Dr Slobodan Vukićević,
profesor, dipl. inž.
Mr Momčilo Miljuš,
dipl. inž.

OPTIMIZACIJA STRUKTURE OBJEKATA NOVOG SKLADIŠTA ZA ZADATU KOLIČINU UBOJNIH SREDSTAVA

Rezime:

U okviru tehnološkog projektovanja skladišnih kompleksa za smeštaj ubojnih sredstava (UbS) značajan problem predstavlja izbor najpovoljnije strukture objekta. Problem smeštaja je složen zbog mogućnosti korišćenja velikog broja objekata, asortimana UbS, načina slaganja različitih UbS u različitim objektima, dileme da li skladištenje treba obavljati paletizovano ili ne, širokog spektra potencijalne mehanizacije za manipulaciju i direktne povezanosti mehanizacije i načina slaganja u objektima.

Ključne reči: ubojna sredstva, objekti za skladištenje, skladišni procesi, optimalna struktura objekata.

OPTIMIZATION OF STRUCTURE OF OBJECTS OF A NEW STORE FOR A GIVEN QUANTITY OF MUNITIONS

Summary:

Within the frames of the technological design of storehouse complexes for storing munitions a significant matter is the choice of the most optimal structure of the object. The problem of storing is complex because of the possibility of utilization of considerable number of objects, of the assortment of munitions, of the manners of storing different munitions in different objects, of the dilemma of whether the storing should be effected by palletization or in some other manners, of a wide spectrum of available mechanization for manipulation with munitions, and of the direct relationship between the mechanization and the manners of storing munitions in the objects.

Key words: munitions, storing objects, storing processes, optimal structure of objects.

Uvod

Skladišna funkcija, u okviru logističkih procesa sa UbS, ima poseban značaj, jer predstavlja fazu sa najvećom koncentracijom eksplozivnih materija. U okviru skladišnih procesa sa UbS se realizuje niz aktivnosti prema potrebama jedinica, karakteristikama sredstava, i dr., pri čemu je primarni cilj smeštaj i očuvanje kvantiteta i kvaliteta UbS u različitim us-

lovima, uz odgovarajući nivo bezbednosti. Postizanje ovog cilja može se ostvariti isključivo kroz tehnološko projektovanje svakog konkretnog skladišnog kompleksa. Pri tome izbor najpovoljnije strukture objekata za smeštaj zadate količine UbS predstavlja najznačajniji deo tehnološkog projekta. Prikaz osnovnih elemenata koji utiču na strukturu objekata u novom skladištu, predstavljenih na slici 1, u-

kazuje na složenost zadatka koji zahteva niz proračuna i međusobno usaglašavanje velikog broja često divergentnih relevantnih veličina.

Sl. 1 — Odnos elemenata pri definisanju strukture objekata u novom skladištu

Da bi se ovaj zadatak ispunio realizovana su istraživanja vezana za oblast skladišno-manipulativnih procesa sa UbS, koja su obuhvatila:

- klasifikaciju UbS prema sličnosti karaktera opasnosti,
- razvoj tipskih objekata koji omogućavaju očuvanje zaliha u konkretnim uslovima funkcionisanja skladišta,
- razvoj tipičnih koncepcija realizacije skladišno-manipulativnih procesa;
- mogućnost lociranja skladišnih objekata, uz respektovanje njihovih međusobnih uticaja i uticaja okruženja,
- razvoj matematičkog modela za definisanje optimalne strukture objekata u novom skladištu, za zadate ulazne veličine.

Klasifikacija ubojnih sredstava

Praktična primena odgovarajućih mera zaštite, s obzirom na veliki asortiman UbS i vrste njihovog dejstva pri iniciranju, u praksi je neizvodljiva bez adekvatne klasifikacije kojom se definišu podskupovi sredstava sa sličnim osobinama. Klasifikacija UbS predstavlja jednu od pretpostavki koju je neophodno realizovati pri definisanju odgovarajućih aktivnosti radi zaštite objekata i okruženja od dejstva iniciranog UbS u skladišnom objektu. To podrazumeva precizno definisanje relevantnih karakteristika UbS, uslova pod kojima može doći do njihovog iniciranja i načina na koji se ono manifestuje. Klasifikacija predstavlja osnovni preduslov primene zaštitnih mera koje se moraju sprovesti kako bi se neželjeni efekti iniciranja UbS u objektima eliminisali ili doveli do prihvatljivog nivoa. Takođe, predstavlja jednu od osnovnih pretpostavki za racionalno projektovanje, gradnju i rekonstrukciju skladišnih kompleksa.

U našoj važećoj regulativi, sva UbS su svrstana u jednu grupu opasnosti, sa četiri grupe kompatibilnosti sa aspekta skladištenja. Sa druge strane, u svetu se razvijala regulativa iz oblasti rada sa opasnim materijama, koja je rezultirala usvajanjem odgovarajućih preporuka za njihovu klasifikaciju koje donose UN. Te preporuke predstavljaju polaznu i najznačajniju osnovu pri rešavanju problema u radu sa opasnim materijama. Kada su u pitanju artikli klase 1 principi sprovođenja ove klasifikacije prikazani su na slici 2.

Prema najnovijim preporukama UN, za opasne materije klase 1 (eksplozivne materije u koje spadaju i UbS) predviđena je klasifikacija sa dva aspekta:

- prema vrsti i stepenu opasnosti pojedinih artikala — na šest grupa opasnosti (označenih sa 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 i 1.6),

— prema kompatibilnosti sa drugim artiklima pri skladištenju — tri-naest grupa kompatibilnosti¹⁾ (označenih sa A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, N i S).

Sl. 2 — Principi klasifikacije opasnih materija

U praksi se susreću situacije kada ova klasifikacija nije dovoljna za konačnu odluku o formiranju homogenih grupa sa aspekta skladištenja, već je potrebno obaviti dodatne analize sa aspekta ponašanja UbS, naročito kada se zahteva određen oblik pakovanja.

Grupa opasnosti²⁾ kojoj pripada UbS smeštena u objektu, odnosno efekat eksplozije (pored građevinsko-

¹⁾ U prethodnim preporukama egzistiralo je 5 grupa opasnosti i dvanaest grupa kompatibilnosti, što ukazuje na neophodnost permanentnog praćenja i inoviranja odgovarajuće regulative iz ove oblasti.

²⁾ Značaj navedene klasifikacije UbS, sa ciljem homogenizacije sa aspekta vrste, stepena opasnosti i kompatibilnosti inicirao je razvoj odgovarajućeg softvera i adekvatne baze podataka, čime su ostvareni uslovi za racionalizaciju projektovanja skladišta.

-tehničkih karakteristika objekata), merodavna je veličina za proračun bezbednosnih rastojanja³⁾ između skladišnih objekata. Prema klasifikaciji UN merodavne opasnosti, prema grupi opasnosti artikala UbS su:

— 1.1, 1.5 i 1.6 — udarni talas usled detonacije u masi;

— 1.2 — razletanje parčadi ali ne i opasnost od detonacije u masi;

— 1.3 — intenzivan požar, bez opasnosti detonacije u masi;

— 1.4 — slab požar.

Posebno značajan aspekt za UbS predstavlja kompatibilnost artikala pri skladištenju, jer postoje situacije u kojima pojedina UbS, kada se nađu pored nekih drugih, mogu da predstavljaju znatno veću opasnost nego pojedinačno. Za praktičnu primenu kompatibilnosti raznih artikala formira se matrica kompatibilnosti koja se daje u vidu tabele (tabela 1), pri čemu su kompatibilne grupe označene sa trinaest velikih slova latinice.

Rezultat analiza dovodi do dalje dehomogenizacije sa aspekta uslova za nastanak eksplozije i njenih efekata, a time i definisanja merodavne grupe opasnosti za mešavinu artikala. Zbog toga je kod UbS potrebno obaviti više analiza njihovog ponašanja u slučaju incidenta, što, kao rezultat, može da inicira dalju dehomogenizaciju predstavljene klasifikacije.

Razvoj tipskih objekata za skladištenje ubojnih sredstava

Realizacija zahteva skladištenja ostvaruje se primenom objekata koji svojim karakteristikama treba da ostvare željene uslove za očuvanje kvaliteta UbS, i realizaciju ostalih skladišnih procesa na željenom nivou. Objek-

³⁾ Bezbednosno rastojanje u ovom slučaju ima prvenstvenu ulogu da spreči prenos akcenta sa jednog skladišnog objekta na susedni, odnosno da ostvari željeni nivo bezbednosti u skladištu i okruženju.

Matrica skladišne kompatibilnosti UbS

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S
A	X	Z											Z
B	Z	X											X
C			X	Z	Z		Z						X
D			Z	X	X								X
E			Z	X	X								X
F						X							X
G			Z				X						X
H								X					X
J									X				X
K										X			
L													
N													
S	Z	X	X	X	X	X	X	X	X				X

X — dozvoljeno mešanje

Z — dozvoljeno mešanje samo ako je neophodno

ti mogu biti različitih veličina i tipova, a pri projektovanju novih skladišta primenjuju se:

- nadzemni objekti (S-objekti),
- objekti natkriveni (nasuti) zemljom (U-objekti),
- ukopani objekti,
- podzemni objekti.

Različite vrste objekata pružaju različit nivo bezbednosti zaliha u njima, kao i nivo ugroženosti okruženja pri iniciranju UbS u objektu. U tehnološkom projektovanju veoma je važno respektovati uticaj odnosa tipa objekta, grupe opasnosti smeštenih UbS i bezbednosnog rastojanja. Sprovedena istraživanja predstavljena su dijagramima na slici 3, i ukazuju na sledeće:

- nadzemni objekti veoma su nepogodni za skladištenje UbS grupe 1,2, jer potrebna bezbednosna rastojanja ne zavise od količine zaliha nego od karakteristika UbS;

Sl. 3 — Povezanost bezbednosnih rastojanja, grupa opasnosti i tipa objekta za smeštaj UbS

— rastojanja za UbS iz grupe 1.1 znatno su veća kod nadzemnih objekata;

— bezbednosna rastojanja pri skladištenju UbS grupe 1.2, 1.3 i 1.4 u objektima nasutim zemljom i ukopanim objektima teoretski su jednaka nuli. Razmak koji se primenjuje između objekata rezultat je analiza očekivanog vatrenog dejstva, odnosno tolike udaljenosti između objekata da predstavljaju nezavisne ciljeve.

Dalja istraživanja vezana za pogodnost skladištenja UbS iz pojedinih grupa opasnosti u tipičnim objektima, ukazala su na to da ne treba skladištiti UbS iz grupe 1.3 u podzemnim objektima.

Treba napomenuti da odnosi tipa objekta, vrste opasnosti i kapaciteta objekata značajno utiču na tehnološko projektovanje skladišta, pošto bezbednosna rastojanja između objekata definišu i dužinu potrebnih saobraćajnica koje povezuju skladišne objekte u kompleksu.

Tipične koncepcije realizacije skladišno-manipulativnih procesa

Efikasno funkcionisanje skladišnih procesa, pored smeštaja i očuvanja zaliha, zahteva i adekvatan nivo realizacije prijemnih, pretovarnih i otpremnih radova. Za njihovu realizaciju važne su tri karakteristične zone:

— pretovarna zona, sa ciljem da se na njoj realizuje istovar-utovar vozila koja dopremaju-otpremaju UbS iz objekta,

— saobraćajnice,

— skladišna zona — zona odlaganja i čuvanja zaliha.

Svaka od ovih zona ima određene specifičnosti što, pored međusobne povezanosti zahteva prilaze velike nosivosti, ili da se deo ovih procesa realizuje preko odvojenih prijemno-pretovarnih punktova.

Za ilustraciju ovog problema može poslužiti karakterističan primer postojećih pretovarnih platoa koji su predviđeni za manipulativne procese ispred svakog objekta. Njihove dimenzije proistekle su iz zahteva da se najvećim vozilima spoljnog transporta omogućí prilaz objektu, kao i prilaz viljuškarom vozilu sa obe strane. Međutim, pri tome se izgubilo iz vida da takva platforma, locirana između čeonih strana objekta i zaštitnog nasipa predstavlja odličnu metu i povećava verovatnoću uništenja objekta pri napadu.

Koncepcija prilaza svih vrsta vozila svakom objektu, uz zahtev za njihovim horizontalnim postavljanjem na platformi za pretovar, drastično je otežala uklapanje objekata u lokaciju i često uslovljavala njihova veća razdvajanja od potrebnih bezbednosnih rastojanja. Uslovi za unutrašnje saobraćajnice postali su stroži od uslova koji za ista vozila važe na javnim komunikacijama. Sve to dovodilo je do značajnog poskupljenja gradnje skladišnih kompleksa, a praktičan zahtev za bilo kakvim maskiranjem objekta doveden je do apsurd.

Da bi se ovi problemi mogli rešiti, analiziran je veliki broj tehnoloških koncepcija, uz pokušaj da se manipulativni procesi što više uproste, saobraćajnice učine kraćim i jeftinijim, a da se pri tome svi procesi u skladištu mogu obaviti sa željenim stepenom sigurnosti, pri čemu je pažnja posvećena i mogućnosti boljeg maskiranja objekata. Pri tome se vodilo računa o:

— velikom asortimanu UbS koji se povećava vremenom,

— različitom nivou paletizacije zaliha UbS, odnosno pojavnom obliku skladišno-manipulativnih jedinica,

— različitosti objekata koji se mogu primeniti, i varijanti slaganja zaliha, kako sa aspekta rasporeda i oblika skladišne zone, tako i pojava oblika zaliha UbS koji time utiču na kapacitet objekata,

— različitim tehničko-eksploataci-
onim karakteristikama vozila koja se
mogu naći u pretovornoj zoni,

— velikom spektru potencijalnih
sredstava mehanizacije za pretovarno-
skladišne manipulacije potencijalnih
pojavnih oblika jedinica UbS, načina
slaganja i vrsta vozila,

— očuvanju željenog nivoa bezbed-
nosti objekta.

Lociranje skladišnih objekata

Pri lociranju skladišnih objekata
za UbS potrebno je ispoštovati sledeće
osnovne principe:

— UbS moraju biti raspoređena u
objektima koji su na takvom rastoja-
nju da incident u jednom objektu ne
sme inicirati eksploziju u nekom dru-
gom objektu u skladišnom kompleksu.
To se realizuje primenom bezbednos-
nih rastojanja (a_{kj}) koja zavise od tipa
objekta (j) u kojem su uskladištena
UbS (grupe opasnosti k), njihove koli-
čine (q_{kj}), kao i tip ugroženog objekta
u kompleksu;

— iniciranje sadržaja u bilo kom
objektu ne sme izazvati nedozvoljene
posledice u okruženju skladišnog kom-
pleksa (putevi, stambena naselja, škole,
elektro i ostala postrojenja, i dr.);

— više skladišnih objekata po mo-
gućnosti ne treba raspoređivati u liniju,
kako ne bi predstavljali uzastopne ci-
ljeve u slučaju napada iz vazdušnog
prostora;

— raspored objekata treba da bu-
de usaglašen sa primenjenom koncep-
cijom skladišno-manipulativnih proce-
sa u objektima i kompleksu.

Kada rastojanje između dva objek-
ta sa UbS treba da bude veće, svrsis-
hodno je raspoređivati ih u prostoru
po grupama objekata koji zahtevaju
približno isto rastojanje.

Takođe, mora se naglasiti da su u
do sada važećem projektovanju najve-
će greške pravljene u bezbednosnim ra-

stojanjima kod U-objekata što ih je če-
sto isključivalo. Pri tome se misli na
činjenicu da se za klase 1.2 i 1.4 sabi-
rao čist eksploziv i redukovani barut
na eksploziv, pa se sa tim zbirom ula-
zilo u proračun bezbednosnih rastoja-
nja na udarni talas. Rezultat ovakvog
prilaza su nepotrebno velika razdvaja-
nja U-objekata koji se koriste za skla-
dištenje UbS klase 1.2 i 1.4. Kod klase
1.1 i 1.5 uočena je greška u koeficijentu
za oko 2,5 puta, koja je uslovlila raz-
dvajanje U-objekata u kojima se sme-
štaju UbS ovih klasa, na oko 2,5 puta
veća bezbednosna rastojanja i time ih
činilo neinteresantnim.

Razvoj modela za definisanje optimalne strukture objekata

Zadatak projektovanja novog skla-
dišta u prvom koraku svodi se na pro-
blem optimalne strukture objekata (po
tipovima i broju), koji će na najpovolj-
niji način omogućiti smeštaj predviđe-
nih količina i strukture UbS u konkret-
nim uslovima. Osnovna dilema pri de-
finisanju strukture objekata je:

— smeštaj zadate količine homo-
gene grupe UbS u jedan objekat ili
manji broj objekata većeg kapaciteta.
To je rešenje koje zahteva najmanje
investicija. Međutim, u slučaju da do-
đe do uništenja objekta, šteta će biti
izuzetno velika;

— primena većeg broja manjih ob-
jekata za homogenu grupu UbS, čime
se obezbeđuje veća sigurnost zaliha, ali
i povećavaju investicije. Ovo povećanje
rezultat je porasta cene objekata i sa-
obraćajne infrastrukture. Pri tome se
bezbednosna rastojanja, u odnosu na
okruženje, smanjuju.

U slučaju dve krajnosti — jednog
objekta i ekstremno velikog broja ob-
jekata za istu homogenu grupu UbS,
između njih se nalazi optimalan broj
objekata. Zbog toga je očigledna potre-
ba za optimizacijom strukture objek-
ta u skladišnom kompleksu.

Za utvrđivanje optimalnog rešenja razvijen je matematički model baziran na metodi linearnog programiranja. Njegovim korišćenjem dobija se optimalna struktura skladišnih objekata, a kriterijum optimizacije (funkcije cilja) jeste minimizacija troškova, odnosno zbira:

— investicionog ulaganja u objekte, saobraćajnice i platforme,

— vrednosti uništenih objekata i zaliha UbS pri spontanoj destrukciji u miru,

— vrednosti uništenih objekata i zaliha UbS pri napadu na skladišni kompleks u ratu.

Optimalno rešenje sastoji se u iznalaženju vrednosti promenljivih X_{kj}
— broja objekata j-te vrste za smeštaj

k-te homogene grupe UbS, za koje funkcija cilja ima minimalnu vrednost. Razvoj ovako utvrđene funkcije cilja prikazan je na slici 4.

Prema navedenim ulaznim veličinama, funkcija cilja dobija oblik

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 \rightarrow \min, \quad (1)$$

uz ograničenja koja se moraju zadovoljiti u konkretnom zadatku skladišta, i to:

— mora se smestiti predviđen asortiman i količina UbS;

— mora se ispoštovati ograničenje ukupne investicione sume;

— mora se očuvati zahtevana količina UbS u slučaju merodavnog napada.

Sl. 4 — Razvoj funkcije cilja

Prvi član funkcije cilja (F_1) obuhvata investicionu sumu za izgradnju skladišnih objekata, odnosno:

$$F_1 = \sum_k \sum_j C_j \cdot X_{kj} \quad (2)$$

gde je:

C_j — cena objekta j-tog tipa,

X_{kj} — broj objekata j-tog tipa za smeštaj k-te homogene grupe UbS.

Drugi član (F_2) predstavlja iznos investicija u saobraćajnice, uz aproksimaciju da su putevi između objekata jednaki merodavnom bezbednosnom rastojanju a_{kj} (prema grupi opasnosti uskladištenih UbS i tipu objekta):

$$F_2 = Z \cdot \sum_k \sum_j a_{kj} \cdot X_{kj} \quad (3)$$

gde je:

Z — jedinačna cena po dužnom metru saobraćajnice,

a_{kj} — bezbednosno rastojanje između objekata j-tog tipa sa k-tom grupom UbS.

Sledeći članovi funkcije cilja kvantifikuju uticaj eventualnih šteta, odnosno uništenja UbS.

Treći član funkcije cilja (F_3) kvantifikuje vrednost uništenih UbS i objekata pri napadu. Da bi se ova vrednost, kao posledica neizvesnog događaja, sabrala sa investicionom sumom, mora se množiti sa verovatnoćom rata u merodavnom periodu, verovatnoćom napada na skladište uz respektovanje verovatnoće uništenja pojedinih objekata pri različitim vrstama borbenih dejstava. Zbog toga se proračun verovatnoće uništenja izvodi primenom totalne verovatnoće, a ovaj član funkcije cilja je:

$$F_3 = p_r \cdot p_n \sum_k \sum_j p_{uj} \cdot (k_j + C_j) \cdot X_{kj} \quad (4)$$

gde je:

p_r, p_n — verovatnoća rata i verovatnoća napada na skladište,

p_{uj} — totalna verovatnoća uništenja j-tog objekta pri merodavnom napadu,

V_{kj} — vrednost smeštenih UbS k-te grupe u objektu tipa j.

Četvrti član funkcije cilja (F_4) definiše vrednost uništenog sadržaja i objekta, pri spontanoj destrukciji u miru. Kvantifikacija se pri tome realizuje uvođenjem verovatnoće da će u merodavnom periodu doći do spontane destrukcije:

$$F_4 = \sum_k \sum_j p_{dkj} \cdot (V_{kj} + C_{kj}) \cdot X_{kj} \quad (5)$$

gde je:

p_{dkj} — verovatnoća destrukcije UbS k-te grupe u j-tom tipu objekta.

Ograničenja koja su prisutna pri projektovanju ovakvih kompleksa mogu se definisati sledećim relacijama:

1. — smeštaj zadate količine UbS:

$$\sum_k \sum_j q_{kj} \cdot X_{kj} \geq Q \quad (6)$$

gde je:

q_{kj} — kapacitet j-tog tipa objekta za k-tu grupu UbS, uz respektovanje pojavnog oblika jedinica, metode slaganja i realizacije ostalih skladišno manipulativnih procesa,

Q — zadata količina UbS koja treba da se skladišti u kompleksu;

2. — ograničenje investicione sume za obuhvaćene elemente novog skladišta (I):

$$\sum_k \sum_j (C_j + Z \cdot a_{kj}) \leq I \quad (7)$$

3. — ograničenje uništenja, odnosno očuvanje zahtevane količine UbS k-te grupe u slučaju napada:

$$p_r \cdot p_n \sum_j p_{ukj} \cdot q_{kj} \leq K_k \cdot Q_k \quad (8)$$

gde je:

p_r, p_n — verovatnoća rata i verovatnoća napada na skladište,

p_{ukj} — totalna verovatnoća uništenja k-te grupe UbS u objektu tipa j,

- K_k — maksimalni koeficijent gubitaka k -te grupe UbS,
- Q_k — predviđena količina k -te grupe UbS za skladištenje.

Prema razvijenoj funkciji cilja i definisanim ograničenjima može se uočiti da se radi o celobrojnem linearnom programiranju, za koje postoje razvijeni odgovarajući računarski programi. Međutim, predstavljeni oblik problema optimizacije ne isključuje primenu klasičnog linearnog programiranja, posebno kada se uzme u obzir činjenica da ukupna količina UbS, koja treba da se smesti u objekte, nije precizno definisana, odnosno podložna je promenama tokom vremena. U takvim situacijama, rezultate dobijene klasičnim linearnim programiranjem moguće je korigovati zaokruživanjem decimalnog broja objekata na odgovarajuću veću ili manju celobrojnu vrednost (uz logičku proveru takvih vrednosti).

Vrlo interesantni rezultati dobijaju se kada se isključi ograničenje veza-
no za investicionu sumu, pa je dopušteno njeno slobodno formiranje, a varira se intenzitet merodavnog napada na skladišni kompleks iz vazdušnog prostora. Logično je da će jači intenzitet napada rezultirati većim brojem manjih objekata, a time i većom investicionom sumom, čime je otvoren prostor i za optimizaciju protivvazdušne odbrane kompleksa. Zbog toga je za isto očuvanje UbS od napada iz vazdušnog prostora moguće odlučiti da li je bolje ulagati u bezbedniju strukturu objekata ili u protivvazdušnu odbranu koja će sa manje bezbednom strukturom objekata, uz smanjenje merodavnog napada, rezultirati istom količinom raspoloživih UbS.

Optimizacija strukture objekata novog skladišta

Adekvatno prethodnim razmatranjima, proces optimizacije strukture objekata novog skladišta UbS nameće realizaciju sledećih koraka:

- identifikaciju artikala UbS koje treba uskladištiti, njihov pojavni oblik, način pakovanja i ostale relevantne parametre;

- tačno klasifikovanje svih artikala i određivanje merodavnih homogenih grupa sa aspekta zajedničkog skladištenja u objektu;

- definisanje primenljivih — potencijalnih tipova objekata za skladištenje i njihovih merodavnih kapaciteta za usvojene pojavne oblike artikala, načine slaganja i definisanu koncepciju skladišno-manipulativnih procesa, kao i utvrđivanje odgovarajućih bezbednosnih rastojanja za elemente okruženja;

- utvrđivanje relevantnih parametara primene modela za određivanje optimalne strukture objekata, uz respektovanje zahteva i ograničenja;

- korišćenje modela za varijantne skupove ulaznih veličina;

- analizu izlaznih rezultata i uklanjanje objekata u raspoloživu lokaciju.

Zaključak

Neophodno je napomenuti da primena modela zahteva značajne aktivnosti radi definisanja merodavnih vrednosti svih navedenih ulaznih veličina. U praksi, problemi vezani za ove aktivnosti doticali su politiku korišćenja skladišnih objekata, način proračuna bezbednosnih rastojanja između objekata, izbor potencijalnih tipova skladišnih objekata, usaglašavanje oko pojedinih koeficijenata i verovatnoća, i dr. Posebno značajna dilema, kako za definisanje optimalne strukture objekata, tako i za njihovu dalju eksploataciju, bila je vezana za pitanje da li sa aspekta bezbednosti treba projektovati univerzalne objekte u koje može da se smesti sva količina UbS ili namenske objekte za pojedine grupe UbS.

Namensko projektovanje objekata za određenu grupu artikala podrazumeva i definisanje bezbednosnog rastojanja. To nameće pitanje univerzalnosti primene, odnosno specijalizovanje skla-

dišnih objekata, pošto unapred zadato bezbednosno rastojanje direktno utiče na vrstu i količinu UbS koja se može skladištiti. Zbog toga će objekti biti u potpunosti iskorišćeni samo u slučaju da u dužem periodu ne dođe do promene strukture UbS u odnosu na projektovano stanje. Pri tome, težnja da se sva UbS mogu smestiti u sve objekte dovodi kod manje opasnih artikala do primene nepotrebno velikih bezbednosnih rastojanja, a time i do većih ulaganja u saobraćajnice.

Takođe, i u oblasti potencijalnih objekata za skladištenje došlo je do bitnih promena. Upoređenjem investicija neophodnih za izgradnju tipskih nadzemnih objekata, objekata nasutih zemljom ili ukopanih objekata došlo se (uz uzimanje u obzir troškova izgradnje, pristupnih saobraćajnica, zaštitnih na-

sipa, i dr.) do zaključka da su S-objekti znatno skuplji po toni smeštenih UbS, sa znatno lošijim uslovima čuvanja i zaštite zaliha. Radi toga se ovom pitanju mora posvetiti posebna pažnja u konkretnim projektnim zadacima izgradnje novih skladišta.

Razvijeni model za optimizaciju strukture skladišnih objekata, odnosno njegovi izlazni rezultati, mogu znatno uticati na donošenje odluke o vrednovanju potencijalnih lokacija skladišnih kompleksa. Kroz višestruku primenu modela, sa korigovanjem ulaznih veličina u zavisnosti od uslova lokacije (prilagođenost tipskih objekata, verovatnoće napada i uništenja, potencijalnih pravaca napada, itd.) dobija se baza podataka koja je merodavna za konačan izbor lokacije skladišnog kompleksa.

Literatura:

- [1] Grupa autora: Tehnološki projekat EČ-84, TU SSNO, Beograd, 1985.
- [2] Vukićević, S.: Modeliranje optimalne strukture objekata za skladištenje opasnih materija, Savetovanje — Opasne materije i preventiva, Beograd, 1994.

- [3] Tatković, V., Perišić, P., Poštić, P.: Pitanje klasifikacije materija i artikala klase 1 i dodeljivanje UN koda, Savetovanje — Opasne materije i preventiva, Beograd, 1994.