzchni wg zależnych zasad czyli w pierwszej kolejności zabezpieczamy kanały ściekowe, burzówki uniemożliwiając ściekanie do kanalizacji. Rozsypujemy sorbent po obrzeżach plamy i przy pomocy szczotek najlepiej ze słomy ryżowej szczotkujemy do wnętrza. Po zabraniu odpad należy zabezpieczyć w pojemniku i odstawić na wysypisko chronione.

## **Neutralizacja**

Jest to unieszkodliwianie i łagodzenie substancji aktywnych. W ramach neutralizacji wstępnej stosowane są następujące techniki:

## **Rozcieńczanie**

Neutralizacja poprzez rozcieńczanie, polega na zmniejszeniu stężenia substancji niebezpiecznej poprzez jej rozproszenie w rozcieńczalniku. Najbardziej dostępnym rozcieńczalnikiem jest woda. Rozcieńczanie w praktyce, podczas prowadzenia akcji ratowniczej, jest wykonane przy użyciu rozproszonego strumienia wody podawanego z prądownicy wodnej. Zaletą tego typu rozpuszczalnika jest jego powszechna dostępność, wadą ograniczenie w stosowaniu, które wynika z możliwości wystąpienia reakcji z określonym związkiem chemicznym. W większości przypadków powstały związek będzie szkodliwy dla środowiska. Na nieutwardzonym podłożu tej metody stosować nie

wolno. Zastosowanie wody obniża stężenie związku chemicznego, lecz nie zmienia jego składu.

### **Neutralizacja chemiczna**

Jest to proces zobojętniania. W układach chemicznych najczęściej spotykana neutralizacja to wzajemne oddziaływanie zasady i kwasu. Roztwory neutralizujące są wodnymi roztworami związków chemicznych wchodzącymi w reakcję ze skażeniami w wyniku, której następuje ich neutralizacja. Poziom neutralizacji może być różny to znaczy, że agresywność związku może być sprowadzona do zera lub znacznie ograniczona. Zależy to między innymi od ilości podanego neutralizatora w stosunku do ilości związku chemicznego, temperatury i czasu reakcji zachodzącej między obydwojema związkami.

### **Roztwory dekontaminacyjne**

Roztwory dekontaminacyjne są wodnymi roztworami związków chemicznych wchodzącymi w reakcje ze skażeniami, w wyniku, której następuje ich neutralizacja. Powtarzające się zdarzenia chemiczne, podczas których wystąpiły problemy z ustaleniem związku chemicznego (dotyczy to szczególnie transportu), zmusiły instytuty badawcze do opracowania uniwersalnych roztworów dekontaminacyjnych. Roztwory te używane są z powodzeniem przez jednostki militarne i jednostki Państwowej Straży Pożarnej.

### **Powierzchnia nieutwardzona**

Stosowanie sorbentów na powierzchniach nieutwardzonych jest utrudnione, gdyż w bardzo szybkim tempie następuje wsiąkanie substancji i nie jesteśmy w stanie określić ile substancji zostało pochłonięte. Należy bezwzględnie zebrać zewnętrzną warstwę powierzchni wraz z sorbentem, a następnie zbieramy skażone podłoże przez medium. Zabrane podłoże traktujemy jako odpad

W sytuacji, gdy miejscem zdarzenia były by tory kolejowe, tok postępowania podobny jest jak przy nieutwardzonych gruncie, lecz dodatkowo należy oczyścić tłuczeń.

### **Powierzchnie wodne**

Plamy na powierzchniach wodnych wymagają od ratowników zastosowania zapór, które umożliwiają scalenie plam i nie przesuwanie się z nurtem rzeki. Działania te są skomplikowane i wymagają specjalistycznego sprzętu oraz odpowiednich umiejętności.

Pozostałości, czyli pojedyncze plamy można zasypać sorbentami nietrującymi typu syntetycznego lub zwykłe trociny, które doskonale zlepiają się tworząc kule, które można zebrać podbierakami z otworami.

Dobór sorbentów wymaga od nas znajomości własności sorbentów, jak i własności medium. Nieumiejętne zastosowanie może doprowadzić do tragicznych skutków łącznie z poparzeniami i spowodowanie pożarów.

Zgodnie z art. 176 ust. 1 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001r. o odpadach<sup>40</sup> – za wytwórcę odpadów uważa się sprawcę wypadku. W przypadkach sprawcy – zgodnie z art. 176 ust.4 – obowiązek gospodarowania odpadów z wypadku spoczywa na staroście.

Wiele firm wyspecjalizowanych w usługach z zakresu likwidowania skażeń i zanieczyszczeń utylizuje substancje niebezpieczne. Zwłaszcza, gdy kupuje się u nich sorbet, można wtedy wynegocjować, że odbiorą zużyty materiał bez dodatkowych opłat.

Pamiętajmy również, że w wielu województwach działają specjalistyczne firmy komercyjnej tzw. „Pogotowia Ekologiczne”, które w działaniach usuwania substancji zanieczyszczających mogą być bardzo pomocne.

## Literatura :

1. Praca zbiorowa, *Materiały szkoleniowe z zakresu ratownictwa chemiczno-ekologicznego*. Szkoła Aspirantów PSP, Poznań.
2. *Profilaktyka i usuwanie wycieków substancji niebezpiecznych*. Sintac-Polska, Warszawa 2006.
3. Ranecki J., *Ratownictwo chemiczno- ekologiczne*. SA PSP, Poznań 1998.
4. Ranecki J., *Podstawy i taktyka działań ratowniczych przy wykorzystaniu samochodu ratownictwa chemiczno-ekologicznego*. Szkoła Aspirantów PSP, Poznań 1999.
5. Schroeder M., Ranecki J., *Uszczelnienia w ratownictwie*. Firex, Warszawa 1998.
6. Schroeder M., *Ćwiczenia Ratownicze*. Szkoła Aspirantów PSP, Poznań 2002.
7. Wojnarowski A., Obolewicz-Pietrusiak A., *Podstawy Ratownictwa Chemicznego*. Firex, Warszawa 2001.

---

<sup>40</sup> Dz.U.Nr.62 poz. 628 ze zmianami



## Temat 7

# Elementy pierwszej pomocy

### Wstęp

Strażak realizuje zadania z zakresu ratownictwa medycznego, gdy: na miejscu zdarzenia brak jest jednostek ochrony zdrowia zobowiązanych do udzielania specjalistycznej pomocy, zdarzenie ma charakter masowy, bądź dostęp do poszkodowanych jest możliwy tylko przy użyciu sprzętu specjalistycznego lub/i ubrań ochronnych.

Każde przemieszczenie poszkodowanego siłami ratowników jest **ewakuacją ze strefy zagrożenia, a nie transportem medycznym**. Na przykład, poszkodowanego ewakuujemy z samochodu osobowego tylko wtedy, gdy istnieje zagrożenie zewnętrzne dla życia lub zdrowia wynikające z charakteru zdarzenia (np.: zagrożenie wybuchem, zawalenie się konstrukcji itp.), stwierdza się brak czynności życiowych i zachodzi konieczność podjęcia resuscytacji poszkodowanego lub stan poszkodowanego wskazuje na bezpośrednie zagrożenie życia, możliwe do usunięcia lub zminimalizowania po podjęciu natychmiastowych działań poza pojazdem (poszkodowany wymagający ułożenia przeciwwstrząsowego). W przeciwnym przypadku udzielamy pomocy w miejscu i pozycji zastanej. Brak możliwości udzielenia poszkodowanemu pomocy lekarskiej stanowi również zagrożenie. Dotyczy to również sytuacji, kiedy z powodu braku możliwości udzielenia pomocy przez zespół ratownictwa medycznego na miejscu zdarzenia, zachodzi konieczność przemieszczenia poszkodowanego lub chorego w stanie bezpośredniego zagrożenia życia do szpitala lub na spotkanie z zespołem ratownictwa medycznego. Takie działania, realizowane w stanie wyższej konieczności, wymagają uzyskania, w miarę możliwości, zgody lekarza zespołu ratownictwa medycznego, szpitalnego oddziału ratunkowego lub koordynatora ratownictwa medycznego PSP (np. drogą radiową).

Przed rozpoczęciem ewakuacji należy: zatamować krwotoki zewnętrzne, zapewnić drożność dróg oddechowych poszkodowanego, zapewnić stabilizację odcinka szyjnego kręgosłupa. Zaniechanie wymienionych powyżej czynności ratowniczych może uczynić wysiłki ratowników bezowocnymi. W praktyce pożar pojazdów (szczególnie samolotów) oraz zagrożenie wybuchem to sytuacje, które

często wykluczają możliwość skutecznego wdrożenia jakichkolwiek medycznych procedur ratowniczych przed ewakuacją poszkodowanych ze strefy zagrożenia. Wtedy priorytetem staje się usunięcie poszkodowanego z miejsca zagrażającego życiu i dopiero potem wdrożenie czynności oceny stanu i opatrywania obrażeń.

## **Badanie poszkodowanego – ocena jego stanu**

### Badanie wstępne

**Udzielenie pierwszej pomocy poszkodowanemu powinno nastąpić w ciągu pierwszych 10 „platynowych” minut od zdarzenia, a w czasie tzw. „złotej” godziny winien on trafić do szpitala. Aby ten warunek mógł zostać spełniony, działania ratownicze powinny przebiegać wg ściśle określonego scenariusza.**

W pierwszej kolejności należy ocenić miejsce zdarzenia. Po przybyciu na nie i rozpoznaniu sytuacji (charakteru zdarzenia, jego okoliczności, rodzaju zagrożeń dla akcji), konieczna jest orientacyjna ocena ilości poszkodowanych i ich obrażeń oraz ewentualne uznanie zdarzenia za masowe (gdy ilość poszkodowanych w stanie ciężkim przekracza możliwości udzielenia im właściwej pomocy). Następnie należy zabezpieczyć miejsce i ratowników. Przed przystąpieniem do badania obowiązuje założenie rękawiczek i okularów (ze względu na zagrożenie zakażeniami przenoszonymi drogą krwi np. HIV, żółtaczką zakaźną), oświetlenie miejsca zdarzenia, likwidacja zagrożenia wybuchem i pożarem, zastosowanie sprzętu ochronnego. Kolejnym krokiem w działaniach jest dotarcie do poszkodowanego i wstępna ocena mechanizmu urazów oraz odniesionych obrażeń. Potem następuje udzielenie pierwszej pomocy medycznej bądź ewakuacja, i/lub wykonanie dostępu do poszkodowanego (stworzenie możliwości zbadania i przemieszczania go) zależnie od okoliczności.

We wstępnej ocenie obrażeń poszkodowanego bierzemy pod uwagę: ogólne wrażenie (ułożenie poszkodowanego, obecność krwotoku, widoczne gołym okiem obrażenia jak np. amputacja kończyny, zapach z ust, dźwięki wydawane przez poszkodowanego) oraz stan jego przytomności. Jeżeli jest nieprzytomny, udrażniamy drogi oddechowe, uwzględniając konieczność stabilizacji kręgosłupa szyjnego. Jeżeli przytomność jest zachowana, winna nastąpić kontrola funkcji życiowych (oddech, tętno) i ocena stanu pod kątem ewentualnych urazów i obrażeń z zastosowaniem stosownych procedur (stabilizacja bezprzryłkowa kręgosłupa szyjnego, ułożenie w pozycji przeciwwstrząsowej, założenie kołnierza szyjnego). Przez cały czas, od momentu rozpoczęcia akcji ratunkowej, obowiązuje utrzymanie kontaktu słownego, zebranie wywiadu oraz stała kontrola oddechu i krążenia przez pierwszego ratownika, który jednocześnie stabilizuje głowę. Drugi ratownik w tym czasie wykonuje badanie poszkodowanego, zlecając jednocześnie trzeciemu wykonanie stosownych opatrunków i rękoczynów.

Ocenę wstępną jak i badanie urazowe możemy przerwać tylko wtedy, gdy występuje niedrożność dróg oddechowych i zatrzymanie krążenia oraz masywny krwotok! Zatrzymanie krążenia oraz brak możliwości udrożnienia dróg oddechowych w zastanej pozycji z brakiem oddechu jest wskazaniem do przelożenia poszkodowanego na plecy. W przeciwnym przypadku badanie i opatrywanie wstępne kontynuujemy w pozycji zastanej, a dopiero po upewnieniu się, co do rodzaju obrażeń i wymaganej pomocy, możemy przystąpić do obrócenia go na plecy.

### Badanie urazowe

Po dokonaniu oceny stanu trzech podstawowych układów odpowiedzialnych za funkcjonowanie organizmu i decydujących o jego życiu (świadomość, oddech, krążenie) oraz stwierdzeniu, że nie wymagają wspomagania ze strony ratownika, należy przejść do badania urazowego w celu stwierdzenia ewentualnych obrażeń i ich zaopatrzenia.

**Informacje od osoby biorącej udział w zdarzeniu o braku dolegliwości nie zwalniają z obowiązku wykonania badania urazowego.** Informacje istotne podczas badania to: ogólne wrażenie, charakter zdarzenia, w jakim brał udział poszkodowany, stan trzech podstawowych układów (świadomość, oddech, krążenie), ułożenie lub pozycja przyjęta przez poszkodowanego, uzyskane informacje od niego (wywiad) i świadków zdarzenia.

Badanie rozpoczyna się od głowy, kolejno przechodząc do badania szyi, klatki piersiowej, brzucha, miednicy, kończyn dolnych i pleców. Kończyny górne bada się na końcu. W czasie badania zwraca się uwagę kolejno w każdej części ciała na: kolor skóry (bładość, zasinienia, podbiegnięcia krwawe), wszelkiego rodzaju zniekształcenia (wgniecenia, nienaturalne wyniosłości), obecność krwi na rękawiczkach, rany, wyciek płynów (krwi i/lub płynu mózgowo-rdzeniowego), np. z uszu i nosa.

Jeżeli istnieje podejrzenie oparzenia dróg oddechowych, (co wynika z charakteru zdarzenia), należy zwrócić uwagę na stan włosów, obecność sadzy w jamie ustnej lub jamie nosowej, charakterystyczne dźwięki podczas oddychania (świszt) lub mówienia (chrypka) oraz oparzenia warg i języka. Wszelkie otarcia, rany, krwawienia, oparzenia należy zabezpieczyć. Istotną informacją jest sposób unoszenia się klatki piersiowej podczas oddychania. Zapadanie się jej w czasie wdechu i uwypuklanie podczas wydechu oraz rany i krwawienia, które podczas oddychania zawierają pianistą krew i „syczą”, mogą świadczyć o odmie (powietrze dostaje się do przestrzeni otaczającej płuca przez ranę). Istotna jest obserwacja mechanizmu urazu pozwalająca szukać cech charakterystycznych, jak np.: przy stłuczeniu klatki piersiowej przez kierownicę (dotyczy to szczególnie kierowców samochodów ciężarowych), obecności ciał obcych, zgłaszany przez poszkodowanego ból. Sprawdzamy stabilność miednicy, którą oceniamy poprzez

delikatne naciskanie oburącz (górze i dół oraz z boków) jednocześnie obu talerzy biodrowych (wyczuwalne rozchodzenie się talerzy na bok). Obowiązuje wtedy zakaz obracania poszkodowanego na bok. Najlepiej stosować wtedy nosze podbierakowe, a przy ich braku przenoszenie poszkodowanego powinno być wykonane przez kilka osób. Kontrolujemy, czy nie nastąpiło oddanie moczu lub stolca. Przechodząc do oceny kończyn, w pierwszej kolejności zwracamy uwagę na ich ułożenie. Czy jest to ułożenie dowolne naturalne, czy przymusowe. Czy kończyny nie są zablokowane lub zmiażdżone. Przystępując do badania wykonujemy je oburącz, każdą kończynę badając oddzielnie. Poszukujemy: zniekształceń (obrzęki, deformacje), zaburzeń ruchomości w stawach (nie zginaamy stawów stosując siłę lub sprawiając ból badanemu), upośledzenia czucia (podejrzenie urazu kręgosłupa – poszkodowany przytomny i podaje brak czucia podczas badania), ran, krwawień i np. wystających odłamów kostnych mogących świadczyć o złamaniu otwartym. Badanie pleców należy wykonać jeszcze przed ułożeniem poszkodowanego na sprzęcie służącym do ewakuacji oraz po ich obnażeniu, by nie obracać go dwukrotnie. Po ustabilizowaniu bezprzysiędowo kręgosłupa szyjnego (bez nadmiernego odchylania i pociągania w osi długiej), a przed założeniem kołnierza należy zbadać i ocenić szyję. O ile w czasie próby stabilizacji kręgosłupa szyjnego występują opory lub bolesność, nie należy go przemieszczać. Stabilizuje się go w pozycji, na którą pozwalają wspomniane ograniczenia. Cały czas obserwuje się oddech poszkodowanego, mimikę, grymasy (ból). Najlepiej jak tę ostatnią czynność wykonuje ratownik, który podczas całego badania stabilizuje głowę. Wszystkie te informacje powinniśmy umieć skojarzyć z charakterem zdarzenia. Narastająca objętość badanej okolicy świadczy o krwotoku wewnętrznym, np. krew z tętnicy udowej gromadzi się między tkankami, co prowadzi do zaburzeń ukrwienia i może spowodować zagrożenie życia.

**Uwaga: w razie trudności z uwidocznieniem miejsca obrażenia należy ograniczyć do minimum poruszanie poszkodowanego (np. leżącego na plecach nie układać na boku), a ocenę stanu okolicy przeprowadzić w pozycji zastanej.**

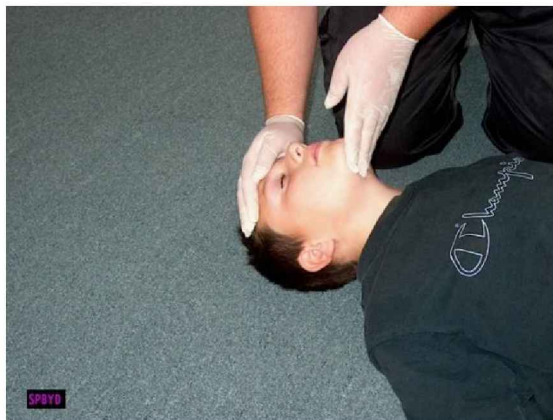
Po dokonaniu badania, przystępujemy do opatrzenia obrażeń w miarę możliwości dostępu (krwotoki muszą być bezwzględnie zatamowane) i przygotowujemy poszkodowanego do ewakuacji. Decyzja, jakiego sprzętu użyć do ewakuacji i jej technika zależy od charakteru zdarzenia, dostępu do poszkodowanego, jego stanu i rodzaju obrażeń. Stabilizacja kręgosłupa szyjnego obowiązuje cały czas, aż do momentu unieruchomienia poszkodowanego z kołnierzem na desce ortopedycznej, zapięcia pasów i założenia stabilizatora (szkolenie w tym zakresie nastąpi na kursie 64 godzinnym). Wszelkie niepokojące nas objawy należy natychmiast sprawdzić i, w zależności od stwierdzonych

obrażeń, zareagować zgodnie z procedurami. Zawsze obowiązuje ochrona przed wychłodzeniem („folia życia”), stała kontrola podstawowych funkcji życiowych. Jeśli poszkodowany jest przytomny nieodzowne jest wsparcie psychiczne i utrzymywanie kontaktu słownego, co jest jednocześnie ciągłym monitorowaniem jego stanu. Przekazanie poszkodowanego zespołowi ratownictwa medycznego powinno nastąpić, w miarę możliwości jednocześnie ze słowną informacją dotyczącą danych personalnych, świadomości, czynności życiowych, głównych dolegliwości, wyniku badania oraz informacji zebranych z wywiadu i innych szczególnych danych.

### **Zasady postępowania w przypadku wybranych obrażeń**

#### **Zagrożenie życia – udrożnienie dróg oddechowych**

Terminem śmierć biologiczna organizmu określa się całkowite i nieodwracalne ustanie wszystkich jego czynności życiowych, a w pierwszej kolejności pracy ośrodkowego układu nerwowego, układu krążenia i oddychania. Proces umierania odbywa się stopniowo, najpierw obejmując narządy szczególnie wrażliwe na brak tlenu jak np. mózg. Najczęstszą przyczyną śmierci do uniknięcia na miejscu zdarzenia jest niedrożność dróg oddechowych. W konsekwencji, w krótkim czasie 3–5 minut, prowadzi ona do zatrzymania oddechu i krążenia, a następnie do stanu określanego mianem śmierci klinicznej. Jest on odwracalny dzięki prostym zabiegom podtrzymującym oddychanie i krążenie (resuscytacyjnym – nastąpi osobne szkolenie). Istotne znaczenie ma czas podjęcia działań oraz poprawne wykonanie wszystkich sekwencji z algorytmu resuscytacji. W stanie hipotermii i po podaniu pewnych leków działających na ośrodkowy układ nerwowy, czas ten może ulec wydłużeniu. Bardzo prostą czynnością mającą na celu niedopuszczenie do wystąpienia bezdechu jest **udrożnienie dróg oddechowych**. Polega ono na odchyleniu głowy ku tyłowi i uniesieniu żuchwy z jednoczesnym wysunięciem jej ku przodowi. Wykonuje się to poprzez rękoczyn czoło – żuchwa: ręką położoną na czole płynnie odchylamy głowę ku tyłowi, jednocześnie drugą ręką podciągamy żuchwę do szczęki (rękoczyn ten jest przeciwwskazany w przypadku podejrzenia urazu kręgosłupa). W tym ostatnim przypadku wykonuje się tzw. rękoczyn potrójny, gdzie przemieszczamy żuchwę wysuwając ją do przodu i następnie podciągając do górnej szczęki. Jeżeli jednak nie uda się uzyskać drożności dróg oddechowych (poszkodowany nadal nie oddycha i nie wykazuje żadnych ruchów oddechowych), a wykluczono w nich obecność ciała obcego, to pomimo podejrzenia urazu kręgosłupa należy odgiąć głowę poszkodowanego do tyłu.



*Fotografia nr 7.1. Udrożnienie dróg oddechowych bez urazu kręgosłupa.*



*Fotografia nr 7.2. Rękoczyn potrójny-udrożnienie dróg oddechowych.*

## **Rany i ich opatrywanie**

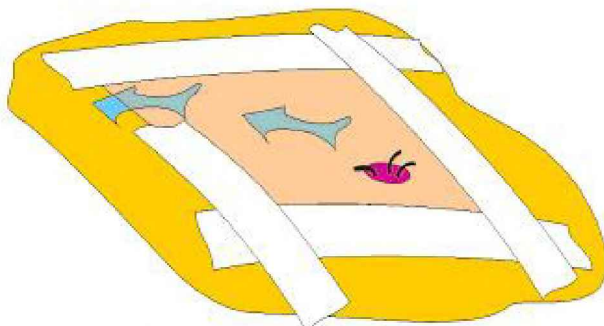
**Rana** jest to przerwanie ciągłości skóry połączone z ubytkiem tkanek. W zależności od mechanizmu urazu i kształtu rany rozróżniamy rany: klute, cięte, szarpane, tłuczone, miażdżone, kątowe, postrzałowe, otarcia, rany płatowe, rąbane, oparzenia. Każdą ranę należy jak najszybciej zabezpieczyć opatrunkiem, najlepiej jałowym. Zależnie od rodzaju rany stosujemy różne rodzaje opatrunków. Zapobiegają one zanieczyszczeniu i zakażeniu, tamują krwawienia, chronią przed drażnieniem mechanicznym (otarcia przez ubranie, ucisk) i wychłodzeniem (oparzenie).

### Rodzaje opatrunków:

- *Opatrunek osłaniający* – ma zapobiegać zanieczyszczeniu rany i jej zakażeniu. Stosujemy go w przypadku ran bez masywnego krwawienia. Szczególnie istotna jest ochrona przed zakażeniem w przypadku oparzeń i złamań otwartych.
- *Opatrunek uciskowy* – stosowany przy zranieniach z towarzyszącym masywnym krwawieniem. Składa się z: warstwy jałowej przykrywającej bezpośrednio ranę (kompresy gazowe w różnych rozmiarach), warstwy uciskowej (poduszki, gaza jałowa 1 m<sup>2</sup> lub zwinięte rolki bandaża), umocowania wszystkich warstw (opaska elastyczna lub chusta trójkątna). Stosowany jest bezpośrednio na miejsce krwawienia.
- *Opatrunek unieruchamiający* – dzięki prawidłowemu unieruchomieniu, np. złamanej kończyny zapobiegamy powstawaniu uszkodzeń wtórnych, takich jak przemieszczanie odłamów kostnych i dalsze uszkodzenia naczyń i nerwów. Opatrunek unieruchamiający stosujemy również przy dużych ranach kończyn np. miażdżonych i postrzałowych. Najczęściej stosujemy szynę Kramera, którą mocujemy do kończyn bandażem lub chustą trójkątną. Szynę modelujemy na zdrowej kończynie poszkodowanego. Unieruchomienie musi obejmować dwa sąsiednie (względem miejsca złamania/zranienia) stawy. W czasie zakładania szyny i jej mocowania, kończynę podtrzymujemy w jej osi chwytając za oba sąsiadujące ze złamaniem stawy (jedna ręka obejmuje jeden staw, druga ręka drugi), stosując delikatny wyciąg. Do prawidłowego założenia szyny konieczne są dwie osoby.

### Szczególne rodzaje ran:

- *Amputacja urazowa* – należy w pierwszej kolejności zatrzymać krwawienie z kikuta przez zastosowanie opatrunku uciskowego lub w razie konieczności opaski zaciskowej. Amputowaną część ciała należy zabezpieczyć, owijając ją w jałowy suchy opatrunek i umieszczając w worku foliowym, który w umieszczamy w drugiej torebce z wodą lub lodem.
- *Rany klatki piersiowej* – jeśli ranny zgłasza duszność lub słyszymy powietrze wydostające się z klatki piersiowej w czasie wydechu, podejrzewamy odmę opłucnową (patrz wyżej). Stosujemy wtedy opatrunek trójsronny, czyli szczelny opatrunek foliowy przyklejony przylepcem do skóry klatki piersiowej z trzech stron lub gotowy opatrunek zastawkowy.



Rysunek nr 7.1. Opatrunek trójsronny

- *Rany jamy brzusznej z wytrzewieniem, czyli wydostawaniem się zawartości jamy brzusznej (trzewi) poza obręb rany* – poszkodowanego układamy w pozycji leżącej na plecach z kończynami dolnymi zgiętymi w stawach biodrowych i kolanowych (wałek pod kolanami). Nie usiłujemy odprowadzać jelit do jamy brzusznej, lecz przykrywamy je jałowym opatrunkiem. Opatrunek delikatnie mocujemy plasterem, a następnie przykrywamy folią termoizolacyjną.
- *Rany głowy z wyciekami krwi i/lub płynu mózgowo – rdzeniowego z uszu lub nosa* – nie stosujemy opatrunków uciskowych, lecz osłaniające. W przypadku krwawiących ran szyi ucisk stosujemy dłońią przez jałowy opatrunek.
- *Ciała obce w ranach* – samodzielnie nie usuwamy wbitych w ranę przedmiotów. Ciało obce zabezpieczamy przed przemieszczaniem się w ranie, np. za pomocą zwiniętych rolek bandaża umocowanych plasterem lub Codofixem (gotowym opatrunkiem z elastycznej siateczki).
- *Zranienia oka* – zawsze zabezpieczamy obydwie gałki oczne.

#### Zranienia zewnętrzne – krwotoki

Krwotok powstaje w następstwie zadziałania czynnika zewnętrznego prowadzącego do rozerwania naczyń. Może być zewnętrzny (z przerwaniem ciągłości skóry) lub wewnętrzny po urazie tętym. Wielkość krwawienia zależy od rodzaju i średnicy uszkodzonego naczynia krwionośnego (tętnicy, żyły, naczyń włosowatych). Krwawienie rozpoznajemy naocznie poprzez stwierdzenie wypływu krwi z rany lub po objawach sugerujących wystąpienie wstrząsu krwotocznego (hipowolemicznego).

**Czynności ratownika przy silnym krwawieniu:** kontrolować funkcje życiowe, ułożyć poszkodowanego płasko (na plecach), doraźnie zatamować krwawienie przez uniesienie zranionej kończyny, uciśnięcie naczynia doprowadzającego lub przez bezpośredni ucisk ręką w miejscu krwawienia.



W miejscu krwawienia założyć jałowy **opatrunek uciskowy** (opisany w rozdziale o opatrywaniu ran). Jeśli krwawienie jest obfite i przesiąka przez opatrunek, dołożyć kolejne warstwy i owinąć opaską dzianą (bandażem), obserwować wygląd poszkodowanego i opatrunku, wdroyć postępowanie przeciwwstrząsowe (pozycja, koc termiczny).

Założenie opaski zaciskowej, ze względu na następstwa niebezpieczne dla zdrowia poszkodowanego, rozważa się tylko w ściśle określonych sytuacjach: amputacja urazowa; zmiżdżenie kończyny; czasowo, jeśli zachodzi potrzeba jednoczesnego udzielania pomocy wielu rannym; w razie utrzymującego się krwawienia z powodu nieskuteczności założonego opatrunku uciskowego; w razie braku możliwości zastosowania opatrunku uciskowego na ranę. Opaskę zaciskową można stosować tylko na kończynach. Powinna ona mieć kilka centymetrów szerokości tak, aby nie „wrzynała” się w tkanki tworząc w nich nieodwracalne zmiany. Po jej założeniu należy dokładnie zapisać czas (godzinę). Opaska musi być widoczna przez cały czas. Zwolnienia zacisku może dokonać dopiero lekarz, a zwłaszcza, jeśli czas od jej założenia jest dłuższy niż 10 minut. Nie wolno jej rozluźniać. W przypadku krwawień przy amputacji należy zatamować krwotok poprzez uciśnięcie krwawiącej rany, starając się zatrzymać wypływ krwi i przygotować opaskę zaciskową do ewentualnego użycia.

W przypadku nasilającego się krwawienia, założyć jałowy opatrunek na powstały kikut kończyny i unieruchomić. Wdroyć postępowanie przeciwwstrząsowe opisane niżej.

### Wstrząs

Wstrząsem nazywamy zespół reakcji, które zachodzą w organizmie głównie w układzie krążenia, jako odpowiedź na niedotlenienie tkanek. Jest to proces bardzo dynamiczny, rozpoczynający się po zadziałaniu czynnika wstrząsorodnego, postępujący w czasie i nieprzerwanie pogarszający stan pacjenta. W miarę rozwoju reakcji wstrząsowej stopniowo dochodzi do upośledzenia funkcji narządów najbardziej wrażliwych na niedotlenienie (ośrodkowego układu nerwowego), a następnie do nieodwracalnych zmian prowadzących do śmierci. Początkowo organizm broni się przed skutkami rozwijających się zaburzeń poprzez tak zwaną centralizację krążenia. Stąd główne objawy wstrząsu pochodzą z układu krążenia. W pierwszej fazie zmniejszeniu ulega (za sprawą skurczu naczyń) przepływ krwi przez narządy stosunkowo mało wrażliwe na niedotlenienie, jak skóra czy trzewia, a utrzymane zostaje krążenie krwi w naczyniach serca i mózgu.

### Wyróżniamy następujące rodzaje wstrząsu:

- *wstrząs z utraty płynów (hipowolemiczny)* – zmniejszenie objętości krwi krążącej spowodowane utratą pełnej krwi (krwotok), osocza (oparzenie);

- *wstrząs pochodzenia sercowego (kardiogeny)* – zmniejszenie wydolności serca w następstwie np. zawału mięśnia sercowego, zaburzeń jego rytmu;
- *wstrząs neurogeny* – brak kontroli układu nerwowego nad napięciem ścian naczyń, spowodowany urazem ośrodkowego układu nerwowego, np. urazem rdzenia kręgowego;
- *wstrząs uczuleniowy (anafilaktyczny)* – w którym następuje gwałtowna reakcja organizmu na czynnik uczulający (lek, jad owadów), następstwem tego ostatniego jest powiększenie pojemności układu naczyniowego przy niezmienionej objętości krwi krążącej.
- *wstrząs septyczny* – jest wynikiem gwałtownie przebiegającej reakcji organizmu na zakażenie.

Objawy wstrząsu: skóra – biała, wilgotna, zimna; oddech – przyspieszony, płytki; tętno na obwodzie – szybkie, słabo wyczuwalne, brak (we wstrząsie neurogenym wolne); zaburzenia świadomości – pobudzenie, apatia, do utraty przytomności włącznie. W przypadku wstrząsu neurogenego należy zwrócić uwagę na fakt zwolnienia tętna, co może sugerować fałszywe rozpoznanie i działać na nas uspokajająco, a w konsekwencji spowodować opóźnienie wdrożenia prawidłowego postępowania. Koniecznym jest, aby przy ocenie poszkodowanego zawsze brać pod uwagę cały obraz sytuacji, a nie tylko wynik badania.

Postępowanie: ocena charakteru zdarzenia – wynika z niej rodzaj obrażeń i tym samym mechanizm wstrząsu oraz rodzaj działań, jaki podejmiemy; kontrola podstawowych funkcji życiowych; decyzja o ewentualnej ewakuacji poszkodowanego w celu prowadzenia resuscytacji; zaopatrzenie widocznych obrażeń, a zwłaszcza krwotoków; ułożenie poszkodowanego w położeniu przeciwwstrząsowym – położenie na plecach, z uniesionymi kończynami dolnymi na wysokość 30–40 cm od podłoża; badanie poszkodowanego w poszukiwaniu innych ciężkich uszkodzeń ciała i ich zaopatrzenie; unieruchomienie transportowe w przypadku złamań; ciągła kontrola podstawowych funkcji życiowych i założonych opatrunków; zabezpieczenie poszkodowanego przed wychłodzeniem – „folia życia”; opieka psychiczna.

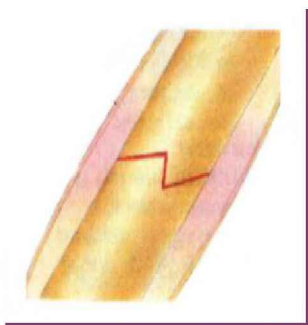
**Należy pamiętać o tym, że poszkodowanemu będącemu we wstrząsie nie podajemy pod żadnym pozorem nic do picia, jedzenia, ani żadnych używek (papierosów, alkoholu). Chory we wstrząsie wymaga jak najszybszej pomocy lekarza!**



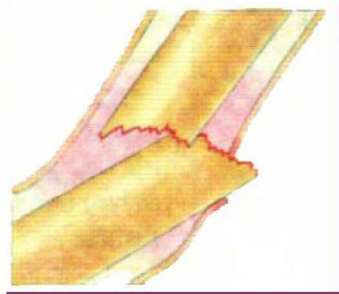
*Fotografia nr 7.3. Pozycja przeciwwstrząsowa.*

#### Złamania, zwichnięcia, skręcenia.

Złamanie jest to przerwanie ciągłości kości w wyniku urazu przekraczającego granicę jej elastyczności. Złamania dzieli się na: zamknięte (złamanie zamknięte proste, zamknięte wieloodłamowe, zamknięte typu „zielonej gałązki” – u dzieci), otwarte – rany są spowodowane urazem lub fragmentami kości przebijającymi skórę.



*Rysunek nr 7.2. Złamanie zamknięte.*



*Rysunek nr 7.3. Złamanie otwarte.*

Objawy złamania: ból, obrzęk, krwawienie, utrudnienie ruchów, nienaturalne ruchy, zmiana kształtu, nieprawidłowe ustawienie kończyny, zmiana zabarwienia skóry, widoczne w ranie odłamy kostne. Złamaniom kości mogą towarzyszyć dodatkowe zranienia spowodowane działaniem przesuwających się odłamów kostnych, zakażenie, wstrząs.

Zwichnięcie – jest to przemieszczenie powierzchni stawowych względem siebie poza obrys stawu, bez powrotu do pozycji fizjologicznej. Procedura postępowania przy zwichnięciu jest taka sama, jak przy złamaniach z tą różnicą, że unieruchamia się kończynę w pozycji zastanej, przybranej przez poszkodowanego.

Skręcenie – jest to przemieszczenie powierzchni stawowych względem siebie poza obrys stawu, z powrotem do pozycji fizjologicznej. Procedura postępowania przy skręceniu jest taka sama, jak przy złamaniach.

Uszkodzenia tkanek miękkich – towarzyszą zwichnięciu lub skręceniu i złamaniu. Są to uszkodzenia więzadeł w okolicy stawu spowodowane szarpnięciem, nagłym i gwałtownym ruchem w stawie, który rozrywa otaczające tkanki.

Postępowanie: ocena stanu poszkodowanego; uwidocznienie obrażeń; zatamowanie krwotoku; wdrożenie postępowania przeciwwstrząsowego. W przypadku złamań kości długich stabilizacja i unieruchomienie kończyny w pozycji zbliżonej do fizjologicznej, zgodnie z **zasadą Potta** (w złamaniu kości długich unieruchamia się dwa sąsiadujące ze złamaniem stawy, a przy urazie w obrębie stawu unieruchamia się kości współtworzące ten staw). W razie trudności w uzyskaniu pozycji fizjologicznej, nie należy próbować uzyskać jej za wszelką cenę, a ustabilizować kończynę w pozycji zastanej. W przypadku deformacji stawów z pozycją przymusową (zwichnięcie) – stabilizacja i unieruchomienie w pozycji zastanej, a w przypadku deformacji stawów z zachowaną ruchomością (złamanie, skręcenie) – stabilizacja, a następnie unieruchomienie w pozycji fizjologicznej, a w razie konieczności w pozycji zastanej. Zabezpieczenie przed infekcją w przypadku złamań otwartych – opatrunek na ranę. W celu zmniejszenia obrzęku, obłożenie chorego miejsca zimnymi okładami. Zabezpieczenie poszkodowanego przed utratą ciepła lub przegrzaniem, wsparcie psychiczne (nie pozostawiać poszkodowanego bez opieki), powiadomienie pogotowia ratunkowego.

**W razie niemożności nadania pozycji fizjologicznej należy unieruchomić złamanie w pozycji zastanej, na granicy bólu lub oporu, a zdjęcie obuwia powinno nastąpić dopiero po uzyskaniu pozycji fizjologicznej, ze względu na zmniejszenie doznań bólowych.**

Podstawowym działaniem ratowniczym w przypadku złamań i podejrzeń złamań oraz zwichnięć jest **stabilizacja**. Unieruchomienie zakłada się w pozycji leżącej lub siedzącej poszkodowanego zgodnie z **zasadą Potta**. Aby nie pogłębić urazu i przynieść poszkodowanemu ulgę oraz komfort przy poruszaniu złamaną kończyną, należy stosować delikatny wyciąg. Pamiętaj, aby nie wykonywać tego

gwałtownie i ze zbyt dużą siłą. Wykonuje się go zawsze wzdłuż osi kończyny, starając się zwolnić go dopiero po jej unieruchomieniu. W przypadku złamań otwartych oprócz powyższego postępowania należy opatrzyć ranę jałowym opatrunkiem osłaniającym. Przy uszkodzeniach twarzoczaszki podstawą jest zapewnienie drożności dróg oddechowych, ewentualnie położenie poszkodowanego w ułożeniu bezpiecznym. Cały czas należy obserwować podstawowe czynności życiowe. W przypadku izolowanych uszkodzeń żuchwy, gdy poszkodowany jest przytomny należy pomóc mu, aby usiadł z głową pochyloną do przodu, co umożliwi swobodne sączenie krwi, śliny i śluzu, a na żuchwę założyć tzw. opatrunek procowy. Przy obrażeniach kości twarzy należy zastosować zimny okład w celu zmniejszenia obrzęku i obkurczenia naczyń.

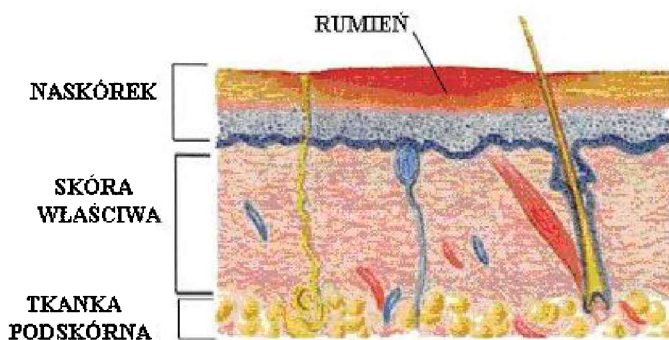
**Nigdy nie należy przekładać chorego z noszy na nosze. W przypadku podejrzenia/stwierdzenia złamania uda, miednicy lub kręgosłupa u poszkodowanego w pojeździe należy starać się wykonać taki dostęp do niego, aby stworzyć możliwość podsunięcia noszy typu deska, najlepiej od strony głowy, a następnie unieruchomienia go przy pomocy pasów i zestawu do unieruchamiania głowy. Takie postępowanie zwalnia od konieczności zastosowania szyn typu Kramer do unieruchamiania złamania kości udowej.**

Przemieszczanie poszkodowanych na noszach powinno zawsze odbywać się w kierunku nogami do przodu dla zachowania możliwości nadzoru nad stanem poszkodowanego. W czasie przemieszczania w obszarze o ograniczonej widoczności lub w ciemnościach należy, w miarę możliwości, zapewnić oświetlenie jego twarzy.

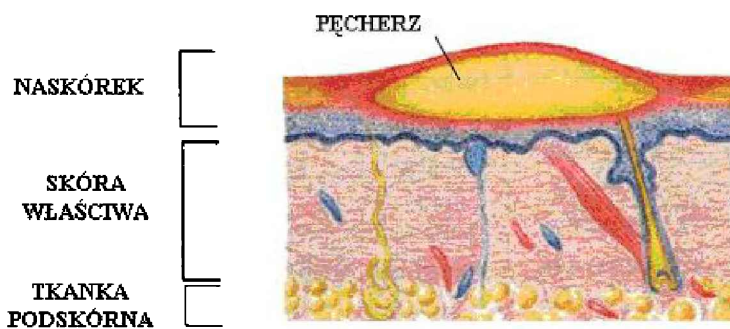
## **Oparzenia, porażenie prądem, udar cieplny**

### Oparzenia

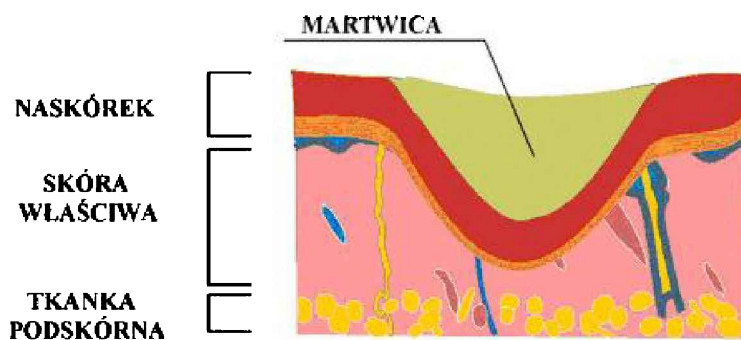
Oparzeniem nazywamy uszkodzenie tkanki na skutek działania czynnika termicznego, chemicznego, elektrycznego. Najczęstsze przyczyny oparzeń termicznych to: płomienie, gorące płyny, para wodna, żarzące się metale, promieniowanie słoneczne. Dla oceny stopnia obrażeń stosuje się podział oparzeń na I, II i III stopień.



*Rysunek nr 7.4. Oparzenie I stopnia*



*Rysunek nr 7.5. Oparzenie II stopnia*



*Rysunek nr 7.6. Oparzenie III stopnia*

Oparzenie I stopnia obejmuje powierzchowną warstwę skóry, głównie naskórek. Jego objawy to: ból, zaczerwienienie (rumień), obrzęk, wrażliwość skóry na dotyk.

Oparzenie II stopnia obejmuje głębsze warstwy skóry i dodatkowo do wymienionych wyżej objawów pojawiają się tu pęcherze z ewentualnym wyciekami płynu.

W oparzeniu III stopnia zmiany obejmują całą grubość skóry, przechodząc na tkankę podskórną i tkanki położone głębiej powodując martwicę. Objawy III stopnia to: brak czucia dotyku i bólu, sucha, biała lub szara skóra, zwęglenie tkanek.

Postępowanie w oparzeniach sprowadza się do bardzo intensywnego schładzania powierzchni oparzonej. Po skontrolowaniu funkcji życiowych i ewakuacji poszkodowanego w bezpieczne miejsce, należy usunąć opaloną odzież, (jeśli jest to możliwe – nie zdzierać) oraz obrączki i pierścionki z oparzonych miejsc, a następnie ocenić powierzchnię oparzoną. W zależności od tego wdramy odpowiednie postępowanie.

Jeśli powierzchnia oparzona jest mniejsza niż 10% to: schładzać bieżącą wodą do ustąpienia bólu, przez ok. 15–30 minut, następnie założyć suchy, jałowy opatrunek lub opatrunek hydrożelowy. Jeśli powierzchnia oparzona jest większa niż 10%, to: schładzać bieżącą wodą przez 1 minutę, potem położyć moką gazę do ustąpienia bólu (15–30 minut), a następnie założyć jałowy opatrunek lub opatrunek hydrożelowy (chłodzenie powinno rozpocząć się już przed zdjęciem odzieży, podobnie jak jej gaszenie), po czym wdramy się postępowanie przeciwwstrząsowe i zabezpiecza przed utratą ciepła. Konieczne jest też wsparcie psychiczne (nie pozostawiać poszkodowanego bez opieki), powiadomienie pogotowia ratunkowego i cały czas kontrola oddechu i czynności serca. Powierzchnię oparzenia oceniamy przy pomocy tzw. „reguły dziewiątek”, uwzględniając różnice w ocenie wynikające z wieku osoby poparzonej. Inny, prostszy sposób oceny rozległości powierzchni oparzonej wynika z założenia, że 1% powierzchni ciała jest równy wielkości dłoni osoby poszkodowanej.

Wszystkie oparzenia dróg oddechowych, prądem elektrycznym lub oparzenia powikłane innym dużym urazem, wdychaniem dymu, współistniejącymi chorobami, oparzenia twarzy, rąk, oczu, stóp i krocza są wskazaniem do hospitalizacji poszkodowanego. W przypadku oparzeń substancją chemiczną bardzo ważne jest usunięcie wszelkiej odzieży i biżuterii, a szczególnie tej, mającej kontakt z substancją. Przy oparzeniu wapnem należy je bezwzględnie usunąć mechanicznie. Nie wolno w tym wypadku stosować wody, którą można spłukać powierzchnię oparzoną dopiero po usunięciu wapna. W pozostałych przypadkach istotne jest bardzo dobre spłukanie substancji toksycznej bieżącym strumieniem wody. Nigdy nie należy: wyrzucać opakowania po substancji chemicznej, która była przyczyną oparzenia, prowokować wymiotów, ścierać i zdzierać ze skóry mas

plastycznych, smoły, przekłuwać pęcherzy, neutralizować kwasów zasadami i odwrotnie, smarować tłuszczem.

#### Porażenie prądem elektrycznym

Rodzaj i wielkość obrażeń uzależnione są od: natężenia i napięcia prądu, rodzaju prądu, oporu własnego skóry, powierzchni kontaktu, drogi przepływu prądu, współistniejących urazów, stanu poszkodowanego przed urazem. Skutki działania prądu elektrycznego na organizm człowieka to: oparzenia – w miejscu wejścia i wyjścia prądu, jak również w narządach wewnętrznych; oszołomienie, do utraty przytomności włącznie; zawroty głowy; dezorientacja, trudności w mówieniu, omdlenie, zaburzenia w oddychaniu do zatrzymania oddechu włącznie. To ostatnie zazwyczaj ustępuje samoistnie po odłączeniu porażonego od źródła prądu. Bardzo często, zwłaszcza u małych dzieci, należy wykonać od kilku do kilkunastu wdmuchnięć metodą usta –usta lub usta– nos, co ma na celu przywrócenie oddechu, którego brak może spowodować zatrzymanie krążenia. Postępowanie w przypadku porażenia prądem elektrycznym zaczyna się od odłączenia źródła napięcia i wezwania pogotowia ratunkowego. Następnie konieczna jest ocena stanu poszkodowanego – jego funkcji życiowych i innych obrażeń towarzyszących, prowadzenie czynności ożywiających (resuscytacji), jeśli doszło do zatrzymania krążenia; zaopatrzenie obrażeń ciała (zatomowanie krwawienia, unieruchomienie złamań, zaopatrzenie oparzenia opatrunkiem hydrożelowym) oraz wdrożenie postępowania przeciwwstrząsowego i szybka ewakuacja z przygotowaniem do transportu do szpitala.

#### **Pamiętaj! NAJWAŻNIEJSZE JEST TWOJE BEZPIECZEŃSTWO.**

Odcięcia dopływu prądu można dokonać w różnorodny sposób (wykręcenie bezpieczników, odłączenie wyłącznika głównego, wyciągnięcie wtyczki itp.). Jeżeli jednak nie ma takiej możliwości należy niezwłocznie zaalarmować pogotowie energetyczne – **tel. 991**. Jeżeli sytuacja wymaga natychmiastowego odsunięcia porażonego od źródła prądu, należy zachować szczególną ostrożność i stosować się do następujących zasad: stanąć na suchym podłożu (na stercie gazet, desce, kocu, gumowej macie itp.) tak, aby odizolować się od ziemi; jeśli jest to możliwe założyć suche, gumowe rękawice. Poszkodowanego odsunąć od źródła prądu za pomocą bosaka, deski, kija, laski lub suchej liny (np. założyć pętlę za nogi porażonego tak, aby nie dotykać ofiary!).

**Uwaga! Nawet, gdy odcięto dopływ prądu, zachowaj szczególną ostrożność i upewnij się kilka razy, że masz zapewnione 100% bezpieczeństwo!**



**Nie wolno:** używać metalowych, mokrych lub wilgotnych przedmiotów podczas udzielania pomocy, dotykać ofiary dopóki ma ona styczność z przewodem pod napięciem, dotykać ofiary znajdującej się pod wpływem prądu wysokiego napięcia, dopóki formalnie nie zostaniesz powiadomiony o odcięciu prądu, zbliżać się do przewodów wysokiego napięcia na odległość mniejszą, niż 18 metrów (zagrożenie łukiem elektrycznym).

### Odmrożenia, hipotermia, odmrożenie

Jest to częściowe lub całkowite zniszczenie tkanek w wyniku działania na organizm niskich temperatur. W zależności od głębokości uszkodzonych tkanek organizmu wyróżniamy: lokalne wychłodzenie – I°; odmrożenie powierzchniowe – II°; odmrożenie głębokie – III°. Objawia się to następująco: zmiana zabarwienia skóry (szara lub lekko biaława, zimna); mrowienie lub swędzenie; upośledzenie ruchomości w stawach. Ból – do chwilowej utraty czucia na skórze; obrzęki i pęcherze, a w III stopniu zaburzenia lub całkowita utrata czucia zmienionej okolicy i utrata zdolności poruszania w stawach.

**Postępowanie,** to przede wszystkim ochrona przed dalszym narażeniem na zimno; ogrzewanie stopniowo wychłodzonego miejsca (np. przykrywając dłońmi ratownika, zanurzając wychłodzone miejsce w letniej wodzie, stopniowo podnosząc jej temperaturę); przeprowadzenie lub przeniesienie poszkodowanego do ciepłego pomieszczenia o temperaturze pokojowej ok. 18–20°C; okrycie miejsca zranionego suchym opatrunkiem jałowym; dostarczanie poszkodowanemu stopniowo ciepła; ogrzewanie zmienionego miejsca poprzez zanurzenie w letniej wodzie na około 10–15 min; osuszenie (bez wycierania) zmienionego miejsca i nakrycie go jałowym opatrunkiem. Uszy, nos i policzki ogrzewać dłońmi ratownika.

**NIE NALEŻY:** rozcierać wychłodzonych okolic; narażać na dalsze urazy chorobowo zmienionej okolicy; dopuszczać do ponownego wychłodzenia chorej okolicy; pozwalać poszkodowanemu na spożywanie alkoholu; przekłuwać pęcherzy; stosować maści i kremów na powierzchnię odmrożoną.

### Hipotermia

Hipotermia to obniżenie temperatury wewnętrznej ciała poniżej 35°C, w której następuje zaburzenie funkcjonowania organizmu. Jej przyczyny to, np. niska temperatura otoczenia, przebywanie w zimnej wodzie. Podczas obniżania temperatury ciała obserwuje się stopniowo narastanie objawów: pogłębiony i przyspieszony oddech, przyspieszone tętno, dreszcze, skóra koloru sinego (temperatura ciała 31–35°C), ustanie dreszczy, sztywność mięśni, zwolnienie akcji serca i oddechu, zaburzenia świadomości przy temperaturze ciała 30–28°C oraz utrata przytomności (śpiączka), zanik odruchów do braku tętna i bezdechu, a następnie śmierci przy temperaturze ciała poniżej 24°C. Postępowanie zaczyna

się od oceny miejsca zdarzenia i kontroli funkcji życiowych. Należy zapobiegać dalszej utracie ciepła (zdjęcie **mokrego** ubrania, osuszenie skóry i okrycie poszkodowanego suchym kocem) i stopniowo ogrzewać poszkodowanego. W hipotermii należy maksymalnie ograniczyć poruszanie poszkodowanego.

**Metody ogrzewania dopuszcza się tylko bierne:** zdjęcie mokrego i zimnego ubrania z poszkodowanego. Przeniesienie ratowanego do ciepłego, suchego pomieszczenia (temperatura 21–23°C), okrycie suchymi, grubymi kocami. Metody czynne nie są stosowane przez ratowników niemedyków.

#### **Literatura:**

1. Wytyczne KG PSP w sprawie realizacji zadań z zakresu ratownictwa medycznego przez strażaków KSRG z 5 lipca 2004.
2. Buchwelder M., Buchwelder A., *Podręcznik pierwszej pomocy*.
3. Gugała G., *Podstawy ratownictwa medycznego*. KG PSP, Warszawa 2005.
4. Jurczyk W., Łakomy A., *Pierwsza pomoc w stanach zagrożenia życia*.