

Zbigniew SZCZEŚNIAK  
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

## ZASADY KSZTAŁTOWANIA UKŁADÓW FUNKCJONALNYCH, USTROJÓW NOŚNYCH ORAZ WARSTW OCHRONNYCH SCHRONÓW I UKRYĆ

### Abstract

The modelling rules of main elements of the building shelter designing is characterized in the paper. The functional arrangement, bearing structure and the external protection layers of the shelter is considered.

### Streszczenie

W referacie scharakteryzowano zasady kształtowania podstawowych elementów rozwiązania budowlanego schronu. Rozważono takie elementy jak układ funkcjonalny, ustrój konstrukcyjny oraz zewnętrzne warstwy ochronne.

### 1. WSTĘP

Podstawowymi elementami współczesnych wojskowych i cywilnych systemów fortyfikacyjnych są schrony i ukrycia. Schron jest budowlą zamkniętą konstrukcyjnie służącą do ochrony ludzi i mienia przed założonymi czynnikami rażącymi ze wszystkich możliwych kierunków. Ukrycie jest budowlą otwartą konstrukcyjnie i zapewnia osłonę tylko z określonych kierunków. Założony efekt ochronny schronu, który zwykle definiuje się w formule klasyfikacyjnej, uzyskiwany jest przez odpowiednie ukształtowanie następujących elementów składowych:

1. układu funkcjonalnego i ustroju konstrukcyjnego,
2. obudowy i kompletu specjalnych instalacji schronowych,
3. specjalnego wyposażenia oraz zabezpieczeń wewnętrznych i zewnętrznych.

W prezentowanym referacie scharakteryzujemy zasady kształtowania podstawowych elementów rozwiązania budowlanego obiektów schronowych. Z uwagi na ramy referatu odniesiemy się głównie do podstawowych koncepcji ochronnych przyjmowanych w systemach ochrony ludności i obrony cywilnej.

### 2. KSZTAŁTOWANIE UKŁADÓW FUNKCJONALNYCH

Przedstawiona poniżej problematyka rozwiązań funkcjonalnych jest silnie związana ze szczególnymi uwarunkowaniami. Należą do nich

współczesne zagrożenia, możliwości ochrony przed nimi oraz uwarunkowania eksploatacyjne. Na podstawie analizy powyższych czynników można opracować koncepcję ochronną dla każdego obiektu. Można również, jeżeli istnieje taka możliwość korzystać z formuł klasyfikacyjnych opracowanych przez specjalistów dla celów obronnych w różnych obszarach funkcjonowania państwa.

Poza zagrożeniami, podstawowe znaczenie na rozwiązanie funkcjonalne schronu dla ludzi mają czynniki eksploatacyjne jak: sposób użytkowania schronu w sytuacjach kryzysowych i poza nimi, czas pobytu, pojemność schronu, wymagany podział na strefy wewnętrzne. Schron poza sytuacjami kryzysowymi może być zupełnie niewykorzystany, wykorzystany do celów nie związanych z obronnością, a także ciągłego wykorzystania zgodnie z podstawowym przeznaczeniem. Znacznie szerzej o wspomnianej problematyce napisano w [1-8].

Poniżej przedstawiono zasady kształtowania funkcjonalnego pomieszczeń i elementów przyjmując ich podział na strefy:

1. wejścia i komunikacja wewnętrzna,
2. pomieszczenia funkcji podstawowej,
3. strefa socjalna i strefa techniczna.

#### 2.1. Wejścia i komunikacja wewnętrzna

W prezentowanym artykule scharakteryzujemy tylko wejścia dla ludzi. Zwykle zalicza się tutaj tak zwane wejścia normalnej eksploatacji (wejścia podstawowe) oraz wejścia zapasowe zwane również awaryjnymi.

Rozwiązanie wejścia zawiera takie elementy jak, liczbę wejść, ich usytuowanie, strukturę z rozplanowaniem przestrzennym, pomieszczenia sterowania, ochrony i obrony wejścia, pomieszczenia specjalne. Podstawowym zadaniem omawianych wejść jest wprowadzenie założonej liczby ludzi do schronu w przyjętym okresie czasu jak również sprawne wprowadzenie w sytuacji zaistnienia awarii wewnętrznej.

Na liczbę wejść mają wpływ następujące czynniki:

1. pojemność schronu oznaczająca liczbę chronionych osób,
2. możliwości wykrycia zagrożenia i jego rodzaju,
3. okresu czasu od wykrycia do chwili bezpośredniego zagrożenia,
4. założonej koncepcji lub naturalnego dla danego obiektu sposobu eksploatacji.

W schronach wymaga się wykonania wyjścia zapasowego w przypadku przyjęcia jednego wejścia podstawowego lub gdy pozostałe wejścia leżą w strefie prognozowanego zgrupowania lub innych zagrożeń.

Wejścia powinno się tak lokalizować aby przede wszystkim zapewnić bezkolizyjny tok napelniania schronów. Jednocześnie należy dążyć do nie zniszczenia dwóch wejść jednym uderzeniem założonego czynnika rażenia i unikać stref zagruzowania oraz innych zagrożeń

blokujących sprawność wejścia. Wejście do schronu zaburza ciągłość płaszczyzn ochronnych i hermetyzacji. W celu ich zachowania i zapewnienia założonych dla całej budowli walorów odpornościowych wejście musi mieć odpowiednią strukturę.

Niezbędnymi elementami tej struktury są (rys.1):

1. dojścia do przelotni,
2. przelotnia,
3. przedsionki lub śluzy,
4. drzwi schronowe.

Przelotnia to w pełni obudowana przestrzeń (strop, ściana, fundament) sąsiadująca bezpośrednio z drzwiami zewnętrznymi schronu. Przelotnia osłania drzwi zewnętrzne przed bezpośrednim działaniem typu mechanicznego oraz środków zapalających. Z uwagi na geometrię wyróżnia się przelotnie proste, kolankowe, załamane lub ślepe. Wymiary przestrzeni przelotni oraz grubości elementów obudowy wynikają nie tylko z potrzeb funkcjonalnych, ale także odpornościowych.

Z przelotni poprzez drzwi zewnętrzne wchodzimy zawsze do przedsionka lub śluzy.

PrzedSIONEK służy do realizacji następujących celów:

1. pozwala zwiększyć prawdopodobieństwo zachowania założonej odporności mechanicznej wejścia (równej co najmniej odporności całego schronu),
2. stanowi izolację termiczną w warunkach zaistnienia pożaru,
3. zwiększa hermetyczność wejścia,
4. osłabia promieniowanie przenikliwe,
5. zapewnia wymaganą ochronę przed środkami toksycznymi i biologicznymi.

Jeżeli schron ma jeden przedsionek to może być wyposażony w następujące rodzaje drzwi:

- a) drzwi zewnętrzne ochronne a następne ochronno-hermetyczne,
- b) drzwi zewnętrzne ochronne a następne hermetyczne,
- c) ochronno-hermetyczne a następne hermetyczne,
- d) dwoje drzwi ochronno-hermetycznych,
- e) dwoje drzwi hermetycznych jeżeli funkcja na to pozwala (na przykład schron przed promieniowaniem resztkowym).

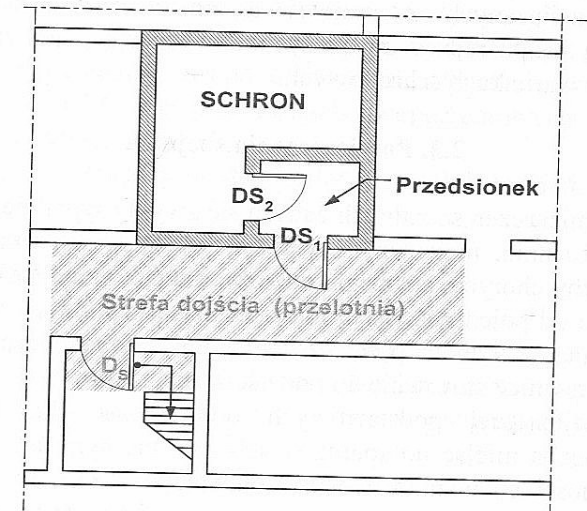
W schronach o założonej odporności mechanicznej drzwi zewnętrzne mają zawsze walor ochronny, a więc są co najmniej ochronno-hermetyczne.

Śluza ma umożliwić bezpieczne korzystanie z wejścia w warunkach bezpośredniego działania założonych czynników zagrożenia głównie typu mechanicznego. Stąd śluza musi mieć dwoje drzwi co najmniej ochronno-hermetycznych.

W przypadku gdy podstawowe wejścia uległyby zagruzowaniu lub z innych powodów nie można byłoby z nich korzystać (bezpośredni pożar

i inne zagrożenia) to wtedy wejście i wyjście ze schronu powinno zapewnić wyjście zapasowe. Podstawowa informacja pozwalająca ustalić położenie otworu zewnętrznego wyjścia zapasowego dotyczy zasięgu zagruzowania, którego opis zamieszczono w [9]. W odpowiednich zaleceniach znajdujemy na ogół, że zasięg zagruzowania w płaszczyźnie poziomej mieści się w granicach od  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  wysokości budynku, a wysokość zagruzowania stanowi około  $\frac{1}{4}$  wysokości budynku. Wysokość budynku mierzy się od poziomu terenu do poziomu gzymsu wieńczącego.

Do komunikacji wewnętrznej w schronach dla ludzi przygotowuje się korytarze, klatki schodowe i windy. Szerokość korytarzy nie powinna być mniejsza od 0.9 m, a praktycznie wykonuje się je o szerokości co najmniej 1.20 m.



Rys.1. Elementy wejścia do schronu

## 2.2. Pomieszczenia funkcji podstawowej

Pomieszczenia funkcji podstawowej służą bezpośrednio do realizacji założonej funkcji podstawowej schronu. W przypadku schronów do biernej ochrony ludzi będą to pomieszczenia do siedzenia. W schronach stanowisk dowodzenia czy kierowania podstawową funkcję realizuje się w pomieszczeniach sztabowych i typu biurowego. Różnorodność funkcji realizowanych w schronach współczesnych przekłada się na różne zasady kształtowania omawianej strefy podstawowej. Poniżej rozważymy pomieszczenia do siedzenia.

Ogólna liczba miejsc do siedzenia na ogół przyjmowana jest na poziomie od  $\frac{2}{3}$  do 100% pojemności schronu. Zależy to od pojemności schronu i ustalonej koncepcji ochrony. Może to być narzucone odpowiednimi przepisami a głównie dotyczy organizacji okresów siedzenia i spania. Istotną kwestią jest ustalenie pojemności pomieszczenia do

siedzenia. Najlepiej odbierane przez ludzi są małe pomieszczenia kilku lub kilkunastoosobowe. Jednak głównie ze względów ekonomicznych inwestorzy unikają takich rozwiązań. Praktycznie maksymalna pojemność wynika z geometrii stropu i sięga wartości około 50 osób. W warunkach narzuconej koncepcji ochronnej i podejścia inwestora spotykane są pomieszczenia do siedzenia wielokrotnie większe. W ramach ochrony przeciwwstrząsowej wymaga się mocowania miejsc do siedzenia (ław) zarówno do stropu jak i fundamentu. W schronach małej pojemności, na przykład rodzinnych, dopuszcza się przygotowanie miejsca na wentylator, na podgrzewanie posiłków, na zapas wody i żywności oraz innych założonych potrzeb w pomieszczeniach do siedzenia.

Z uwagi na ramy opracowania nie poruszymy tutaj całej gamy problemów związanych z projektowaniem pomieszczeń biurowych, sztabowych i bezpośrednio związanych z realizacją planowanych zadań przez ludzi w warunkach schronowych.

### 2.3. Pomieszczenia socjalne

#### *Sypialnie*

Do pomieszczeń socjalnych zalicza się zwykle sypialnie, umywalnie, sanitariaty, kuchnie, magazyny żywności, jadalnie, zmywalnie, gabinety medyczne, izby chorych, suszarnie odzieży, magazyny odpadków i śmieci. W zależności od pojemności schronu realizacja określonych potrzeb może być planowana w jednym pomieszczeniu, inne mogą być pominięte lub rozszerzone również stosownie do podejścia inwestora.

Do najbardziej podstawowych pomieszczeń dla ludzi należą sypialnie. Liczba miejsc do spania w schronie biernym ustala się jako  $\frac{1}{3}$  jego pojemności co wynika z ośmiogodzinnego okresu spania i obsługi jednej osoby. Zasadą jest pozostawienie pewnej nadwyżki miejsc – ok. 2÷4% pojemności. W innych schronach liczba omawianych miejsc zależy od specyfiki funkcji. W stanowiskach dowodzenia przygotowuje się miejsca do spania dla całej załogi. W stanowiskach kierowania obroną cywilną przyjęto 50% miejsc do spania [12].

Pomieszczenia do spania powinny być urządzone w osobnych pomieszczeniach. Wyjątek stanowią tu małe schrony o pojemności około 20 do 25 osób albo o szczególnej specyfice funkcji. Wówczas dopuszcza się miejsca do spania i siedzenia w jednym pomieszczeniu. W rozwiązaniach radzieckich zalecano takie rozwiązanie nawet w bardzo dużych schronach. W polskich zasadach powojennych w pewnym stopniu wzorowano się na takich koncepcjach. Jednak w wyniku opinii Zakładu Fortyfikacji WAT zauważono ewolucję odpowiednich poglądów we właściwym kierunku. Jeżeli w [13] z 1983 roku zalecano umieszczenie miejsc leżących nad miejscami do siedzenia to już w [14] z 1985 roku tylko na przykładach sugerowano pewne próby takich rozwiązań. Natomiast w kolejnych zasadach z 1986 roku zalecono tylko umieszczenie

miejsc do leżenia w pomieszczeniu do siedzenia, ale w wydzielonym miejscu, a nie nad siedzeniami.

Sypialnie powinny być sytuowane możliwie jak najdalej od wewnętrznych źródeł hałasu. Dodatkowo zaleca się tworzenie boksów czteroosobowych lub sześćoosobowych wydzielonych lekkimi ściankami. Pojemność sypialni powinna być uzgodniona na etapie założeń programowo-użytkowych. Jest oczywiste, że mniejsze pojemności są bardziej pożądane przez człowieka stąd też wspomniane zalecenie o dodatkowym tworzeniu boksów. Ostateczną decyzję przyjmujemy uwzględniając takie czynniki jak bezpieczeństwo w warunkach awarii wewnętrznej, a także zewnętrznej (przykładowo zniszczenie części stropu), wymogi wynikające z funkcji oraz narzucone ze specyfiki samej budowli (metro – schron), ekonomikę. Miejsca do spania planuje się jako dwupoziomowe lub trzypoziomowe. Stąd uwzględniając ograniczenia geometryczne, rozpiętość stropu około 6 m, otrzymujemy maksymalne pojemności rzędu 24 osób przy łóżkach dwupoziomowych oraz 36 osób przy łóżkach trzypoziomowych.

Odległość pomiędzy podłogą a łóżkiem (lub łóżkiem a sufitem) – 0,60 m do 0,80 m.

Wymiary samych łóżek są w granicach:

- a) szerokość – 0,55 m do 0,70 m,
- b) długość – 1,80 m do 2,00 m.

Szerokość przejść między łóżkami zakłada się od 0,45 m do 0,85 m.

Łóżka muszą być mocowane do stropu i fundamentu z uwagi na wstrząs. Głowy leżących powinny być zwrócone w kierunku przejść między łóżkami.

#### *Umywalnie*

W schronach publicznych, osiedlowych i zakładowych najbardziej typowymi urządzeniami są umywalki. Sporadycznie i w skromnych ilościach można spotkać natryski. Mogą pojawić się tam gdzie zakładamy dłuższy czas (tydzień lub więcej) pełnej realizacji funkcji schronowej. W przypadku stanowisk dowodzenia lub kierowania realizuje się łazienki w pełni wyposażone. Zaleca się aby poza indywidualnymi ustaleniami wykonywać osobne umywalnie w schronach o pojemności ponad 150 osób. W schronach do 150 osób potrzebną liczbę umywalk można umieścić w wymaganym przedsiönku sanitariatów. Przy pojemności do 50 osób dopuszcza się montaż umywalk w pomieszczeniu do siedzenia.

W odpowiednich przepisach spotykamy normatywy w postaci liczby osób na jedną umywalkę, w granicach – 10 do 100. Jednak zaleca się przygotowanie średnio jednej umywalki na 20 do 25 osób (a nawet mniej), co pozwoli uniknąć zatorów pomiędzy zmianami śpiących. Wymiary jednego miejsca do mycia to: szerokość – 0,80 m i głębokość – 1,0 m. Przejścia powinny mieć szerokość co najmniej 0,60 m. Wskazane jest zaplanowanie miejsc na wieszaki odzieży.

## Sanitariaty

Stosuje się sanitariaty spłukiwane lub suche, jak również spłukiwane i suche jako rezerwowe, kiedy istnieje duże ryzyko awarii projektowanej instalacji wodociągowej czy kanalizacyjnej. Zaleca się aby przy pojemności większej od 75 osób, wykonać sanitariaty dla kobiet i mężczyzn oddzielnie. Każdy sanitariat oddziela się od pozostałych pomieszczeń, przedsionkiem z umywalką. Stosuje się rozwiązania, gdzie w wymienionym przedsionku o odpowiednich wymiarach wykonuje się potrzebną umywalnię. W literaturze spotyka się informacje o liczbie ludzi przypadających na jedną kabinę sanitariatu w granicach od 15 do 75 osób. Zaleca się przyjmować jedną kabinę średnio na 25 osób. Minimalne wymiary kabiny to 0.95 x 1.15 m.

### 2.4. Pomieszczenia strefy technicznej

Podstawowe grupy pomieszczeń należące do strefy technicznej schronów przeznaczone są dla:

1. urządzeń systemów wentylacyjnych,
2. urządzeń wodno-kanalizacyjnych,
3. urządzeń zaopatrzenia w energię elektryczną.

#### Wentylacja

Dostarczenie czystego powietrza i utrzymanie wymaganych przez ludzi parametrów to najbardziej podstawowe zadanie schronowego systemu wentylacji. Zadanie to musi być rozwiązane z uwzględnieniem zagrożeń zewnętrznych takich jak różnego rodzaju skażenia atmosfery środkami bojowymi, przemysłowymi, wysokim zapyleniu oraz w warunkach szczególnie wysokich temperatur. Zagrożenia wewnętrzne to mieszaniny szkodliwych gazów, atmosfery wybuchowe, nadmiar dwutlenku węgla czy skutki pożaru wewnętrznego.

Wobec powyższego realizacja głównego zadania związana jest z rozwiązaniem wielu różnych zadań cząstkowych takich jak:

1. dostarczenie odpowiedniej ilości powietrza czystego i usunięcie zużytego,
2. zabezpieczenie systemu jak i środowiska wewnętrznego przed destruktywnym oddziaływaniem różnych czynników rażących między innymi przez:
  - niedopuszczenie do zagruzowania (zasypania) czerpni i wyrzutni powietrza,
  - wykonanie zaworów przeciwwybuchowych, hermetycznych,
  - oczyszczanie skażonego powietrza, czasowe odcięcie w warunkach pożaru, silnego skażenia, zapylenia,
  - utrzymanie założonego nadciśnienia wewnętrznego.

Dla prawidłowego rozwiązania omawianego systemu wyróżnia się trzy główne okresy funkcjonowania schronów:

I okres – wentylacja normalna (bez zagrożeń zewnętrznych),

II okres – wentylacja ochronna zwana filtrowentylacją (działanie zagrożeń zewnętrznych),

III okres – pełna izolacja polegająca na zupełnym odcięciu systemu od atmosfery zewnętrznej.

Dla każdego schronu należy opracować instrukcje szczegółowe zawierające sposoby zmiany wymienionych okresów z podaniem możliwych uwarunkowań.

Zasady projektowania odpowiednich urządzeń można znaleźć w [5,15-18]. Wyróżnia się następujące strefy czystości powietrza: czysta, warunkowo-czysta, pośrednia, zanieczyszczona.

W przykładowym układzie wentylacyjnym można wyróżnić składniki: czerpnia powietrza, zawory przeciwwybuchowe, komory rozprężania, filtr pyłowy, zawory hermetyczne, przedfiltry, filtropochłaniacze, przepływomierze, wentylatory, przewody rozprowadzające. Wprowadzenie powietrza można zrealizować przez wentylator wyciągowy, zawory przeciwwybuchowe i wyrzutnie powietrza.

W przypadku wydzielonej komory filtrowentylacyjnej spotyka się rozwiązania gdzie w jednym pomieszczeniu znajdują się typowe zestawy filtrowentylacyjne (silnik, wentylator, filtropochłaniacz, przedfiltr). W innym wariantcie filtropochłaniacze i przedfiltry umieszcza się w komorze filtrowentylacyjnej, a wentylatory w oddzielnym pomieszczeniu. Drugi wariant spotykany jest w schronach dużej pojemności.

Wielkość komory filtrowentylacyjnej zależna jest od liczby agregatów filtrowentylacyjnych oraz miejsca do ich montażu i obsługi. W omawianej komorze można przewidzieć miejsce do magazynowania części zapasowych takich jak: przedfiltry, filtry, zawory, złączki, a także komplety pochłaniaczy. Szczególne znaczenie w rozwiązaniu systemu wentylacyjnego współcześnie mają zawory przeciwwybuchowe [19].

#### Zaopatrzenie schronu w wodę

Woda w schronie dla ludzi potrzebna jest do picia, przygotowania posiłków, higieny osobistej, czystości i spłukiwania sanitariatów. Ponadto mogą być potrzeby techniczne i specjalne jak odkażanie.

Ilość potrzebnej wody ustala się biorąc pod uwagę normalne funkcjonowanie schronu (bez awarii wodociągu) oraz awarię sieci kiedy trzeba korzystać tylko ze zgromadzonego zapasu. Najogólniej potrzeby są bardzo zróżnicowane, zależą od pojemności schronu i jego funkcji. Przykładowo wodę tylko dla ludzi w schronach oszacowano w Polsce ([12]) na 15 dm<sup>3</sup>/osobę /dobę. W przypadku stanowisk kierowania ustalono 30 dm<sup>3</sup>/osobę /dobę. W sytuacji awaryjnej przygotowuje się minimalny zapas na potrzeby indywidualne według normy – 3 dm<sup>3</sup>/osobę /dobę.

Zapas wody może być gromadzony w pojemnikach stosowanych w typowej sprzedaży. Do małych schronów o pojemności do kilkunastu osób można omawiany zapas umieścić w pomieszczeniu do siedzenia. W większych schronach (ponad 100 osób) zapas powinien znajdować się w

oddzielnym pomieszczeniu. Od pojemności około 1000 dm<sup>3</sup> wykonuje się zbiorniki, jednak uwzględniając uwarunkowania schronowe nie powinny być większe niż 15 m<sup>3</sup>. Z uwagi na ryzyko zniszczenia, zapasu nie można gromadzić w jednym zbiorniku. Przechowywanie i eksploatacja zapasu wody podlega specjalnym procedurom.

W schronach o pojemności co najmniej 250 osób wykonuje się własne ujęcie wody. Pozwala to zmniejszyć ryzyko braku wody i zwiększyć jej podaż.

#### **Zaopatrzenie w energię elektryczną**

Potrzebną energię elektryczną w schronie uzyskuje się z zewnętrznej sieci elektrycznej do momentu jej awarii. W warunkach awarii korzysta się z własnej siłowni lub akumulatorów, oświetlenie można uzyskać latarkami bateryjnymi. Jednak energia elektryczna potrzebna jest bezwarunkowo do przygotowania posiłków, ogrzewania wody dla celów zgodnych z funkcją, napędu chłodziarki i ładowania akumulatorów, w tym dla potrzeb łączności.

Obserwuje się tendencję wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną, a w związku z tym kształtuje się pogląd o nieprzerwanym zasilaniu. Z drugiej strony wykonanie siłowni (agregatorowni) jest kosztowne. Dlatego w przypadku schronów biernych dla ludzi, siłownie wykonuje się przy pojemności około 300 osób i więcej albo jako oddzielny schron siłownię dla potrzeb kilku innych schronów. Dla celów wojskowych wykonuje się schrony-siłownie w wersji kontenerowej.

Dążąc do zmniejszenia ryzyka skutków awarii agregatu na ogół przyjmuje się dwa komplety. Ponadto w rozwiązaniu siłowni należy uwzględnić następujące elementy: chłodzię, zbiornik dobowy paliwa, rozdzielnię, zbiornik oleju. Siłownia powinna być oddzielona od korytarza przedsiódkiem z drzwiami hermetycznymi. W celu uniesienia lub wymiany agregatu wykonuje się otwór transportowy z szybem. Otwór musi być odporny jak cały schron, a także hermetyczny. Jeżeli siłownia jest schłodzona powietrzem zewnętrznym, to z uwagi na skażenie nie może przebywać w niej obsługa. Wówczas potrzebne jest oddzielne pomieszczenie dla obsługi.

#### **Ogólne uwagi o kształtowaniu układów funkcjonalnych**

Rozwiązując układ funkcjonalny danego schronu, poza na ogół specjalnym przeznaczeniem jego pomieszczeń należy pamiętać o innej niż w przypadku typowego budynku roli kształtu bryły i konstrukcji. Rozwiązanie funkcjonalne głównie musi sprzyjać dobrej realizacji zadanej funkcji, a także minimalizacji skutków działania przyjętych zagrożeń oraz kosztów realizacyjnych i eksploatacyjnych. W związku z tym omawiane rozwiązanie zawiera nietypową listę pomieszczeń i elementów budowlanych, z której tylko wybrane zostały przedstawione powyżej.

Problematyce kształtowania przedmiotowych układów poświęcono wiele opracowań (por. [1-8]) tutaj zwrócimy tylko uwagę na konieczność

prawidłowego ugrupowania pomieszczeń. W tym zakresie najistotniejsze wydają się być sąsiedztwa pożądane i uciążliwe.

Na sąsiedztwa pożądane mogą wpływać aspekty:

1. ściśle funkcjonalne na przykład zbiornik wody w sąsiedztwie własnego ujęcia,
2. instalacyjne – możliwie maksymalna koncentracja pomieszczeń wykorzystujących wodę czy uzdatniających powietrze,
3. ochronne w zakresie mienia i broni,
4. ochrony akustycznej i przeciwwibracyjnej w celu zapewnienia ciszy do odpoczynku i pracy,
5. przeciwpożarowe.

Bardzo ważne są bezkolizyjne i bezpieczne rozwiązania połączeń zewnętrznych różnych instalacji, a także odpowiedniego usytuowania wewnątrz schronu.

### **3. KSZTAŁTOWANIE USTROJÓW NOŚNYCH**

#### **Metoda projektowania konstrukcyjnego**

Na wstępie należy podkreślić, że proces projektowania konstrukcji schronu jest ściśle powiązany z założoną koncepcją w zakresie odporności na oddziaływania mechaniczne. Wskazane jest aby w przypadku szerszych ochronnych ram systemowych, jaką jest ochrona ludności i obrona cywilna, taką koncepcję wyrazić za pomocą formuły klasyfikacyjnej. W znanych formułach klasyfikacyjnych spotyka się stopniowanie odporności mechanicznej na oddziaływania:

- 1) tylko głowic konwencjonalnych (bomb, pocisków, odłamków itp.),
- 2) tylko fal uderzeniowych,
- 3) głowic konwencjonalnych i fal uderzeniowych,
- 4) tylko zagruzowania,
- 5) fali uderzeniowej i zagruzowania.

Oczywiście, listę wymienionych oddziaływań uzupełnia się o informacje na temat innych zagrożeń (por.[9]).

Przechodząc do praktyki projektowej budownictwa zachodzi potrzeba uwzględnienia obowiązującej metody stanów granicznych. Projektowanie polega na sprawdzeniu wymagań stanów granicznych nośności i użytkowania. Zaprojektowana konstrukcja musi trwale wypełniać nałożone projektem funkcje. O budowlach schronowych jest celowym zakładać, że powinny spełniać swoje funkcje jedynie w warunkach wystąpienia oddziaływań od środków rażenia i po ich wystąpieniu przy zaniedbaniu wymogu trwałości. Mając powyższe na uwadze można postawić pytanie jakie powinny być kryteria i tok projektowania ustrojów nośnych takich budowli. Przede wszystkim należy postulować aby nie uległy one zniszczeniu na skutek działania:

- 1) założonych czynników rażenia jakim przykładowo jest fala nadciśnienia,
- 2) obciążeń wtórnych, jakimi mogą być zagruzowanie oraz spadające ciężkie elementy i przedmioty, które tworzą się dynamicznie i nie znikają, ale stają się obciążeniem statycznym.

Ponadto należy wyrazić postulat szczelności obiektu schronowego. Wnętrze schronu i jego konstrukcja – obudowa - zewnętrzna muszą być zabezpieczone przed działaniem wysokich temperatur.

Wobec powyższego w toku projektowania powinno się sprawdzić wymogi:

- stanu granicznego nośności podczas początkowej, dynamicznej reakcji ustrojów nośnych schronu,
- dodatkowo, stanu granicznego nośności, który należy uwzględnić w przypadku działania obciążenia jakim może być zagruzowanie,
- stanów granicznych ugięć i zarysowań, które nie naruszałyby wymogów szczelności.

Każdy z wymienionych stanów wymaga licznych uściśleń i rozstrzygnięć. Pełny tok projektowania wymagałby bardzo skomplikowanych procedur projektowania. Aktualnie istnieją zaawansowane nietypowe analizy dynamiczne typu symulacji komputerowych, w których uwzględnia się jednocześnie występujące grupy zjawisk [20,22]:

- 1) niestacjonarne, nieliniowe fale naprężeń w ośrodku posadowienia z uwzględnieniem jego niejednorodnej struktury,
- 2) nieliniowych drgań lokalnych poszczególnych elementów ustroju nośnego,
- 3) nieliniowego ruchu unoszenia całego ustroju nośnego,
- 4) nieliniowej reakcji dynamicznej materiałów konstrukcyjnych,
- 5) nieliniowej reakcji dynamicznej budowli z podłożem.

Wybrane analizy i symulacje podstawowych zjawisk fizycznych z zakresu mechaniki konstrukcji budowlanych, które leżą u podstaw odpowiednich zasad projektowania, zostały przedstawione między innymi w pracach [20-22]. Wykonano szereg własnych badań laboratoryjnych w specjalnym laboratorium oraz badań poligonowych w naturalnej skali.

W związku z powyższym, celowym jest więc przyjęcie uproszczonej procedury umownej, której ramy nakreślimy w proponowanej poniżej metodyce projektowania.

#### **Charakterystyka ogólna metodyki projektowania konstrukcyjnego**

Na podstawie wyżej podanych rozważań zaproponowano metodykę projektowania konstrukcyjnego przedmiotowych obiektów schronowych. Odniesiemy się do przypadku zakładanej odporności mechanicznej, który definiuje obciążenie od zagruzowania wywołane powietrzną falą

uderzeniową. Takie podejście w systemach ochrony ludności i obrony cywilnej nazywane jest wymogiem podstawowym – minimalnym.

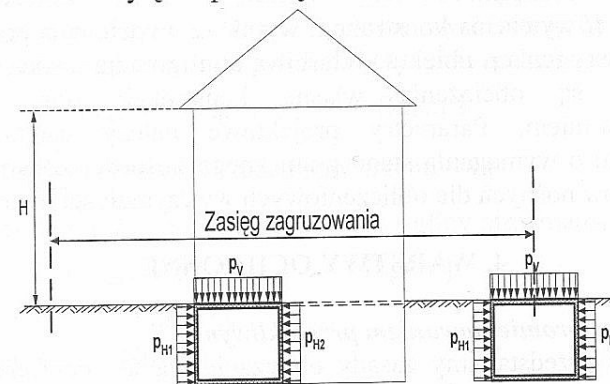
Dla zaakcentowania specyficznego waloru jakim jest żądana odporność konstrukcji schronu na założone oddziaływania czynników rażających, wprowadza się pojęcie tak zwanej płaszczyzny ochrony. Płaszczyznę ochrony będą stanowiły wszystkie zewnętrzne elementy konstrukcyjne schronu, którym stawia się wymaganie odporności co najmniej zgodnej z przyjętymi w założeniach programowych i stanowiącymi jednocześnie o odporności schronu jako całości.

Miarodajny do obliczeń ustrojów i głównych elementów nośnych schronu jest stan graniczny nośności dla konfiguracji obciążeń wyjątkowych to znaczy z obciążeniem od zagruzowania. Intensywność obciążenia zależy od liczby kondygnacji budynku oraz rodzaju jego konstrukcji nośnej. Obciążenie gruzem w przypadku budynków do dwóch kondygnacji należy przyjmować o wartości  $\Delta p_r = 0.001 \text{ MPa}$ . Dla każdej następnej kondygnacji budynków obciążenie  $\Delta p_r$  należy zwiększać o  $0.005 \text{ MPa}$  jednak do sumarycznej wartości nie większej niż  $\Delta p_{r \text{ max}} = 0.05 \text{ MPa}$ .

Można zauważyć, że w przypadku budynków jednorodzinnych obciążenie stropu gruzem najczęściej wyniesie  $\Delta p_r = 0.001 \text{ MPa}$ . W przypadku budynków o konstrukcji szkieletowej z żelbetu lub ze stali o wysokiej odporności ogniowej obciążenie  $\Delta p_r$  dla wysokości do dwóch kondygnacji ustala się jak wyżej. Jednak powiększa się je o  $0.0025 \text{ MPa}$  dla każdej następnej kondygnacji, ale do sumarycznej wartości nie większej niż  $\Delta p_{r \text{ max}} = 0.025 \text{ MPa}$ . Schemat obciążeń spowodowanych zagruzowaniem schronu pod budynkiem i wolnostojącego przedstawia rysunek 2.

Konfigurację obciążeń traktuje się jako statyczną a dla samego obciążenia od zagruzowania przyjmuje się współczynniki obciążeniowe:

- dla określenia wytyżeń przekrojów poprzecznych  $n=1.0$ ,
- dla określenia wytyżeń przekrojów ukośnych  $n=1.1$ .



Rys.2. Schemat obciążeń spowodowanych zagruzowaniem

Pozostałe obciążenia wchodzące w skład konfiguracji wyjątkowej określa się zgodnie z normą obciążeń Eurokod 1.

Ściany zewnętrzne fundamentowe przenoszą parcie poziome wywołane również i zagruzowaniem. Elementy albo całość konstrukcji nośnej znajdujące się poza strefą zagruzowania, a także będące w strefie zagruzowania lecz nie narażone na jego bezpośrednie działanie, projektuje się na określone obciążenie minimalne, rozumiane jako maksymalne nadciśnienie fali uderzeniowej w sytuacjach, w których nie jest możliwe wystąpienie zjawiska odbicia fali. Jeżeli zjawisko to może wystąpić to wspomniane obciążenie powiększa się o współczynnik odbicia.

W rozwiązaniach konstrukcyjnych uwzględnia się uwarunkowania wynikające z działania wysokich temperatur oraz promieniowania przenikliwego. Rozważa się odporność na spadające w procesie zagruzowania pojedyncze elementy konstrukcyjne i ciężkie przedmioty.

Schrony usytuowane w obrębie terenów szkód górniczych należy projektować na kombinację obciążeń ujmującą efekty tych szkód. Oddziaływania od szkód traktuje się jako wyjątkowe i uwzględnia współczynnik jednoczesności ich występowania. Rozważać należy zagrożenie wybuchem wewnętrznym. Elementy wbudowane należy konstruować i projektować z uwzględnieniem obciążeń wstrząsowych.

W przypadku obiektów dwufunkcyjnych ich konstrukcję należy zaprojektować tak, aby według obowiązujących norm konstrukcyjnych i obciążeń spełniała wymogi właściwe dla pokojowej funkcji użytkowej. Na ten aspekt rzutują również wymagania ustawy „Prawo budowlane”.

Elementy nośne należy projektować z rozróżnieniem wymagań dla dwóch stadiów wyteżenia, I i II.

- o *Stadium I* wiąże się z wypełnieniem pokojowej funkcji obiektu. Stosowane parametry projektowe należy ustalić metodą stanów granicznych zgodnie z obowiązującymi normami konstrukcyjnymi i normami obciążeń.
- o *Stadium II* wyteżenia konstrukcji, wynika z wypełnienia podstawowej schronowej funkcji obiektu. Właściwą konfiguracją obciążeń dla tego stadium są obciążenia własne konstrukcji oraz wywołane zagruzowaniem. Parametry projektowe należy ustalać jedynie w oparciu o wymagania stanu granicznego nośności konstrukcyjnych elementów nośnych dla obliczeniowych wytrzymałości materiałów.

#### 4. WARSTWY OCHRONNE

##### *Ochrona przed promieniowaniem przenikliwym*

Poniżej przedstawimy zasady obliczania warstw ochronnych tylko przed promieniowaniem resztkowym z opadu radioaktywnego. Do podstawowych zadań należy więc określanie grubości warstw ochronnych przed omawianym promieniowaniem. Zastosujemy tutaj zależność

między dawką osłabioną  $D_o$  a dawką ekspozycyjną promieniowania  $D$ , które przenika warstwę materiału o grubości  $H$ :

$$D_o = \frac{D}{10^{\frac{H}{d_{r10}}}} \quad (4.1)$$

gdzie  $d_{r10}$  - jest warstwą dziesięciokrotnego osłabienia promieniowania resztkowego.

Warstwy  $d_{r10}$  można przyjmować:

- dla betonu - 0.2 m,
- dla gruntu - 0.3 m,
- dla cegły - 0.25 m,
- dla drewna - 0.8 m,
- dla stali - 0.06 m.

Z powyższego wzoru wynika zależność na grubość warstwy ochronnej w zależności od krotności osłabienia promieniowania  $K_r$ :

$$H = d_{r10} \lg K_r \quad (4.2)$$

W przypadku promieniowania resztkowego krotność  $K_r$  można obliczać ze wzoru:

$$K_r = \frac{5P_1}{D_{dop}} \quad (4.3)$$

Gdzie  $D_{dop}$  jest dawką dopuszczalną pochłanianą przez człowieka.

W przypadku warstwowych przegród ochronnych, po uwzględnieniu fizyki tłumienia promieniowania resztkowego z (4.1) otrzymamy:

$$\sum_{i=1}^{i=m} h_i \rho_i \geq \rho_1 d_{r10(1)} \lg K_r \quad (4.4)$$

gdzie :  $h_1, \dots, h_m$  - grubości poszczególnych warstw [m],

$\rho_1, \dots, \rho_m$  - gęstości materiałów [kg/m<sup>3</sup>].

Powyższy wzór odniesiony jest do parametrów warstwy wyróżnionej o numerze 1. Jeżeli warstwą wyróżnioną będzie warstwa stropu lub ściany żelbetowej to zależność (4.4) można zapisać w postaci:

$$m_{pow} \geq 500 \lg K_r, \quad [\text{kg/m}^2], \quad (4.5)$$

gdzie  $m_{pow} = \sum_{i=1}^{i=m} h_i \rho_i$  - jest tzw. masą powierzchniową.

W przypadku stropu z cegły pełnej palonej z gliny otrzymamy:

$$m_{pow} \geq 475 \lg K_r, \quad [\text{kg/m}^2]. \quad (4.6)$$

W przypadku stropu z drewna :

- sosnowego suchego:

$$m_{pow} \geq 395 \lg K_r, \quad [\text{kg/m}^2], \quad (4.7)$$

- dębowego suchego:

$$m_{\text{pow}} \geq 520 \lg K_r, \quad [\text{kg/m}^2]. \quad (4.8)$$

W przypadku stropu stalowego:

$$m_{\text{pow}} \geq 470 \lg K_r, \quad [\text{kg/m}^2]. \quad (4.9)$$

Z powyższego można zauważyć, że bezpiecznym oszacowaniem na ogół jest (4.5). Główną trudnością jest ustalenie początkowej mocy ekspozycji  $P_t$ . Praktycznie jej wartość przyjmuje się stosownie do ustalonej koncepcji ochrony. Bardzo często zakłada się  $P_t = 0.258 \text{ C/kg h}$  (10 Gy/h), a dla schronów szczególnie ważnych  $0.774 \text{ C/kg h}$  (30 Gy/h).

Można zauważyć, że dla  $P_t = 10 \text{ Gy/h}$ , przy  $D_{\text{dop}} = 0.5 \text{ Gy}$  otrzymamy  $H \geq 2d_{r10}$ , co odpowiada krotności osłabienia promieniowania  $K_r \geq 100$ .

W warunkach wielokrotnego napromieniowania na ogół przyjmuje się  $D_{\text{dop}} = 0.01 \text{ Gy}$ , z czego wynika, że  $H \geq 3.7d_{r10}$  a  $K_r \geq 5000$  razy.

Z powyższych obliczeń wynika, że krotność osłabienia promieniowania powinna być stopniowana przynajmniej w zakresie od 100 do 5000 w zależności przeznaczenia schronu.

W związku z powyższym w przypadku zależności (4.5) otrzymamy:

$$\begin{aligned} m_{\text{pow}} &\geq 1000. \text{ kg/m}^2, & \text{dla } K_r = 100 \text{ razy,} \\ m_{\text{pow}} &\geq 1850. \text{ kg/m}^2, & \text{dla } K_r = 5000 \text{ razy.} \end{aligned}$$

Założony stopień osłabienia promieniowania musi być spełniony przez wszystkie przegrody ochronne schronu poziome i pionowe w każdym możliwym kierunku. W przypadku schronu w budynku jako przegrodę poziomą należy rozumieć nie tylko strop schronu ale również stropy znajdujące się nad nim łącznie z dachem. Analogicznie w przypadku przegród pionowych uwzględniamy nie tylko ścianę zewnętrzną schronu ale wszystkie pełne ściany (bez otworów) budynku w danym kierunku.

Sprawdzając własności ochronne stropu należy uwzględnić dwie drogi promieniowania przenikliwego:

- 1) w kierunku pionowym przez wszystkie stropy i dach,
- 2) z kierunku poziomego po przejściu przez ściany kondygnacji sąsiadującej ze schronem, następnie załamaniem drogi pod kątem  $90^\circ$  i dalej przez strop schronu.

Dodatkowo należy pamiętać, że warstwy ochronne muszą być szczelne a więc nie mogą mieć otworów, szczelin, zarysowań, itp. Najskuteczniejszą ochronę wejść do schronów i ukryć przed promieniowaniem przenikliwym zapewniają przelotnie i przedsionki. Grubość obudowy przedsionków i przelotni powinna być tak dobrana aby spełniony był odpowiednio jeden z wyżej wymienionych warunków dotyczących wielkości masy powierzchniowej.

Do ochrony wejść i otworów przed promieniowaniem zaleca się wykorzystywać efekt załamania drogi promieniowania. Jedno załamanie pod kątem  $90^\circ$  odpowiada osłabieniu promieniowania rzędu  $K \approx 10$  razy.

Grubość ścian pomiędzy pomieszczeniem do przebywania ludzi a komorą filtrowentylacyjną, magazynem odzieży skażonej lub agregatarnią powinna spełniać wyżej wymienione warunki.

#### **Odporność na działanie wysokich temperatur**

Zewnętrzne elementy konstrukcji schronów muszą spełniać wymagania:

- a) izolacji termicznej wnętrza schronu – temperatura wewnętrznych powierzchni elementów konstrukcji nie może być większa niż  $303^\circ\text{K}$ ,
- b) ochrony przed nadmiernym nagrzaniem materiałów konstrukcyjnych w tym zbrojenie nośnego.

Zaleca się aby wymagania te były spełnione przy założonej klasie odporności pożarowej o jedną wyżej w porównaniu do ustalonej dla warunków pokojowych.

W Polskim prawie budowlanym ustanowiono pięć klas odporności pożarowej budynków od A do E odpowiednio od najwyższej do najniższej. Każda wyższa klasa charakteryzuje się podwójnie większą minimalną odpornością ogniową od klasy o stopień niższej. W przypadku najwyższej klasy A ustalono minimalną odporność ogniową na poziomie 240 minut, przy jednoczesnym wymaganiu nierozprzestrzeniania ognia.

Można zaproponować wyższą klasę odporności dla celów budownictwa schronowego w taki sposób aby minimalna odporność ogniowa była równa czasowi trwania pojedynczego pożaru (według założeń programowych) zgodnie z ustaleniami niemieckimi na poziomie 6 godzin, przy temperaturze ogniska pożaru  $670^\circ\text{K}$  ( $400^\circ\text{C}$ ).

Trzeba przy tym podkreślić, że przepisy niemieckie niezależnie od ustalonych klas odporności pożarowej w budownictwie powszechnym, w przypadku schronów dla ludności nakazują przyjmować minimalną odporność ogniową na poziomie 6 godzin. Jest to istotne spostrzeżenie z uwagi na podobieństwa geopolityczne i urbanizacyjne Polski i Niemiec. Ważne jest również jednoczesne uwzględnienie możliwości ratownictwa w sytuacjach kryzysowych.

Uwzględniając zgodnie z przedmiotowymi założeniami programowymi pożar pojedynczy i wzorując się na ustaleniach niemieckich dotyczących tego pożaru, można zaproponować kryterium określające wymaganą izolację termiczną wnętrza schronu. Kryterium to przy obciążeniu termicznym  $673^\circ\text{K}$  działającym przez 6 godzin ma postać:

$$\frac{a_1}{\left(d_1 + \sum_{i=2}^m d_{zi}\right)^2} \leq 0.018 \frac{1}{h}, \quad (4.10)$$

gdzie:  $d_{zi} = \sqrt{\frac{a_i}{a_1}} \cdot d_1$  - dla  $2 \leq i \leq m$  ( $m$  – liczba warstw),



$a_1, \dots, a_i, \dots, a_m$  – współczynniki przewodności temperatury,  $m^2/h$   
 przykładowo dla: – żelbetu  $a = 28.90 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 – betonu  $a = 28.08 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 – piasku  $a = 20.52 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 – cegły czerwonej  $a = 16.92 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 – cegły silikatowej  $a = 18.36 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 – cegły żużlowej  $a = 18.72 \cdot 10^{-4} m^2/h$ ,  
 $d_1, \dots, d_i, \dots, d_m$  – grubości poszczególnych warstw [m].

Obciążenie ogniowe przyjmuje się jako działające tylko na zewnątrz schronu. Wymagana izolację termiczną wnętrza schronu spełnia warstwa betonu grubości 0.40m lub 0.30m z odpowiednią warstwą izolacyjną (np.: 0.05 m sypkiego piasku lub 0.30 m gruntu organicznego).

Otulina betonu o grubości 0.04m zapewnia ochronę przed nadmiernym nagraniem zbrojenia nośnego. Nie jest wówczas wymagane stosowanie dodatkowych warstw izolacyjnych.

W przypadku gdy strop schronu stanowi zamknięty element budowli, nie dopuszcza się stosowania na jego powierzchni palnych wykładzin takich jak asfaltowe, bitumiczne itp.

Osiąganie wymaganej izolacyjności termicznej wejść i wyjść do schronu ułatwia stosowanie przedsionków.

## 5. ZAKOŃCZENIE

Przedstawione w referacie zasady kształtowania schronów i ukryć stanowią pewne ramy tylko minimalnych wymagań jakie powinny być uwzględniane w toku projektowania, oceny istniejących rozwiązań czy modernizacji przedmiotowych obiektów.

W przypadku układów funkcjonalnych, w zakresie dotyczącym strefy podstawowej, uwzględniano tylko główne potrzeby ochraniającej ludności ujęte w klasycznej wersji aranżacji przestrzeni schronu rodzinnego lub osiedlowego. W przypadku innego lub rozszerzonego programu uwzględniającego na przykład stanowisko kierowania, funkcje techniczne, magazynowe, czy dodatkowe funkcje pokojowe, należy uwzględnić dodatkowe zasady (por.[10,11,23]).

W przypadku rozwiązań konstrukcyjnych odniesiono się do jednego z najskromniejszych wymagań w zakresie odporności mechanicznej, to jest tylko na zagruzowanie. Takie podejście w systemach ochrony ludności i obrony cywilnej w wielu krajach nazywane jest podstawowym. Biorąc pod uwagę inne możliwe oddziaływania [9], należy zastosować znacznie szerszy aparat merytoryczny [22]. Wówczas konieczne jest również uwzględnienie zjawiska wstrząsu schronu (por. [22,24]).

Oslonę tylko przed resztkowym promieniowaniem przenikliwym z opadu radioaktywnego należy również uznać w kategorii podstawowego wymagania. Przedstawione podejście jest także odpowiednie w przypadku awarii elektrowni jądrowej. W przypadku schronów odpornych na działanie otwartych eksplozji nuklearnych należy uwzględnić początkowe promieniowanie przenikliwe (por. [25]). Jak wspomniano we wstępie referatu współczesny schron wobec bardzo złożonego charakteru zagrożeń musi być wyposażony w szereg instalacji specjalnych. Szczególne znaczenie ma instalacja filtrowentylacyjna zadaniem, której jest uzdatnienie skażonego powietrza z czynników radiologicznych, chemicznych i biologicznych. Dodatkowo wymagane jest utrzymanie odpowiedniego mikroklimatu (por.[5,15,18,26-28]).

Istnieje również potrzeba stosowania różnych zabezpieczeń, detektorów, automatyki i sterowania oraz rozwiązań telekomunikacyjnych. Do podstawowych można zaliczyć zawory przeciwwybuchowe [19,29] i zabezpieczenia przeciwwstrząsowe.

Można zauważyć że w treści referatu nie przedstawiono szczególnych zasad kształtowania w odniesieniu do ukryć. Bowiem, ukrycia jako obiekty otwarte, należy stosować bardzo roztropnie szczególnie jako osłony przeznaczonej bezpośrednio dla ludzi. Należy wówczas pamiętać, że wymagane są środki indywidualnej ochrony człowieka, przede wszystkim w warunkach skażenia środowiska naturalnego. Decydując się jednak tylko na kierunkową osłonę, elementy osłonowe ukryć należy rozważać zgodnie z odpowiednimi zasadami określonymi dla schronów. Ukrycia mogą być zastosowane jako doraźnie organizowane obiekty ochronne w sytuacji braku innych możliwości, do osłony techniki oraz elementów infrastruktury krytycznej niewrażliwej na skażenia środowiska. Wówczas można rozważać również schrony składane doraźnie [30].

Pewnej uwagi wymaga również problem przygotowania osłony na wypadek działań terrorystycznych. [9]. Można zauważyć, że schrony w systemach ochrony ludności mogą spełnić pomocniczą rolę stosownie do stopnia zaawansowania określonych zagrożeń. Rozważa się również wzmacnianie ( fortyfikowanie) konstrukcji typowych budynków i budowli. Można to zrobić już w fazie projektowania ale także, w fazie modernizacji. Odpowiednie analizy i badania pod tym kątem przedstawiono w [21].

## Literatura

- [1] Rogalski M., Fortyfikacja, cz. I, z. 2, *Podstawy projektowania schronów*. WAT, Warszawa, 1989.
- [2] Szcześniak Z., Charakterystyczne uwarunkowania rozwiązań współczesnych schronów, XVII Konf. – „Ekologiczne i energooszczędne budownictwo oraz mieszkalnictwo wojskowe”. Zakopane, wrzesień, 2003.

- [3] Bąk G., Szcześniak Z., Schrony w budynkach użyteczności publicznej, Konf. Naukowa – „Problemy naukowo-badawcze budownictwa”. Krynica, wrzesień, 2003. s. 1-18
- [4] Szcześniak Z., Techniczne aspekty projektowania schronów na terenach zamkniętych. V Seminarium - „Problemy techniczno-prawne utrzymywania obiektów budowlanych na terenach zamkniętych”. GUNB – WAT, Warszawa, listopad, 2004.
- [5] Gaj J., Szcześniak Z., Wasilczuk J., *Budowle schronowe. Nowoczesne technologie dla budownictwa*. Praca zbiorowa pod redakcją Mierczyka Z. Wyd. WAT, Warszawa, 2007, s. 44-65.
- [6] Szcześniak Z., Wybrane zagadnienia projektowania funkcjonalnego schronów. Wyd. Budownictwo i Prawo, Nr 4/2006, Warszawa, 2006.
- [7] Szcześniak Z., *Schrony i ukrycia polowe, (w:) Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń. Tom 1-* praca zbiorowa pod redakcją Mierczyka Z., WAT, Warszawa, 2010.
- [8] Bąk G., Stolarski A., Szcześniak Z., *Kierunki modernizacji schronów fortyfikacji stałej i polowej, (w:) Nowoczesne technologie systemów uzbrojenia* - praca zbiorowa pod redakcją Mierczyka Z., WAT, Warszawa, 2008.
- [9] Szcześniak Z., Charakterystyka podstawowych zagrożeń i czynników rażących uwzględnianych w procesie kształtowania schronów i ukryć. XXVI Międzynarodowa Konferencja „EKOMILITARIS-2012”, Zakopane, 3-6.09.2012. Wyd. WAT, Warszawa, 2012
- [10] Szcześniak Z., Budowle schronowe obrony cywilnej w Polsce, stan dzisiejszy i kierunki rozwoju. XXV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOMILITARIS-2011”, Zakopane, 13-16.09.2011. Wyd. WAT, Warszawa, 2011, s. 575-592
- [11] Szcześniak Z., Zieliński R. K., Rozwiązania schronowe jako element inżynierii bezpieczeństwa w zadaniu ochrony ludności. XXVI Międzynarodowa Konferencja „EKOMILITARIS-2012”, Zakopane, 3-6.09.2012. Wyd. WAT, Warszawa, 2012
- [12] Ministerstwo Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych. Szczegółowe zasady projektowania i wykonywania schronów, Warszawa, 1977.
- [13] Ministerstwo Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych. Szczegółowe zasady projektowania i wykonywania ukryć typu I, Warszawa, 1983.
- [14] Ministerstwo Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych. Szczegółowe zasady projektowania i wykonywania ukryć typu II, IOCK, Warszawa, 1985.
- [15] Wasilczuk J., *Funkcjonowanie schronowych instalacji wentylacyjnych*. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Mierczyka Z. pt. „Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń”, tom 1, podrozdz. 4.3. Wyd. WAT, Warszawa, 2010.

- [16] Harmata W., Nyszko G., *Przeciwdziałanie zagrożeniom chemicznym, biologicznym i radiacyjnym w sytuacjach kryzysowych*. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Mierczyka Z. pt. „Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń, tom 1, podrozdz. 1.1. Wyd. WAT, Warszawa, 2010.
- [17] Kozik W., Sienicki J., Schronowe urządzenia filtrowentylacyjne. XXIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOMILITARIS-2009”, Zakopane, 8-11.09.2009. Wyd. WAT, Warszawa, 2009. s. 259-267
- [18] Wasilczuk J., Środowisko wewnętrzne w budowlach ochronnych. III Krajowa Konferencja Naukowowo – Techniczna „EKOSCHRON'98”, Tarnowskie Góry, 8-9.06.1998. Wyd. WAT, Warszawa, s. 237-242.
- [19] Szcześniak Z., Mierczyk Z., Zygmunt M., Wasilczuk J., Wrzesień S., Bąk G., Frant M., Gietka A., Knysak P., Onopiuk S., Pieńko B., Piotrowski W., Rekucki R., Skrodzki C., Stolarski A., Automatyczny Zawór przeciwybuchowy nowej generacji. XXIV Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOMILITARIS-2010”, Zakopane, 7-10.09.2010. Wyd. WAT, Warszawa, 2010, s. 384-391.
- [20] Szcześniak Z., *Zagadnienie odporności mechanicznej schronów obrony cywilnej*. Podrozdział 1.2 Monografii pod redakcją Dornowskiego W. pt. „Współczesne konstrukcje i instalacje w budownictwie”. Seria Monografii WSEiZ, Oficyna Wydawnicza WSEiZ W Warszawie, Warszawa, 2011.
- [21] Poneta P., Giluń A., Jurczuk J., Śnieżelewski P., Stolarski A., Bąk G., Błażejewicz T., Krzewiński R., Onopiuk S., Rekucki R., Szcześniak Z., *Badania odporności elementów żelbetowych wzmocnionych laminatami polimerowymi na obciążenia wybuchowe, (w:) Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń. Tom 1-* praca zbiorowa pod redakcją Mierczyka Z., WAT, Warszawa, 2010.
- [22] Szcześniak Z., *Modelowanie zachowania dynamicznego konstrukcji podziemnych w warunkach działania powietrznej fali uderzeniowej*. Wyd. WAT, Warszawa, 1999.
- [23] Szcześniak Z., Schrony przeznaczone do ochrony dóbr dziedzictwa kulturowego. XVII Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOMILITARIS-2003”, Zakopane, 3-5.09.2003. Wyd. WAT, Warszawa, 2003, s. 345-355.
- [24] Bąk G., Szcześniak Z., Modelowanie wstrząsu schronu pod obciążeniem wybuchowym. Inżynieria i Budownictwo, nr 5, Warszawa, 2012, s. 280-282
- [25] Szcześniak Z., Dwuwarstwowe budowlane przegrody ochronne przed promieniowaniem przenikliwym. Konferencja naukowo-techniczna n.t. „Inżynieria środowiska w eksploatacji kompleksów wojskowych”, Zakopane, 1994, Wyd. WAT, Warszawa, 1994. S. 175-181

- [26] Szcześniak Z., Wasilczuk J., Wpływ instalacji na warunki przebywania ludzi w schronach. XXII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „EKOMILITARIS-2008”, Zakopane, 2-5.09.2008. Wyd. WAT, Warszawa, 2008. s.328-337
- [27] Sobiech M., Systemy wentylacji i filtrowentylacji. Konferencja naukowo-techniczna n.t. „Inżynieria środowiska w eksploatacji kompleksów wojskowych”, Bystra Śląska, czerwiec, 1996, Wyd. WAT, Warszawa, 1996.
- [28] Wasilczuk J., Zagrożenia mikroklimatu wnętrza budowli schronowych XXI Międzynarodowa konferencja p.t. „ Ekologiczne i energooszczędne budownictwo”. WAT, Zakopane, wrzesień, 2007
- [29] Szcześniak Z., Mierczyk Z., Zygmunt M., Wasilczuk J., Wrzesień S., Bąk G., Frant M., Gietka A., Knysak P., Onopiuk S., Pieńko B., Piotrowski W., Rekucki R., Skrodzki C., Stolarski A., *Schronowy zawór przeciwwybuchowy typu automatycznego nowej generacji*. Rozdział 6 w pracy zbiorowej pod redakcją Z. Mierczyka i R. Ostrowskiego p.t. *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń, tom 2*. Wyd. WAT, Warszawa, 2011
- [30] Szcześniak Z., Pietruszka N., Wadas K., Doraźne schrony i ukrycia dla zadań obrony cywilnej z nowych materiałów kompozytowych. XXV Międzynarodowa Konferencja „EKOMILITARIS-2011”, Zakopane, 611.09.2011. Wyd. WAT, Warszawa, 2011. S.593-601

Zbigniew SZCZEŚNIAK  
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa  
Krzysztof ZIELIŃSKI  
Biuro ds. Ochrony Ludności i Obrony Cywilnej KG PSP, Warszawa

## ROZWIĄZANIA SCHRONOWE JAKO ELEMENT INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA W ZADANIACH OCHRONY LUDNOŚCI I OBRONY CYWILNEJ

### Abstract

Importance and main features of shelter objects in ventures of the civil protection and the civil defense was presented in this paper. The method of the threats and risks analysis in outline was dedicated to direct the shelter objects development. The law state of the civil protection and the civil defense range in Poland was signalized.

### Streszczenie

W referacie przedstawiono znaczenie i główne cechy rozwiązań schronowych w zadaniach ochrony ludności i obrony cywilnej. Przedstawiono zarys metodyki do analizy zagrożeń i oceny ryzyka jako podstawy wytyczania kierunków rozwoju rozwiązań schronowych. Zwrócono uwagę na stan prawny problematyki schronowej w kontekście zadań ochrony ludności i obrony cywilnej w Polsce.

### 1. WSTĘP

Zasadniczym zadaniem każdej władzy zgodnie z konstytucją, jest zagwarantowanie ludności cywilnej akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa i swobodnego rozwoju w granicach jej odpowiedzialności. Odnosi się to zarówno do warunków czasu pokoju jak również okresu kryzysu i wojny. Dlatego najważniejszym celem wszelkich wysiłków, w tym obronnych, każdej władzy jest zapewnienie warunków przetrwania ludności cywilnej i jej swobodnego stylu bycia. W okresie zimnej wojny bezpieczeństwo oznaczało zapewnienie obrony przed zbrojną agresją. W tym okresie główną uwagę skupiano na gotowości militarnej i utrzymaniu stosownej do zagrożeń zdolności obrony cywilnej [1].

W wyniku znacznego obniżenia poziomu zagrożenia militarnego po zakończeniu okresu zimnej wojny, bezpieczeństwo zaczęto pojmować w kategoriach zapewnienia spokojnego rozwoju społeczeństwa, ze