

Sl. 33. Štapni modeli (lijevo) i odgovarajuće armature (desno) čvora što ga čine prvi stup i najgornja prečka. a i b jednostavniji, c, d i e složeniji sustavi

štapova. Tlačne štapove (pune crte) ostvaruje beton, a vlačne štapove (isprekidane crte) armatura. Slika 33 prikazuje nekoliko štapnih modela (lijevo) i odgovarajuću armaturu (desno) za čvor što ga čine prvi (lijevi) stup i najgornja prečka ako u čvoru djeluju pozitivni momenti savijanja. Armiranje prema slici 33a i b vrlo je jednostavno, a armiranje prema slici 33c, d i e nešto je složenije, ali daje i veću čvrstoću čvora.

LIT.: C. Siegel, *Strukturformen der modernen Architektur*. Callwey, München 1960. – R. Rosman, *Berechnung gekoppelter Stützensysteme im Hochbau*. Ernst & Sohn, Berlin 1975. – W. Schueller, *High-Rise Building Structures*. John Wiley, New York 1977.

R. Rosman

SKLONIŠTA, građevine i prostorije koje su tako konstruirane i opremljene uređajima i instalacijama da mogu zaštititi stanovništvo i sklonjena dobra od djelovanja atomskih, kemijskih i drugih razornih oružja.

Težnju ljudi da se zaštite od ratnih opasnosti potvrđuje razvoj gradnje zaštitnih građevina kroz stoljeća. Stupanj zaštite ovisio je o razvoju oružja i o tehničkoj i ekonomskoj mogućnosti zaštite. U pripremama za obranu nastojalo se unaprijed procijeniti sve mogućnosti napadača. Budući da su se razaranja odvijala na teritorijima na kojima su se kretale i sukobljavale vojske, obrana se sastojala u gradnji utvrđenih zamkova i gradova. To su bila u stvari višenamjenska skloništa.

Razvoj razornih sredstava (v. *Oružje*, TE 10, str. 1; v. *Oružni sistemi*, TE 10, str. 18) i mogućnosti njihova brzog dopremanja duboko u neprijateljski teritorij, omogućilo je rušenje cijelih gradskih četvrti, pa i cijelih gradova. Za vrijeme drugoga svjetskog rata razvila se strategija rušenja gradova i industrijskih pogona te demoralizacija stanovništva bombardiranjem iz zraka. Za zaštitu od bombardiranja služile su podrumске prostorije (pojačane gredama i stupovima) i tuneli podzemne željeznice. U nekim su gradovima izgrađena velika skloništa. Tako je, npr., u Berlinu u Tiergartenu izgrađeno sklonište za 20000 ljudi koje je imalo dimenzije tlocrta 71 × 71 m i visinu od 37 m s gornjom armiranobetonskom pločom debljine 3,5 m i sa zidovima debljine 2,5 m. Takva su skloništa pružala stanovništvu za vrijeme bombardiranja relativno sigurnu zaštitu.

Potkraj drugog svjetskog rata pokušalo se takva *neprobojna skloništa* uništiti *plamenim orkanom* pomoću mnogo zapaljivih bomba. Njihovim

izgaranjem toliko bi se povisila temperatura u okolišu i u skloništima da su ona postala masovne grobnice (Dresden, Hamburg).

U drugom se svjetskom ratu smatralo da dovoljne količine armiranog betona i dovoljan sloj zemlje, te maske protiv bojnih otrova (koji nisu upotrijebljeni) pružaju dovoljnu zaštitu. To je mišljenje opovrgnuto nakon što su bačene prve dvije nuklearne bombe razorne moći 15·10³ t i 20·10³ t trinitrotoluola (TNT). Dalji razvoj nuklearnog oružja omogućio je proizvodnju fisijskih nuklearnih bomba mnogo veće razorne moći, fuzijskih nuklearnih i neutronske bombe (v. *Nuklearno oružje*, TE 9, str. 530). Razvoj raketa velikog dometa omogućio je vrlo brzi prijenos tih bomba do najudaljenijih područja našeg planeta (v. *Oružni sistemi*, TE 10, str. 23; v. *Pogonski sistemi letelica*, TE 10, str. 547). Budući da postoji cijeli arsenal nuklearnih bomba, razvijena je doktrina nuklearnog protuudara. Polazi se, naime, od pretpostavke da je nuklearno naoružanje napadnutog toliko da omogućuje protuudar na napadača koji je dovoljan za njegovo potpuno uništenje. Proučavanjem djelovanja nuklearnih eksplozija pokazalo se da se razaranja i djelovanje zračenja u eventualnom nuklearnom ratu neće ograničiti samo na teritorije zaraćenih zemalja, nego će se proširiti na cijeli svijet, što bi uzrokovalo nesagledive negativne posljedice za cijelo čovječanstvo.

Dosadašnje iskustvo, međutim, pokazuje da se i usprkos postojanju golemih zaliha nuklearnog oružja ratovi vode konvencionalnim oružjima i da se nastoje izbjeći sukobi velikih razmjera. Nakon drugoga svjetskog rata registrirano je oko 150 manjih ili većih oružanih sukoba u kojima je stradalo oko 16 milijuna ljudi. Postoji, dakle, mogućnost i lokalnih sukoba i globalnog rata. U slučaju globalnog sukoba bilo bi dovoljno 90 nuklearnih bomba ukupne razorne moći od 3·10⁶ t TNT koje bi eksplodirale iznad većih gradova da već prvog dana pogine 13·33% stanovnika na našem planetu.

U skladu s tim mogućnostima gradnja je skloništa, kao dijela neposredne zaštite stanovništva, jedini mogući odgovor na potencijalnu opasnost. Problem zaštite od nuklearnog napada, međutim, nije riješen današnjim načinom gradnje skloništa. Zaštita je od konvencionalnih razornih oružja, naime, mnogo jednostavnija, jer su razaranja pa i eventualna kontaminacija prostorno ograničeni. Nasuprot tome nuklearnim se eksplozijama onečišćuju radioaktivnim zračenjima vrlo velika područja s dugotrajnim negativnim djelovanjem.

Principi zaštite i gradnje skloništa danas se uglavnom zasnivaju na iskustvima ograničenih ratnih pustošenja u drugom svjetskom ratu dopunjenih spoznajama o efektima radioaktivnog onečišćenja.

Zaštita stanovništva ostvaruje se, osim neposrednom, i posrednom zaštitom. Posredna se zaštita ostvaruje smanjenjem povredljivosti gradskih površina (ograničena visina zgrada), osiguranjem mogućnosti brze evakuacije stanovništva iz ugroženih zona (smještaj prometnih koridora izvan dosega materijala od srušenih zgrada), mogućnošću privremenog boravka na otvorenom prostoru (raspored zelenih površina) i decentralizacijom izgrađenih gradskih zona.

Posrednom i neposrednom zaštitom ne teži se ostvarenju potpune zaštite stanovništva, jer se ona ni tehnički ni ekonomski ne može ostvariti. Teži se, međutim, takvoj zaštiti koja ekonomski opravdano omogućuje optimalnu zaštitu stanovništva i materijalnih dobara.

Vrste skloništa. Skloništa u širem smislu mogu se svrstati na zaklone i skloništa u užem smislu.

Zakloni pružaju minimalnu zaštitu. Oni mogu biti samostalni (otvoreni i pokriveni rovovi, jame), zakloni u građevinama (ojačani podrumi) i u prirodi (spilje i sl.).

Skloništa mogu biti izgrađena kao samostalna ili u sklopu građevina, dok se prema veličini razlikuju vrlo mala skloništa (do 7 osoba), mala (7·50 osoba), srednja (50·100 osoba), velika (100·300 osoba) i vrlo velika (300·2000 osoba). Vrlo mala i mala skloništa nazivaju se i obiteljskim skloništima.

Skloništa mogu biti jednonamjenska (koja se upotrebljavaju samo za vrijeme rata), specijalna (koja služe za posebne namjene: vojne, upravne i sl.) te dvonamjenska i višenamjenska (koja u miru služe u mirnodopske svrhe, a pri neposrednoj ratnoj opasnosti pretvaraju se u skloništa).

Prema stupnju zaštite razlikuju se skloništa za dopunsku, osnovnu i pojačanu zaštitu, a stupanj zaštite ovisi o otpornosti konstrukcije prema djelovanju nadtlaka. Skloništa za dopunsku zaštitu moraju izdržati nadtlak od 50 kPa, skloništa za osnovnu zaštitu nadtlak od 100, 200, odnosno 300 kPa (prema procjeni ugroženosti), a skloništa za pojačanu zaštitu nadtlak veći od 300 kPa. Stupanj zaštite određuje općinska skupština u skladu s procjenom ugroženosti područja.

Osim mehaničkog opterećenja na konstrukciju skloništa utječe toplinske, radijacijske, kemijske i elektromagnetske pojave koje su posljedica eksplozije.

Mehaničko djelovanje konvencionalnih napadnih sredstava pojavljuje se kao udar bombe ili projektila, kao prodor kroz konstrukciju skloništa ili u tlo u blizini skloništa, kao eksplozija u zraku, i kao djelovanje krhotina rasprsnute bombe ili projektila, odnosno razorenih građevina. Mehaničko djelovanje nuklearnih napadnih sredstava pojavljuje se kao udarni tlačni val (v. *Nuklearno oružje*, TE 9, str. 533).

Maksimalna vrijednost tlaka udarnog vala ovisi o razornoj moći nuklearne bombe i udaljenosti od mjesta eksplozije te položaju središta eksplozije s obzirom na razinu tla. Mehanički učinak eksplozije manifestira se kao neposredni udar u tlo koji uzrokuje zračni i u tlu inducirani udarni val.

Tablica 1
DJELOVANJE EKSPLOZIJE NUKLEARNE BOMBE NA TLO

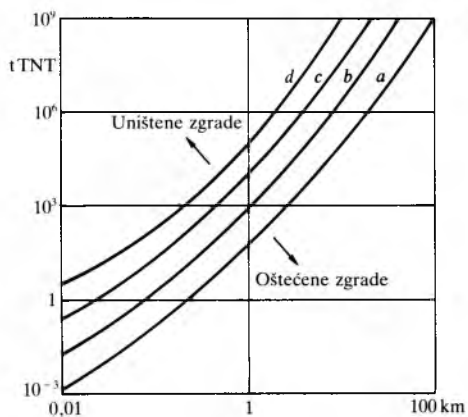
Vrsta tla	Razorna moć bombe tona TNT	Polumjer, m		Dubina kratera m
		pravog kratera	kraterskog obruča	
Srednje vlažno tlo	$20 \cdot 10^3$	90	180	12
	$0,5 \cdot 10^6$	260	520	24
	$1,0 \cdot 10^6$	360	650	30
	$20,0 \cdot 10^6$	850	1700	65
Suho tlo	$20 \cdot 10^3$	53	106	6
	$0,5 \cdot 10^6$	153	306	12
	$1,0 \cdot 10^6$	212	382	15
	$20,0 \cdot 10^6$	500	1000	33
Tvrda litica	$20 \cdot 10^3$	45	90	13
	$0,5 \cdot 10^6$	130	260	27
	$1,0 \cdot 10^6$	180	325	33
	$20,0 \cdot 10^6$	425	850	72

Tablica 2
DJELOVANJE EKSPLOZIJE NUKLEARNE BOMBE RAZORNE MOĆI OD 10^6 t TNT NA ZGRADE I LJUDE

Udaljenost od mjesta eksplozije km	Nadtlak kPa	Djelovanje na zgrade	Djelovanje na nezaštićene ljude
do 2,5	77	potpuno razorene zgrade	visoki postotak smrtnosti
2,5...3,5	42...77	zgrade nepopravljivo oštećene	smrtnost 10%, ostali ranjeni
3,5...9	10...42	zgrade jako oštećene	zatrpano 25% ljudi, ostali ozbiljno ozlijeđeni
9...14	5...10	zgrade lakše oštećene	ljudi teže i lakše ozlijeđeni

Kad nuklearna bomba eksplodira nakon prodora u tlo ili kad eksplodira blizu površine tla, nastaje krater koji ovisi o razornoj moći bombe i vrsti tla (tabl. 1). U zoni kratera sve je potpuno uništeno, dok razaranja građevina i opasnost za ljude ovisi o udaljenosti od mjesta eksplozije bombe (tabl. 2). Oštećenje zgrada ovisi i o njihovoj konstrukciji (sl. 1).

Potrebna debljina zidova skloništa ovisi o očekivanom nadtlaku, pa su za nadtlak od 50 kPa potrebni zidovi od



Sl. 1. Stupanj oštećenja zgrada prema udaljenosti od mjesta eksplozije i razornoj moći nuklearne bombe. a srednje oštećene zgrade, b oštećenje starijih zgrada, c oštećenje novijih armiranobetonskih zgrada, d oštećenje armiranobetonskih zgrada skeletne konstrukcije

25...40 cm, a za nadtlakove od 100...300 kPa zidovi od 40...60 cm. Za veće nadtlakove potreban je detaljan proračun.

Eksplozija nuklearne bombe uzrokuje i snažna ubrzanja tla, koja mogu biti i smrtonosna za ljude smještene u skloništa, pa se i to mora uzeti u obzir pri konstrukciji skloništa. Obično se konstrukcije skloništa dimenzioniraju prema zadanom statičkom opterećenju, ali se odnedavno nastoji metodom simulacije utvrditi utjecaj udarnog vala na pretpostavljeni model skloništa. Pri tom se primjenjuju dinamičke metode proračuna konačnim elementima.

Toplinsko djelovanje sekundarno je djelovanje eksplozija. To se djelovanje moglo proučiti tokom drugog svjetskog rata kad su se nakon bombardiranja požarnim bombama raširili razorni požari i pojavile požarne oluje u nekim evropskim gradovima. Takvi požari mogu zahvatiti velika područja i vrlo su opasni za osobe sklonjene u skloništa. Još je veća opasnost od požara nakon eksplozije nuklearnih bomba, jer se tada 35% ukupne energije pretvara u toplinsko zračenje (pri eksploziji nuklearne bombe razorne moći od 1000t TNT oslobađa se 410 MWh toplinske energije). Toplinsko djelovanje, međutim, ne ovisi samo o toplini koja je razvijena eksplozijom, nego o požarima svega gorivog u dometu djelovanja eksplozije. Tako će se, npr., višeslojna furnirska ploča zapaliti od eksplozije nuklearne bombe razorne moći od 10^6 t TNT i na udaljenosti od 19 km od središta eksplozije. Prema iskustvima iz Hirošime i Nagasakija i prema rezultatima pokusa na poligonu u Nevadi, može se računati s nastankom vatrene oluje na području gdje je eksplodirala nuklearna bomba ili gdje su eksplodirale požarne bombe ako se na kvadratnom metru površine nalazi ~40 kg zapaljivog materijala, ako je polovica svih građevina zahvaćena požarom, ako je površina zahvaćena požarom veća od $1,3 \text{ km}^2$ i ako je brzina vjetra veća od 13 km/h. Sve to pokazuje da se mora računati s pojavom plamenih oluja u gradskim područjima.

Do sada, međutim, nije pronađena uspješna zaštita osoba u skloništa od vatrene oluje. U hermetički zatvorenim skloništa, naime, povisuje se temperatura, a povećava se udio ugljik(IV)-oksida (CO_2) uz smanjenje udjela kisika. Duboko ukopana skloništa lakše podnose vatrenu oluju koja se odvija na površini.

Toplinsko zračenje uzrokuje opekline na nezaštićenim osobama. Stupanj opeklina ovisi o udaljenosti od mjesta eksplozije i od razorne moći nuklearne bombe (tabl. 3).

Tablica 3
STUPANJ OPEKLINA NA NEZAŠTIĆENIM LAGANO PIGMENTIRANIM OSOBAMA DJELOVANJEM TOPLINSKOG ZRAČENJA NAKON EKSPLOZIJE NUKLEARNE BOMBE

Udaljenost od mjesta eksplozije km	Razorna moć nuklearne bombe Mt TNT					
	0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
2	3	3	3	3	3	3
5	2	3	3	3	3	3
10	-	1	2	3	3	3
20	-	-	-	1	2	2
30	-	-	-	-	1	1

Djelovanje radioaktivnog zračenja. Radioaktivno je zračenje posljedica nuklearne eksplozije. Razlikuje se početno zračenje, koje je kratkotrajno, i naknadno zračenje, koje je dugotrajno i koje je ovisno o atmosferskim prilikama i širenju radioaktivnih čestica. Osoba koja apsorbira početno zračenje na otvorenom prostoru na udaljenosti 2,5 km od mjesta eksplozije nuklearne bombe razorne moći od 10^6 t TNT ima samo 50% izgleda da preživi.

Postoji bitna razlika između bombe razorne moći od 10^3 t i bombe razorne moći od 10^6 t TNT. Polumjer kruga unutar kojeg je smrtnost vrlo vjerojatna djelovanjem početnog zračenja bombe manje razorne moći veći je od polumjera kruga s jednakom vjerojatnošću smrtnosti djelovanjem nadtlaka. Bomba vrlo velike razorne moći ima s obzirom na

smrtnost obrnuto djelovanje. Na toj razlici osniva se neutronska bomba koja ima relativno malu razornu moć (v. *Nuklearno oružje*, TE 9, str. 533).

Suvremena skloništa mogu biti projektirana da osiguraju zaštitu od radioaktivnog zračenja osoba u skloništu. Ta se zaštita ostvaruje gradnjom skloništa s debelim betonskim zaštitnim slojevima i slojevima zemlje nad skloništem i oko njega. Sloj zemlje od 300 cm ima jednako djelovanje kao betonska ploča od 25 cm, a svaki od tih slojeva smanjuje intenzivnost zračenja na 1/1000 intenzivnosti zračenja u području oko skloništa. Opasnosti se, međutim, pojavljuju nakon napuštanja skloništa, jer se dolazi u ozračeni i onečišćeni okoliš. O mogućnosti življenja u takvu okolišu postoje samo teorijske pretpostavke.

Elektromagnetsko djelovanje. Najmanje je proučeno djelovanje elektromagnetskog zračenja kao posljedice nuklearne eksplozije. To zračenje ima široki spektar frekvencija od nekoliko herca do nekoliko tisuća herca, a trajanje elektromagnetskog impulsa iznosi 10^{-6} s. Najveće je djelovanje toga impulsa u području udaljenom 3...20 km od mjesta eksplozije, pa ono može uništiti električne i elektroničke uređaje na tom području. Ako nuklearna bomba eksplodira na visini od 100...500 m nad zemljom, bit će potpuno prekinute sve telekomunikacijske veze ako uređaji nisu posebno zaštićeni. Od djelovanja elektromagnetskog impulsa može se sklonište izolirati izvedbom Faradayeva kaveza oko skloništa. S tim se kavezom moraju povezati sve armature i uređaji u skloništu. U većini skloništa, međutim, to nije sustavno provedeno.

Kemijsko i bakteriološko djelovanje može se pojaviti upotrebom kemijskog i bakteriološkog oružja. Od njihova djelovanja štiti se u skloništu ugradnjom filtera za zrak, maskama protiv bojnih otrova, a u krajnjem slučaju hermetizacijom skloništa.

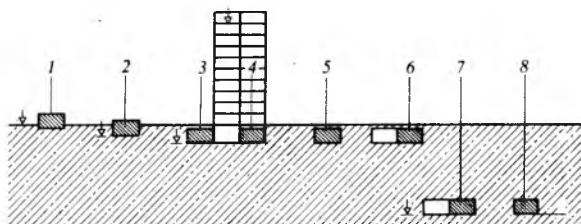
Hermetizacija skloništa provodi se kad bi dovod nefiltriranog vanjskog zraka u sklonište bio opasan za ljude u skloništu. Prema našim propisima pri normalnom provjetranju potrebno je dovoditi po osobi najmanje $7,5 \text{ m}^3$ zraka na sat, dok se ta količina pri zaštitnom provjetranju smanjuje na 1/3. Pri tom temperatura u skloništu ne smije biti viša od 29°C , udio ugljik(IV)-oksida u zraku skloništa ne smije biti veći od 2,5%, dok udio kisika ne smije biti manji od 16%. Nadtlak u skloništu mora biti između 50 i 160 Pa da bi se spriječio ulaz nefiltriranog zraka. Potrošnju kisika trebalo bi kompenzirati pogodnim kemijskim procesom razvijanja kisika.

Jednonamjenska skloništa. S obzirom na položaj sklonište može biti nadzemno, djelomično i potpuno ukopano, te samostalno i u sklopu neke građevine (sl. 2).

Skloništa osnovne zaštite kičma su sustava zaštite, skloništa pojačane zaštite služe za posebne svrhe, a skloništa dopunske zaštite samo su dopuna za nedostatni zaštitni prostor. Porična skloništa dopunjuju zaštitni sustav. Rovovi i zakloni služe za najnužnije sklanjanje ljudi, a grade se samo u razdoblju neposredne opasnosti i u ratu.

Troškovi su gradnje skloništa osnovne zaštite oko tri puta veći od troškova gradnje skloništa dopunske zaštite, pa mreža skloništa osnovne i dopunske zaštite ovisi u prvom redu o ekonomskim mogućnostima.

Sva skloništa morala bi imati sljedeće dijelove: a) ulaz ili ulaze s mogućnošću hermetičkog zatvaranja, zračnim usta-



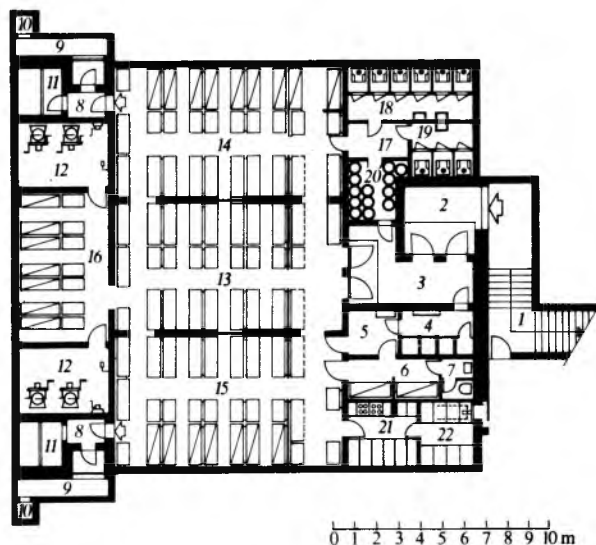
Sl. 2. Položaj skloništa. 1 nadzemno, 2 djelomično ukopano, 3 i 4 ukopano u sastavu građevine, 5 samostalno ukopano, 6 ukopano u sastavu niskogradnje, 7 podzemno u sastavu ukopane građevine, 8 samostalno podzemno

vama i prostorijom za dekontaminaciju (minimalna površina $4,5 \text{ m}^2$); b) pomoćni izlaz ili izlaze s ustavom, što vode do mjesta na kojemu se ne predviđaju ruševine zgrada; c) prostorije za boravak kojima površina ovisi o predviđenom broju osoba smještenih u skloništu (tabl. 4); sanitarne prostorije s uređajima i pretprostorijama; e) mrtvačnicu; f) prostoriju za zalihu vode za piće i osnovne higijenske potrebe; treba osigurati smještaj 3 L vode po danu i osobi (za 1 dan u skloništu dopunske, za 7 dana u skloništu osnovne, a za 14 dana u skloništu pojačane zaštite), te 14 L vode po osobi za tehničke potrebe; g) prostoriju za smještaj hrane (obujam od $1,0 \dots 1,3 \text{ L}$, odnosno tlocrtna površina $0,02 \dots 0,03 \text{ m}^2$ po osobi i danu); h) prostoriju za podgrijavanje hrane (tlocrtna površina $0,010 \dots 0,015 \text{ m}^2$ po osobi, minimalno $1,5 \text{ m}^2$); i) prostoriju za opremu, pribor i alat; j) prostoriju za medicinsku pomoć; k) prostoriju za rukovodioce skloništa. Manja skloništa ne moraju imati sve navedene prostorije. Pravilnik o gradnji skloništa propisuje obvezne prostorije za skloništa osnovne i dopunske zaštite.

Tablica 4
POVRŠINA SKLONIŠTA POTREBNA
ZA BORAVAK

Broj osoba u skloništu	Površina tlocrtna m^2 po osobi
25	0,625
50	0,650
100	0,700
200	0,800
250	0,850
300	0,900

S obzirom na to da se život u skloništu odvija u turnusima, predviđaju se posebne prostorije za ležanje i posebne za sjedenje. Ako se predviđa da 1/3 osoba leži, a 2/3 sjedi, potrebna površina tih prostorija iznosi $0,6 \text{ m}^2$ po osobi. Ako se računa da će 2/3 osoba moći istodobno ležati, potrebna je površina od $0,68 \text{ m}^2$ po osobi, a ako se predviđa da će sve osobe imati svoj ležaj, potrebna se površina prostorija povećava na $0,78 \text{ m}^2$ po osobi. U jednoj prostoriji ne bi trebalo da bude smješteno više od 100 osoba. Visina prostorija ne smije biti manja od 2,3 m, ali se radi povećanja količine zraka nastoji ostvariti normalna visina stambenih prostorija. (Kod dvonamjenskih skloništa ostvaruje se potrebna visina prema mirnodopskoj namjeni.)



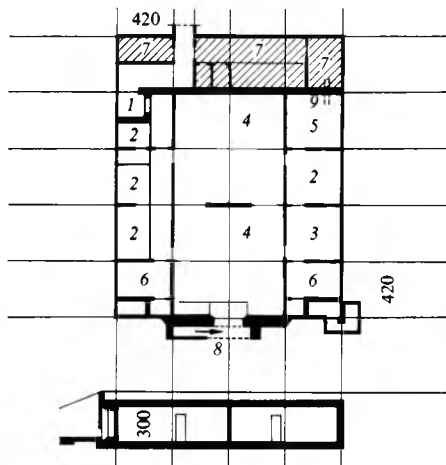
Sl. 3. Sklonište osnovne zaštite za 300 osoba (arh. S. Paljić). 1 ulazni hodnik, 2 ulazna pretprostorija, 3 ustava ulaza, 4 i 5 prostorije za dekontaminaciju, 6 prostorija za medicinsku pomoć, 7 prostorije za umivanje, 8 ustava pomoćnog izlaza, 9 hodnik pomoćnog izlaza, 10 okno pomoćnog izlaza, 11 pješčani predfiltri, 12 uređaji za filtriranje i ventilaciju te električni uređaji, 13...16 prostorije za boravak, 17 zajednička pretprostorija, 18 ženski zahodi, 19 muški zahodi, 20 otpaci i fekalije, 21 spremište hrane i prostorija za pripremu hrane, 22 spremište vode

U standardnu opremu skloništa spada ventilacijski uređaj s filtrom i sustavom za provjetravanje, električna instalacija za rasvjetu s priključkom na električnu mrežu i samostalni uređaj za rasvjetu na ručni ili nožni pogon, antenski priključak s komunikacijskim uređajem, priključak na vanjski vodovod s tim da se posebnim ventilom može od njega odvojiti, oprema za prvu pomoć i samospasavanje, te sva oprema za boravak ljudi (kreveti, pokrivači i sl.).

Pretpostavlja se da će svi koji se sklanjaju u skloništa donijeti sa sobom hranu, vodu za piće i opremu za boravak u skloništu (7 do 14 dana). To se smatra najslabijom karikom u zaštitnom procesu kad se računa s duljim boravkom u skloništu, jer se pretpostavlja da je osigurana hrana za duži boravak.

Velika skloništa nisu pogodna, jer se u njima sklanjaju uglavnom ljudi koji se međusobno ne poznaju, različitog dobnog, zdravstvenog i psihičkog stanja, što duži boravak u skloništu može učiniti vrlo neugodnim. U manjim se skloništima duži boravak lakše podnosi, jer se u njima sklanjaju ljudi iz susjedstva koji se većinom međusobno poznaju. Na slici 3 prikazan je tlocrt skloništa osnovne zaštite za 300 osoba.

Višenamjenska skloništa. Da bi se u doba mira racionalno iskoristili prostori predviđeni za skloništa u doba rata, grade se višenamjenska skloništa. Ona u miru služe kao središta društvenog i kulturnog života ili kao trgovine, domovi zdravlja i sl. Nesumnjivo je da je gradnja višenamjenskog skloništa skuplja nego jednonamjenskoga, ali se najčešće može pokazati da je takva gradnja racionalnija, jer se mirnodopskom upotrebom građevina djelomično otplaćuju izdaci za gradnju skloništa. Pravilnim proračunom moguće ekonomske dobiti u vrijeme mirnodopske upotrebe dvonamjenskog skloništa može se postići znatna rentabilnost takve investicije s obzirom na jednonamjensko sklonište. Na slici 4 vidi se dvonamjenska građevina koja bi u miru služila kao trgovina sa samoposluživanjem, a u ratu kao sklonište za 200 osoba.



Sl. 4. Dvonamjensko sklonište (robna kuća sa samoposluživanjem) za 200 osoba (arh. I. Valek). 1 ulaz, 2 skladište, 3 poslovnica robne kuće, 4 prodajna prostorija, 5 skladište opreme skloništa, 6 pomoćni uređaji, 7 prostorije samo za mirnodopsku upotrebu, 8 armiranobetonska pregrada koja zatvara ulaze u sklonište i robnu kuću, 9 proboji kroz zid za prolaz instalacija potrebnih za mirnodopsku upotrebu

Gradnja višenamjenskih skloništa ima osnovni nedostatak da se manji izvedbeni rasteri (v. *Projektiranje, konstrukcijsko*, TE 11, str. 252) i gušći raspored stupova moraju odabrati prema zahtjevima zaštite, što najčešće nije prikladno za mirnodopsku namjenu građevine. Taj se nedostatak može eliminirati upotrebom pokretnih zidova i stupova pomoću kojih se veći rasteri, potrebni u mirnodopskoj upotrebi prostora, mogu pretvoriti u manje raste sklonišnog prostora. Također se mogu izvesti pokretni sustavi ulaza i izlaza kao prostorne tvorevine. Te se promjene provode u razdoblju prijelaza iz mirnodopske u zaštitnu namjenu.

Za dvonamjenska je skloništa potrebna veća površina nego za jednonamjenska. To je povećanje po osobi to manje što je površina skloništa veća (tabl. 5).

Tablica 5
POVEĆANJE POVRŠINE DVONAMJENSKIH SKLONIŠTA PO 1 m² POVRŠINE JEDNONAMJENSKOG SKLONIŠTA

Veličina građevine	Povećanje površine, m ²
Male građevine	0,40...1,00
Srednje građevine	0,35...0,80
Velike građevine	0,30...0,60
Vrlo velike građevine	0,25...0,40

Danas se dvonamjenska skloništa grade uglavnom na principu nepromjenljive strukture, ali se proučavaju mogućnosti gradnje skloništa s translacijom stupova i stijena, te sa zakretanjem i pomicanjem cijelih građevinskih sklopova. To će omogućiti racionalnije oblikovanje višenamjenskih skloništa za mirnodopske potrebe. Početni rezultati već su postignuti u gradnji robnih kuća i manjih rekreacijskih prostora, te nekih utilitarnih sadržaja.

LIT.: Design of Structures to Resist the Effect of Nuclear Weapons, Manual No. 42. American Society of Civil Engineers, New York 1961. – Introduction to Structural Dynamics. McGraw-Hill Book Co., New York 1964. – Problematika izgradnje skloništa. RSNO SR Crne Gore, Titograd 1978. – Izgradnja i zaštita objekata. SGITS, Beograd 1978. – N. Jovanović, Priručnik za proračun konstrukcija skloništa. DGIT, Zagreb 1978. – Građevinsko-tehničke mjere zaštite i izgradnje skloništa. SGITH, Zagreb 1980. – Planiranje, projektiranje i građenje skloništa. SGITS, Beograd 1981. – Konstrukcije zaštitnih objekata – skloništa. SAJ, Beograd 1982. – N. Zakić, Mere zaštite u urbanoj i arhitektonskoj organizaciji, uređenju i korištenju prostora. Kulturni centar, R.J. Privredna knjiga, Gornji Milanovac i SAJ, Beograd 1982. – Domestic Nuclear Shelters. Advice on Domestic Shelters Providing Protection Against Nuclear Explosions. A Home Office Guide, HMSO, London 1982. – R. Ormerod, Nuclear Shelters, a Guide to Design. The Architectural Press, London 1983. – Z. Žagar, Javna skloništa kao višenamjenski objekti. Disertacija, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb 1984. – Izgradnja skloništa i drugih zaštitnih objekata. SITS, Beograd 1985. – Planiranje, finansiranje, izgradnja, upotreba i održavanje skloništa. SKITH i GSCZ, Novi Sad 1986.

Z. Žagar

SMJESE, homogene plinovite, kapljevite (tekuće) ili čvrste faze sastavljene od dviju ili više čistih tvari (zvani sastojski ili komponente), koje se sve fizikalno opisuju na jednak način, bez razlike među pretežitom sastojkom i sastojcima u manjini, kakva se čini među otapalom i solutima u definiciji otopine (v. *Otopine*, TE 10, str. 57). Prema tome, razlikovanje smjesa od otopina više je formalnoga nego temeljnoga karaktera.

U ovom se članku opisuju smjese kapljevina, dok su smjese plinova prikazane u članku *Plin*, TE 10, str. 381. Osim toga, smjese se opisuju sa stajališta kemijske termodinamike, dok su realne smjese, posebno heterogene, s aspekta tehničke prakse obuhvaćene nizom članaka koji opisuju njihovo stvaranje, npr. emulgiranjem, miješanjem i sl., ili razdvajanje, u što se ubrajaju mnoge poznate tehnološke operacije kao što su: centrifugiranje, destilacija, ekstrakcija, filtracija, flotacija, kristalizacija, luženje i mnoge druge.

TERMODINAMIČKA SVOJSTVA SMJESA

Iskazivanje sastava smjese i standardnih stanja sastojaka. Sastav smjese obično se iskazuje množinskim udjelom (x, y) pojedinih sastojaka, ali se još uvijek upotrebljavaju i maseni (w) i volumni (φ) udjeli (te su veličine definirane u članku *Otopine*, TE 10, str. 57).

Da bi se definirale čvrste točke prema kojima se računaju iznosi onih termodinamičkih veličina koje se ne mogu mjeriti na apsolutnoj ljestvici (unutrašnja energija, entalpija, entropija, Helmholtzova i Gibbsova energija, kemijski potencijal),