

# МИНИРАЊЕ ЛЕДА – СПЕЦИФИЧНОСТИ И ПРОБЛЕМИ У ИЗВРШАВАЊУ ЗАДАТКА

Пуковник Зоран Папић



**М**инирање леда је веома специфично, јер захтева веће количине експлозива од других минирања. Инжињеријске јединице Војске Србије оспособљене су за извођење минирања и могу бити ангажоване на минирању леда у складу са обавезама које су дефинисане Општим и Оперативним планом одбране од поплава.

\*Аутор ради у Управи за оперативне послове ГШ ВС

**Н**а основу анализа процењено је да је дошло до глобалног побољшања режима леда на српском сектору Дунава. Сазнања не указују да ће у будућности доћи до погоршања зимског режима на Дунаву. Међутим, још увек се не може поуздано закључити нити тврдити да у будућности неће доћи до изузетно хладних зима. У нашој земљи стварање леда на рекама

у зимском периоду јесте реалност, а постоји могућност дотока леда из горњег тока река. Та опасност је најизраженија на Дунаву. Стварање ледених баријера јесте реална опасност на неколико локација у нашој земљи. Министарство одбране, односно Војска Србије може бити ангажована на минирању леда у складу са обавезама које су дефинисане Општим и Оперативним пла-



ном одбране од поплава. Инжињеријске јединице Војске Србије су једине оспособљене за извођење минирања, а својим ангажовањем остварили би мисију „подршку цивилним властима у супротстављању претњама безбедности“ односно задатак „помоћ цивилним властима у случају природних непогода и техничких и технолошких и других несрећа“.

Због недовољно искуства у минирању леда неопходна су пробна минирања ради сагледавања ефекта. Главни принцип при пробном минирању јесте поступност - од мање ка већој количини експлозива, како би се избегле нежељене последице. Минирању леда приступа се тек ако претходно прописане и предузете мере нису дале потребне резултате у одбрани од поплава. Превентивне мере јесу и разбијање леда на водотоковима где се такође могу ангажовати снаге и средства Војске Србије извођењем потребног минирања.

### Специфичности минирања леда

---

Минирање леда, као једно од подводних минирања, веома је специфично. Ефективност дејства унутрашњег подводног пуњења мања је него истог таквог пу-

њења на сувом, при чему се та ефективност смањује са увеличавањем дубине воде на којем се поставља пуњење. Ова карактеристика доводи до повећања количине експлозива у односу на друга минирања. Способност рушења спољњег подводног пуњења је већа него дејство истог таквог рушења на сувом, јер вода има улогу материјала за зачепљење. У вези с тим, гасови од експлозија интензивно потискују воду на све стране и шире се великом брзином. На почетку експлозије ширење гасова је исто као у ваздуху. Пошто вода пружа већи отпор ширењу гасова, јер је некомпресибилна, то доводи до брзог настанка одређеног дејства гасова и елиминацији кретања разбијених комада леда на страну. Код минирања леда више гасова одлази у висину где је најмањи отпор. Ослобођени гасови при експлозији стварају стуб воде који се издиже на одређену висину у зависности од јачине експлозивног пуњења. При експлозији у води образује се лоптасти гасни мехур који, у ствари, и разбија лед на површини водотока.

Минирање леда ради одбране од поплава, спречавања настанка ледених баријера, обезбеђење пловног пута, заштите објеката на водотоковима, удара ледених санти, спречавања загушавања воденог тока, ослобађања ледом блокираних пловних објеката и омогућавања употребе пловних средстава врши се на основу ра-





није утврђеног плана водопривредних и других организација, који се израђује на основу процене стања леда на водотоковима. Пре приступања разради метода минирања леда потребно је познавати циљ тих минирања, односно шта се жели минирањем остварити. Због тога се и разрађују мере заштите појединих значајнијих објеката од „покренутог“ леда или леда који је „непомичан“, спречавање пораста водостаја узводних подручја, одржавање саобраћаја или спречавање нагомилавања санти леда у појединим секторима речних токова.

Минирање леда обавља се концентрисаним експлозивним пуњењима, која се постављају испод леденог покривача на пробијеним отворима у леду. Дубина постављања експлозивних пуњења зависи од дубине водене препреке, брзине воде, масе експлозивног пуњења, површине леденог покривача који треба порушити једним експлозивним пуњењем и удаљености вештачких објеката на воденим препрекама који не смеју бити оштећени експлозијом. Ако је дубина реке на месту постављања пуњења мања од рачунске дубине постављања, оно се поставља тако да удаљеност пуњења од дна реке не буде мања од 0,5 метара. У том случају и растојање између пуњења одређује се у зависности од стварне дубине постављања експлозива.

На основу искуства из 1928/1929. године – код ледених баријера, која су наста-

ла из сужења речног корита, испод ледене површине нагомилава се велика количина снега и меког леда која може бити дебљине и неколико метара. Постављањем експлозивног пуњења у овакву средину знатно се умањују ефекти минирања, јер расквашен снег и лед заједно са водом чине слој зачепљења према леду. У оваквим случајевима експлозивна пуњења треба постављати непосредно испод површине леда. И то је један од разлога за пробним минирањем постављањем експлозивног пуњења на различите дубине како би се утврдио најефикаснији начин.

Нарочито је важно тачно и правовремено предузети мере минирања. Минирање се увек обавља супротно од тока. Ледена плоча се разбија пре надолажења таласа високе воде ради кретања леда и спречавања стварања ледене баријере и узводног подизања водостаја. При минирању је најбоље користити водоотпорне експлозиве (тротил, пластични, прашкасти) који су заштићени полиетиленским цревима или спаковани у кутије, сандуке, боце и слично. Применом ових експлозива смањују се трошкови и потребно време за минирање, јер се избегавају набавке пластичних врећа и паковање експлозивних пуњења у вреће ради заштите. При минирању леда, ради сигурности, израђују се дупле мреже за активирање (детонирајућа и електрична).



## Прорачун потребне количине експлозива и начин постављања експлозивних пуњења

Приближан прорачун количине експлозива може се одредити на основу дебљине леда и дубине постављања експлозивног пуњења помоћу следеће табеле.

Дебљина леда у метрима	Дубина постављања експлозивног пуњења од горње површине леда у m					
	1,0		1,5		2,0	
	Потребна количина експлозива у kg					
	тротил	амонех	тротил	амонех	тротил	амонех
0,2 – 0,3	1,0	1,3	2,0	2,5	4,0	5,5
0,3 – 0,4	1,5	2,0	2,5	3,5	4,5	6,0
0,4 – 0,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,5
0,5 – 0,6	2,5	3,5	3,5	4,5	5,5	7,5
Баријере од леда	5,0	6,5	7,5	10,0	10,0	13,0

Поред прорачуна из претходне табеле, потребна количина експлозива за једно експлозивно пуњење може се израчунати и по формули:  $P = F \times K$ , где је:

- P – потребна количина експлозива за једно пуњење,
- F – површина леденог покривача у  $m^2$  коју треба порушити једним експлозивним пуњењем и
- K – чинилац квалитета експлозива који за тротил износи 0,075 за камниктит, а за витезит и њима равним експлозивима од 0,080 до 0,1.

Чинилац је потребна количина експлозива за рушење  $1 m^2$  ледене површине при дебљини леда до 0,5 метара.

И један и други начин одређивања потребне количине експлозива за једно пуњење третирају дебљину леда до 0,6 m (односно 0,5 m), па се намеће питање како одредити потребну количину експлозива за веће/мање дебљине леда. То намеће обавезу да пре минирања, прорачунати или из табеле одређену количину експлозива за једно експлозивно пуњење, треба проверити пробним минирањем ради сагледавања ефекта минирања и прорачуна стварно потребне количине експлозива и других минско-експлозивних средстава за минирање. Пробно минирање неопходно је и ради сагледавања потреба предузимања мера заштите људства и објеката на води и копну од нежељеног дејства при минирању.

Експлозивна пуњења постављају се испод леда на претходно израђене отворе у леду. Отвори се израђују експлозивом, бушењем моторним бушачима, исецањем помоћу моторне тестере и ручно – пионирским алатом. Величина отвора зависи од величине експлозивног пуњења које се жели поставити. Ни ови радови нису нормирани како би се прецизније могао оба-





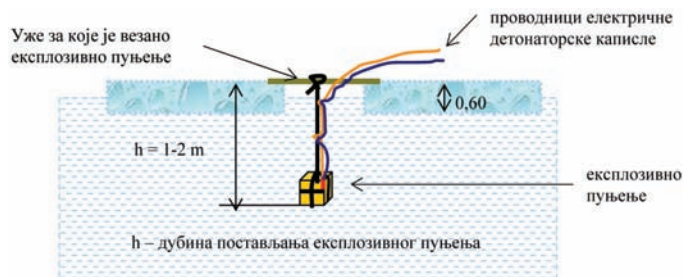


Начин израде отвора у леду употребом мањих експлозивних спољних пуњења постављањем на лед или у израђена удубљења

вити прорачун потребног времена при ми-нирању.

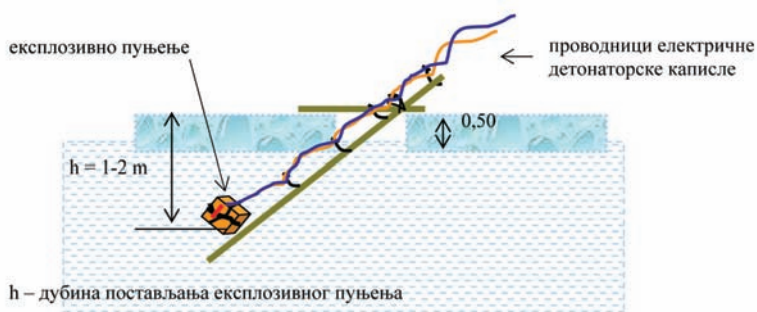
Тежина експлозивног пуњења за про-бијање леда спољним пуњењем на осно-ву дебљине леда и дубине постављања може се одредити из следеће табеле.

Дебљина леда у m	Дубина постављања пуњења у m	Маса пуњења у kg	Пречник отвора у m
0,3		0,2	
0,4	0,3	0,4	0,6
0,6	0,3	0,6	0,7
0,8	0,4	0,8	0,8
1,0	0,5	1,0	0,9
1,2	0,6	2,4	1,0
1,5	0,75	3,0	1,2



Начин постављања експлозива помоћу ужета

Експлозивна пуњења постављају се у во-ду помоћу конопца, летви или кочића.



Начин постављања експлозивног пуњења помоћу летви или кочића

Када се поставља помоћу ужета ис-под експлозивног пуњења везује се тег од камена или цигле како би се експлозивно пуњење поставило на жељену дубину.

На основу практичног искуства усвоје-на дубина постављања експлозивних пу-њења је од једног до два метра и та нор-ма мора се испоштовати, посебно ако се минирање обавља у близини грађевинских објеката. За удаљеност места минирања од вештачких препрека 15–100 метара дубина постављања експлозивних пуње-ња износи од једног до два метра, а за уда-љеност објекта преко 100 m дубина поста-вљања може бити већа од два метра.

На воденим препрекама од два метра до пет метара дубине најбоље је постави-ти експлозивно пуњење на 0,5 m изнад дна водене препреке.

Кад год је то могуће треба користи-ти јача пуњења, јер применом слабијих пуњења ефекат минирања је слабији. Потребно је више времена и материја-ла за израду већег броја бушотина (отвора) у леду. При постављању експлозивног пуњења на веће дубине при експлозији се стварају већи стубови во-

де, а самим тим долази и до знатно јачег разбијања леда.

У леду дебљине преко 0,60 m или у смрзнутим воденим токовима минирање леда обавља се на следећи начин: приручним алатом израде се лежишта за пуњење дубине 0,20 m у која се постављају јака концентрична пуњења. Након тога, пуњења се обавезно добро зачепе. Размак између пуњења је пет и десет метара, а распоређују се у шаховском поретку.

Тежина експлозивног пуњења, дубина њиховог постављања и пречник површине која се ослобађа од леда приказана је у следећој табели.

Маса пуњења у kg	Дубина постављања пуњења у m	Пречник површине која се ослобађа од леда при дебљини леда од m							
		0,20-0,30	0,40-0,50	0,50-0,60	0,60-0,80	0,80-1,00	1,00-1,20	1,20-1,50	1,50-2,0
1	1,20	6,0	6,0	5,8	5,6				
3	1,60	12,0	8,9	8,8	8,4	7,5			
5	1,80	17,0	10,5	10,5	10,0	9,5			
10	2,00		13,0	12,5	12,5	12,0	10,5		
20	2,30				15,8	15,2	13,5	12,5	10,0

растање узводног водостаја и поплава потребно је спровести уситњавање. Минирање леда ради уситњавања обавља се набацавањем експлозивних пуњења са обале, из чамца, из хеликоптера или са моста на лед или између великих санти леда чијим активирањем се лед уситњава.

Санте леда у покрету руше се концентрисаним експлозивним пуњењима масе од једног до три килограма. Активирање се спроводи, најкасније, 200 m узводно у односу на објекат према којем санта леда плови.

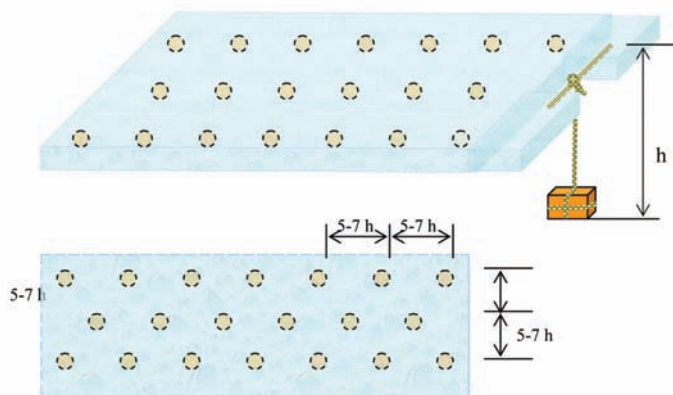
### Минирање леда ради заштите објекта

Пловни објекти блокирани ледом ослобађају се концентрисаним експлозивним пуњењем масе 0,3-0,5 kg, постављеним у бунаре у редовима на дубину од једног до два метра, и међусобној удаљености од три метра.

Обично се рушење врши са унутрашњим експлозивним пуњењем, постављено у бушотине израђене у леду дубине до пола дебљине леда. Експлозивна пуњења постављају се од крме према прамцу брода са једне, па са друге стране, пале се појединачно како не би дошло до оштећења пловног објекта. Удаљеност пуњења од брода мора бити најмање 1,5 полупречника, а између редова и пуњења не више од 2 полупречника. Рушење леда око брода врши се у ширину од 4 до 6 m.

Ако се штити објекат, онда минирањем треба обухватити од пет до десет километара узводно и од два до три километра низводно – од брањеног објекта.

Минирање леда ради ослобађања моста врши се низводно и узводно од моста, а на водотоку на месту где може доћи до загушења услед ледохода. При минирању уништени лед, велики комади или санте леда могу да изазову велика оштећења на незаштићеним објектима.

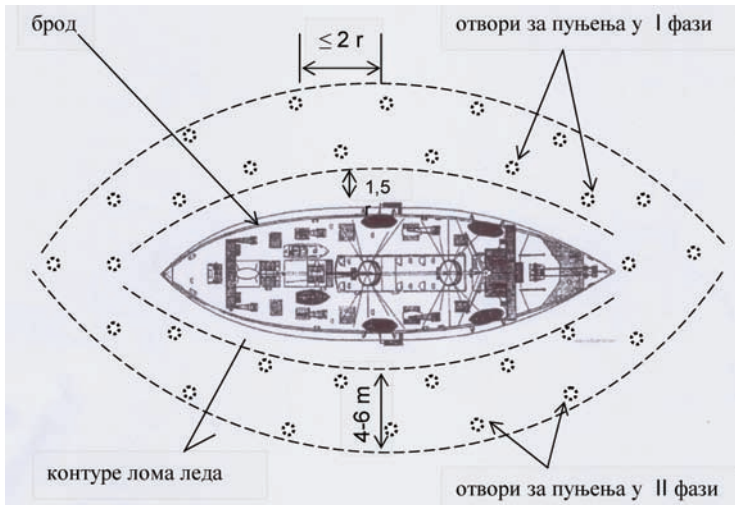


h – дубина постављања експлозивног пуњења

### Минирање ледених површина (покретног леда ради уситњавања)

Када се једновремено руше веће ледене површине, експлозивна пуњења постављају се у шаховском распореду.

Покретни лед у већини случајева при наиласку на објекте на води и код смањења ширине водотока ствара нагомилавање, а нарочито ако је у питању покрет великих блокова леда. Нагомилавањем се стварају ледене баријере. Ради спречавања настајања баријера, а самим тим и на-



Начелно рушење леда око пловног објекта

Мостови и други објекти на води ослобађају се од леда пре настајања ледохода.

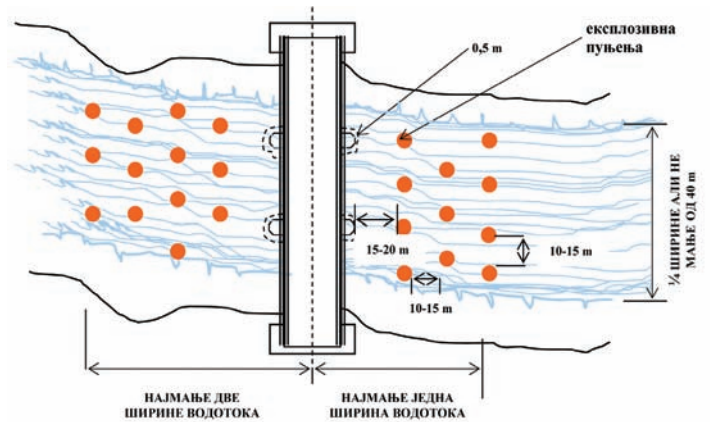
Минирање леда на водотоковима ради заштите од удара леда, нагомилавања ледених санти испред објекта, спречавања настајања ледених баријера обавља се тек након ослобађања међупотпора од скупљеног леда од најмање 0,5 m ради стварања услова за несметано кретање леда након минирања. Ако је дебљина леда већа од 0,5 m за израду ровова око стубова постављају се експлозивна пуњења 0,25 kg/m. Максимална тежина једновремено активiranог пуњења не сме бити већа од 3,5 kg. Пуњење се поставља у израђене отворе (бунаре, жлебове) који се израђују ручно, тестером, бушачима на дубини од 1/2 до 2/3 дебљине леда.

У свим случајевима при минирању у близини моста или објекта, растојање од тих објеката до места минирања треба да буде најмање:

$$a = 10 \sqrt[3]{P}$$

где је: а – удаљеност пуњења од ослонаца, стубова, објекта и Р – маса пуњења у килограмима.

Минирањем дуж пловног пута потребно је створити канал ширине од 1/4 до 1/3 ширине водотока и дужине најмање од две ширине узводно и једне ширине низводно од моста. Извођење минирања почиње низводно постављањем експлозивних пуњења у шаховском распореду. При постављању експлозивних пуњења у паралелном распореду растојање између редова и између отвора у леду мора бити 1,25 до 1,5 пречника слободног поља створеног са једним експлозивним пуњењем. То се од-

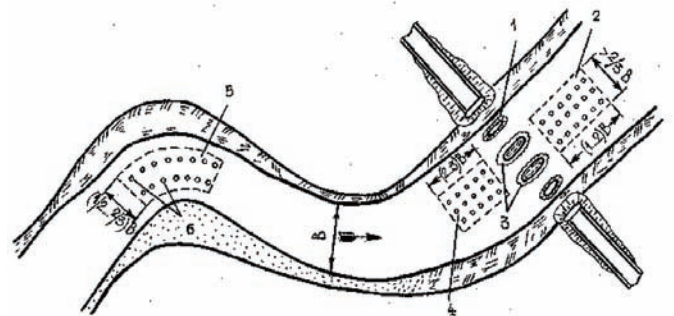


Рушење леда на водотоковима ради заштите моста и обезбеђења пловидбе

ређује пробним минирањем и мерењем. Експлозивна пуњења од моста удаљена су најмање 15 до 20 метара.

## Минирање ледених баријера

Ледени покривач се разбија на месту где је вода најдубља и најбржа. Ради спречавања формирања велике ледене баријере минирање леда врши се на почетку њеног формирања. Пре минирања потребно је низводне објекте на води (мостове и пловне објекте) ослободити од леда како не би изазвали стварање нове баријере и директно угрозили објекат.



Заштита мостова и спречавање загушења на реци

- 1) међупотпоре моста;
- 2) низводно минирање;
- 3) ровови око стубова;
- 4) узводно минирање;
- 5) минирање места загушења (баријере);
- 6) отвори за постављање пуњења;
- В) ширина реке





Рушење леда ради спречавања загушења на водотоку врши се начелно за  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  ширине воденог тока. У зависности од ситуације, ако предстоји кретање леда, ледени покривач треба разбити на целој ширини водотока ради спречавања загушења од надолазећег леда.

При рушењу ледених баријера у леду се праве бунари дубине од једног до два метра ради смештања минског пуњења. Растојање између осовине бунара узима се четири пута веће од дубине постављања. Ради приближног прорачуна на  $1 \text{ m}^3$  леда треба рачунати  $0,075 \text{ kg}$  тротила (бризантног експлозива) или  $0,1 \text{ kg}$  амонекса (импулсивног експлозива).

Минирање ледених баријера обавља се постављањем експлозивних пуњења с низводне стране уз саму баријеру с циљем да се код баријере створи канал ширине 20 до 30 метара. Пуњење се може

поставити и у рупе између тих ледених баријера. Пуњења, кад год има могућности, треба зачепити ради постизања већег ефекта. Маса експлозивног пуњења јесте 5 до 20 kg у зависности од дебљине настале баријере. Експлозивна пуњења код баријера смештају се у два-три реда попреко на канал који се ствара и на међусобном одстојању четири пута већем од њиховог потапања. Активирање пуњења обавља се једновремено. У баријеру која се створила око моста поставља се само једно експлозивно пуњење.

Слаба загушења у низводном делу минирају се концентричним пуњењем масе 6 до 12 kg. Пуњења се постављају из чамца или хеликоптера. Евентуална загушења директно код моста минирају се концентричним пуњењем која нису тежа од 3 kg које баца једно стручно лице стално осматрајући ситуацији. Радови на уништавању баријере минирањем, треба спровести што је брже могуће на самом почетку њеног формирања. У току минирања потребно је успоставити континуирано праћење стања баријере а спасилачке екипе у сталној спремности за ангажовање на спашавању људства које изводи радове. Као спасоносно средство потребно је користити моторне чамце и хеликоптере.

Минерски радови могу бити завршени или обустављени само када се примети пад нивоа воде са узводне стране баријере или када потисак леда престане да угрожава објекат.

### Искусствене норме одређивања количине експлозива

У зависности од дебљине леда и дубине постављања, при разбијању леда код слободних подручја реке и вештачких водених токова и при удаљености пуњења 10–15 метара, количине експлозива за једно пуњење дате су у наредним табелама.

На слободним речним и вештачким токовима:		
дебљина леда у m	дубина постављања пуњења испод леда у m	количина експлозива у kg
0,25	1,00	0,500
0,30–0,40	1,50	1,00
0,50	2,00	2,500
0,70	2,50	5,000
У близини вештачких објеката и испод њих (удаљеност пуњења износи од три до пет метара)		
0,25	1,00	0,300
0,40–0,50	1,50	0,500



На дну реке или на нагомилани лед: (удаљеност пуњења је 10 до 30 m)		
дубина речног корита у m	количина експлозива у kg	пречник разарајућег учинка у m
2	2,50	10,00
3	5,00	15,00
4	10,00	20,00
5	20,00-25,00	30,00

Количина експлозива при употреби концентричних експлозивних пуњења у удубљењу за минирање дубоком 0,20 метара и добро зачепљеном. Лоше зачепљено пуњење повећава количину експлозива до 50 одсто.	
дебљина леда у метрима	маса пуњења у грамима
0,30	400
0,40	500
0,50	700
0,60	900
0,70	1100
0,80	1400
1,00	2000

### Ризик при минирању леда

Минирање леда је веома опасна и ризична активност. Радовима на минирању морају да руководе искусна и добро обучена лица. Организација на минирању леда треба да омогући ефикасност и сигурност рада уз придржавања свих прописаних мера заштите људства и материјалних средстава.

Припрема људства и средстава за ове радове обухвата избор и припрему квалификованог и оспособљеног кадра за

велике напоре и рад на веома ниским температурама. Људство мора бити у потпуности упознато са радовима на води, квалификовано и опремљено за личну заштиту и спасавање. Подразумева се да материјална средства морају бити исправна и правовремено допремљена на место минирања.

Људство које ради на води обавезно се узима конопцем чији крај мора бити на обали или на тврђем делу баријере, а на се-





би мора имати појасеве за спасавање. Неопходно је испитати тврдоћу леда, а према потреби и постављати даске по којима се хода. Низводно од баријере неопходно је поставити чамцац с ванбродским мотором и потребним бројем људства за пружање помоћи у случају потребе. Чамци, из којих се постављају пуњења, морају бити осигурани са обале за брзо извлачење.

Највећи део људства ангажује се на постављању стаза од дасака (пешачки мост на леду ако за тим има потребе), копању удубљења у леду, постављању и зачепљавању експлозивног пуњења. За припрему и постављање једног пуњења потребно је око два сата.

Број људства, њихов распоред и потребне количине минско-експлозивних и материјалних средстава зависи од услова минирања у конкретној ситуацији, површине која се жели минирати и дебљине леда.

У вези с тим, због ниских температура неопходно је да се ангажовано људство чешће одмара и загрева.

Извиђањем леда треба тачно утврдити врсту и дебљину леденог покривача. Због тога се на месту минирања, а ради прорачуна потребне количине минско-експлозивних и других средстава, обавља пробијање леда (израда отвора) употребом експлозива, моторним бушачима, моторним тестерама или пионирским алатом.

После прикупљања потребних података о леду, приступа се уређењу прилаза

од постојећег пута до леда и стаза за кретање по леду до места постављања пуњења.

Праћење стања и кретања леда обавља се непрекидно организовањем ефикасне службе за осматрање и спасавање.

Постављање експлозивних пуњења обавља се од краја према обали на којој се налази људство, минско-експлозивна и друга средства. Минирање се обавља тек када се установи да су људство и материјална средства на безбедном растојању и да су предузете све мере заштите објекта на води и копну.

### Зоне сигурности

Приликом минирања леда неопходно је прорачуном одредити сигурносна растојања на којима ће људство и материјална средства бити потпуно заштићени од дејства експлозије и ефеката који се јављају при експлозији. Сигурносна растојања ради заштите људи, објеката и других материјалних средстава одређују се ради заштите од штетних последица: дејства ваздушног ударног таласа, сеизмичког дејства експлозије и дејства разбацаних комада леда који се минира.

Одбацивање комада разореног леда настаје услед неправилног одређивања количине експлозива и непредузимању мера заштите. Минимално растојање од места минирања леда ако се минира ледени покривач јесте 100 метара, а ако се минирају ледене санте односно нагомилани лед – 200 метара.

Заштитне зоне морају се обавезно прорачунавати, јер се при минирању леда користе велике количине експлозива.

Ваздушноударни талас својом брзином и притиском изазива оштећења на незаклоњеном људству и објектима у близини минирања. Код минирања леда висина притиска и брзина кретања ваздушноударног таласа израженија је и јача када се обавља минирање са спољним експлозивним пуњењима, а он зависи од врсте и количине експлозивног пуњења, топографског склопа земљишта, постојања вештачких и природних препрека на правцу кретања. Због тога што је дејство ваздушноударног таласа израженије код спољних експлозивних пуњења, када год то ситуација дозвољава, треба применити етапно минирање леда – при изради отвора у леду за постављање експлозивних пуњења. При минирању леда у осталим случајевима поставља се уну-



трашње експлозивно пуњење, испод површине леденог покривача – ледених санти.

Сигурносно растојање за људство од дејства ваздушног ударног таласа прорачунава се (по обрасцима) на следећи начин:

– за спољна експлозивна пуњења,

$$R_v = 5 \cdot \sqrt[3]{P}$$

за све остале случајеве

$$R_v = 10 \cdot \sqrt[3]{P},$$

где је:

$R_v$  – сигурносно растојање у метрима, а

$P$  – количина експлозива при минирању.

Људство се од ваздушног ударног таласа штити одвођењем у зону сигурности, склањањем у заклон или иза чврстих вертикалних препрека. Ради заштите стамбених зграда отварају се прозори и примењује етапно минирање или активирање експлозивних пуњења са успорењем, будући да се при минирању леда углавном постављају унутрашња експлозивна пуњења.

## Документација за припрему и извршење минирања леда

Обимност и специфичност минирања леда на водотоковима, као и неопходност благовремених припрема, изискује израду адекватне документације. Документација се разликује од усвојених планова рушења мостова, путева и других објеката, због законских процедура које треба испоштовати и специфичности минирања леда. За свако појединачно минирање израђује се план минирања у зависности од ситуације и услова.

План минирања леда, у начелу, садржи:

1. одлуку Републичког штаба за ванредне ситуације или закључак Владе о одобреном минирању, одлуку министра одбране и наређење начелника Генералштаба где би требало, поред осталог, бити прецизирано: обим минирања, евакуација и заштита становништва и материјалних добара и, наравно, ко руководи минирањем;

2. ситуациони план рејона минирања са распоредом објеката на копну и води, комуникације, евентуалне наслага материјала потребног за минирање (песак и земља за потребна зачепљења) најбоље исечак са карте која је ажурирана уз обавезно уношење података који се добијају извиђањем;

3. план евентуалних инсталација: електричних, водоводних, канализацио-

них, телекомуникационих, за плин, нафту и слично;

4. план минирања с прорачуном потребне количине минско-експлозивних и других материјалних средстава с детаљима постављања експлозивног пуњења, мрежама и начином минирања;

5. шему мреже за паљење, која садржи начин повезивања експлозивних пуњења у мрежу, број мрежа и друго;

6. преглед утрошка експлозивних и других средстава;

7. прорачун потребног времена, врсте и обима радова;

8. мере безбедности и заштите које треба предузети приликом припреме и извршења минирања;

9. план, границе сигурности са прорачуном сигурносних зона за људство и објекте и мере заштите;

10. дневник утрошка минско-експлозивних средстава;

11. дневник минирања и

12. записник о обављеном минирању.

## Техничко решење и трошкови минирања леда

Минирање ледене баријере на р. Дунав у рејону Даља

Карта 1: 50 000 x = 5 041 504 Y = 7 348 120

Исечак са карте



Техничко решење за минирање

а) Прорачун потребне количине експлозива:

– минимална ширина водотока на месту минирања је 240 м,

– дужина настале баријере је око 1000 м;

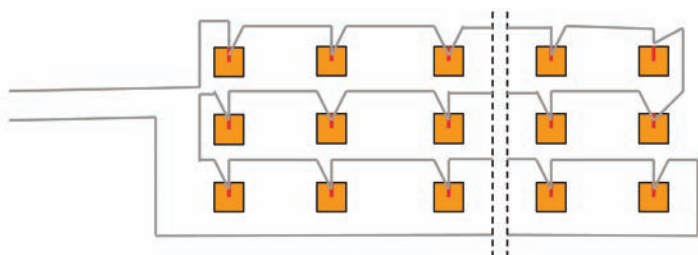
– дебљина леда у баријери је 2,0 м;

– минира се у једној етапи дужина од 18 м;

– дубина постављања експлозивног

- пуњења је 1,5 m у ледену баријеру;
- потребна количина експлозива  $0,075 \text{ kg}$  на један  $\text{m}^3$ ,
- минира се  $240 \times 18 \times 2 = 8640 \text{ m}^3 \times 0,075 = 648 \text{ kg}$ ;
- размак између експлозивних пуњења је 6,0 m, што захтева 40 пуњења у једном реду по ширини и 3 пуњења по дужини, што укупно износи 120 пуњења;
- једно експлозивно пуњење је масе  $648 : 120 = 5,40 \text{ kg}$ .

б) Шема мреже за паљење  
Поставља се 3 реда са 40 пуњења у једном реду



#### ПРОРАЧУН РАДОВА

Ред. бр.	Врста радова	Јед. мере	Радни часови	Обим радова	Радни часови
1.	Израда спорогорећег упаљача	ком.	0,4	2	0,80
2.	Испитивање едк	10 ком.	0,5	15	7,50
3.	Израда штапинске мреже са 10 дет. кап.	са 10	1,5	12	18,00
4.	Израда електричне мреже са 10 едк	са 10	2,5	12	30,00
5.	Постављање штапинске мреже	са 10	1,0	12	12,00
6.	Постављање електричне мреже	са 10	1,0	12	12,00
7.	Израда отвора у леду, паковање и постављање експлозивних пуњења	ком.	2,0	120	240,00
<b>УКУПНО РАДНИХ ЧАСОВА</b>					<b>320,30</b>

Укупно је потребно 320 радних часова. Људство се може ангажовати максимално 10 рч дневно. Ако се ангажује јединица од 30 људи потребно је 1,1 радних дана да би се извршиле припреме и минирање ледене баријере.

Минирање се врши по етапама. Број етапа зависи од стања леда. С обзиром на то да се врши минирање целе ширине реке Дунава, претпоставка је да би дошло до слабљења носивости ледене баријере

те да би потреси изазвани минирањем и притисак воде из акумулације изазвао покретање леда. Трошкови минирања износили би око 1,1 милион динара. Извршило би се за један дан, не рачунајући долазак и повратак јединице из рејона базирања у рејон минирања.

У случају да не дође до процеса покретања леда, приступило би се поновном минирању. Следећа етапа повећала би трошкове за око 40% у односу на прорачунату цену минирања, као и свака следећа која би трајала дан дуже.

Највећи трошкови су за утрошено гориво око 32%, дневнице за ангажовано људство око 30% и утрошена минско-експлозивна средства око 28%.

Уколико би се минирање вршило у две етапе трошкови би били обрнути, највише би коштала минско-експлозивна средства око 41%, дневнице 27% и гориво 24%.

Уколико би се минирање вршило у три етапе, трошкови за минско-експлозивна средства би износили око 49%, дневнице 26% и гориво 19%.

На основу извршених прорачуна различитих начина минирања (баријера, ледених санти, већих компактних залеђених површина) може се закључити да би утрошак експлозива износио од 0,5 до 20 тона, а трошкови минирања од један до десет милиона динара.

При минирању ледене баријере ширине 500 m истих карактеристика (дебљина леда баријере је 2,0 m, минирање у једној етапи дужине од 18 m) потребно је



## ПРОРАЧУН ТРОШКОВА МИНИРАЊА ЛЕДА

Ред. бр.	Назив средства	Јед. мере	Цена	Количина	Свега у дин.
Експлозивна средства					
1.	Експлозив /ТНТ-200 g/	kg	250.00	648	162000.00
3.	Електрична детон. каписла	ком.	95.00	150	14250.00
4.	Детонаторска каписла	ком.	38.00	150	5700.00
5.	Детонирајући штапин	m	66.00	1000	66000.00
6.	Спорогорећи штапин	m	28.00	10	280.00
Материјална средства и возила					
7.	Кабал минерски	ком.	10.00	1000	10000.00
8.	Ванбродски мотор	m/ч	204.81	20	4096.20
9.	Моторни бушач	m/ч	170.90	20	3418.00
10.	Ангажовање мот. возила	km	28.30	2000	56600.00
11.	Цена утрошеног горива	l	110.00	2500	275000.00
12.	Цена утрошеног бензина	l	120.00	100	12000.00
Дневнице за ангажовано људство 30x2200x4 дана					264000.00
Остали режијски трошкови 5%					43667.20
ПДВ 18%					157204.90
<b>С В Е Г А</b>					1074216.30

1350 kg експлозива и 2,2 радна дана за припрему и извршење минирања. Трошкови минирања износили би око 1,5 милион динара или 0,4 милиона динара више него при минирању баријере ширине 240 m. То значи да трошкови минирања не расту сразмерно са повећањем ширине баријере.

У случају да не дође до процеса покретања леда, приступило би се поновном минирању. Следећа етапа при минирању баријере ширине 500 m повећала би трошкове минирања за око 63% у односу на прорачунату цену, као и свака следећа која би трајала два дана дуже.

Највећи трошкови су за утрошена минско-експлозивна средства око 37%, гориво око 24% и дневнице за ангажовано људство око 23%.

Уколико би се минирање вршило у две етапе трошкови за утрошена минско-експлозивна средства били би око 54%, дневнице 14% и гориво 12%. Трошкови за утрошена минско-експлозивна средства у наредним фазама процентуално су највећи, јер су искључени трошкови за употребу моторних возила, горива, а људство је ангажовано један до два дана у односу на три до пет дана у првој фази.

При минирању ледене баријере дужине 500 метара (независно од ширине водо-

тока) истих карактеристика (дебљина ледене баријере је 2,0 m, када се минирање врши применом поступка отварања канала у баријери, ширине 30 m, што је у складу са једним од начина минирања баријере), потребно је 2250 kg експлозива и 2,2 радна дана за припрему и извршење минирања. Трошкови минирања износили би око 1,4 милион динара или 0,3 милиона динара више него при минирању баријере ширине 240 m или приближно исти као при минирању ледене баријере ширине 500 метара у првој етапи. Највећи трошкови су за утрошена минско-експлозивна средства око 43%, гориво око 27% и дневнице за ангажовано људство око 22%. Упоредном анализом закључује се да је овај начин економичнији, јер се отварањем канала у баријери избегава минирање у више етапа, а самим тим и смањење трошкова. Међутим, на трошкове минирања утицаће дужина настале баријере. Трошкови се повећавају због повећаног утрошка минско-експлозивних и других средстава и повећаног времена ангажовања људства.

Минирањем леда на водотоку ширине 300 m у дужини од 2000 m, поштујући начела минирања  $\frac{1}{4}$  ширине (односно 75 m) при дебљини леда од 0,60 m, потребно је 7700 kg експлозива. Прорачуном обима радова долазимо до податка да је за припре-

му и извршење минирања потребно 15 радних дана. Може се закључити да би минирање морало да се врши по етапама, а на основу праћења стања леда након минирања. Трошкови минирања износили би око седам милиона динара.

Минирањем леда на водотоку, ради одбране моста од ледене баријере, где је ширина водотока на месту минирања 560 m, начелно се врши минирање  $\frac{1}{4}$  ширине односно 140 m, 2 ширине узводно, односно 1120 m и једну ширину низводно од моста, односно 560 m. Дебљина леда је 0,50 m. По прорачуну потребно је 13 641 kg експлозива. Потребно је пет радних дана да би се извршиле припреме и минирање леда. Трошкови минирања износили би око 8,5 милиона динара.

При прорачуну узимане су минималне карактеристике леда (дебљина, ширина водотока, дужине баријере) тако да су и трошкови мањи. Због специфичности минирања, висине трошкова, а ради заштите и животне средине, спречавања настајања великих последица након минирања, потребно је превентивно деловати и спречити настајање ледених баријера. Један од начина превентивног деловања је и разбијање великих санти леда минирањем како

би уситњавањем спречили нагомилавање леда и формирање ледених баријера.

### Ангажовање Војске Србије на минирању леда

Минирање леда је друга значајна механичка метода одбране од леда. Примењује се када другим методама, а пре свега ледоломцима, није постигнут жељени ефекат одбране. При минирању леда користе се различите врсте експлозива (тротил, амонекс, пластични експлозив и други). Инжињеријске јединице Војске Србије ангажују се на минирању леда ради одбране од поплава ако ангажоване расположиве снаге и средства нису довољне и ако дође до нагомилавања леда на водотоковима до те мере да се другим методама не може отклонити опасност.

Ангажовање јединице Војске Србије обавља се у складу са Законом и одлукама – уз наплату стварних трошкова ангажовања који обухватају: вредност ствари утрошених у вези са услугом, по тржишној цени; амортизацију која се обрачунава на начин прописан општим прописима о рачуноводству и други стварни трошкови непо-





средно у вези с пружањем услуге (накнаде путних и других трошкова). Трошкови ангажовања јединице Војске Србије финансирају се у складу са уговором за извршавање задатка минирања леда, односно заштите и спасавања. Трошкови минирања зависе од количине и врсте експлозива, утрошка минско-експлозивних и других средстава и броја ангажованих људи. Прорачун директно зависи од дебљине и врсте леда, ледене баријере, површине која се минира и употребе других средстава, алата и броја ангажованих средстава и лица ангажованих на минирању.

Тражење помоћи Војске Србије ради спречавања или ублажавања последица непогода, у овом случају спречавање поплава од леда, покреће Министарство за водопривреду, шумарство и пољопривреду у складу са законом.

Осматрање и извиђање стања водастаја, узбуњивање, планирање и спровођење евакуације становништва и материјалних добара из угрожених подручја, збрињавање угроженог становништва и санирање последица изазваних поплавама јесте активност у којој морају учествовати и представници Министарства одбране и Генералштаба Војске Србије укључивањем у штабове за ванредне ситуације.

Јединицом која је ангажована на овим задацима командује надлежни старшина у складу са одлуком штаба за ванредне ситуације који координира заштитом и спасавањем. Члан републичког штаба за ванредне ситуације је и представник Војске Србије који на основу процене ситуације предлаже начин и место ангажовања јединице Војске Србије.

### Процес доношења одлуке за минирање леда

За доношење одлуке о минирању леда неопходно је да одговорна лица, предузећа и остала лица која су укључена у одбрану од поплава и леда непрекидно прате стање леда на водотоковима у складу са обавезама из општег и оперативног плана. Такође, потребно је да Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде и Републички хидрометеоролошки завод обављају сталну процену стања леда, прикупљају податке о леду, појавама ледених санти, стварању ледених баријера и угрожености пловних објеката, као и објеката на водотоковима. На основу праћења стања и прикупљених информација од



стране штаба за одбрану од поплава предлаже се предузимање мера одбране и доношења потребних одлука.

У оквиру мера успоставља се међународна сарадња (договори, потписивање протокола о заједничком ангажовању) Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, водопривредних предузећа, Министарства унутрашњих послова и Министарства иностраних послова са другим министарствима и водопривредним предузећима у окружењу ради координираног предузимања мера одбране од поплава и леда. Када штаб на основу праћења ситуације и добијених информација процени да је неопходно ангажовање јединица Војске Србије предлаже Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде да упuti захтев Министарству одбране за пружање помоћи у одбрани од поплава и предузимање мера минирања леда. Захтев се упућује у складу са Законом о ванредним ситуацијама.

После доношења Одлуке министра одбране за ангажовање јединице Војске Србије на минирању леда, израђује се наређење начелника Генералштаба за ангажовање јединице, којим се регулише припрема људства и материјалних средстава, превозење у рејон минирања, извиђање и израда плана минирања, потписивање уговора, предузимање мера заштите, извршење припрема за минирање, као и пробног минирања, сагледавање ефекта, израда прорачуна потребних средстава за минирање, измена плана минирања, извршење минирања, сагледавање ефекта, израда записника и обрачуна, фактурисање услуга и дезангажовање јединице.

## Закључак

Министарство одбране, односно Војска Србије може бити ангажована на минирању леда у складу са обавезама које су дефинисане Општим и Оперативним планом одбране од поплава. Инжињеријске јединице Војске Србије су једине оспособљене за извођење минирања, а својим ангажовањем остварили би мисију „подршку цивилним властима у супротстављању претњама безбедности“, односно задатак „помоћ цивилним властима у случају природних непогода и техничких и технолошких и других несрећа“.

Минирање леда зависи од процене, али и од правовремене примене других метода одбране од леда. Основни и једини начин отклањања опасности од леда, без обзира на велики ризик и могуће последице, јесте благовремено предузимање мера и спречавање наглог нагомилавања. Минирање леда ради одбране од поплава, заштите објеката на води, спречавања настанка ледених баријера и обезбеђење пловног пута обавља се на основу раније утврђеног плана водопривредних и других организација, који се израђује према подацима о намени минирања, као и стању леда на водотоковима. Искуства на минирању леда су незнатна и заснивају се на малом броју случајева минирања коришћењем других врста експлозива и мање савремених средстава за припрему самог минирања. Инжињеријске јединице Војске Србије ангажују се на минирању леда ради одбране од поплава ако ангажоване расположиве снаге и средства нису довољне и ако дође до нагомилавања леда на водотоковима до те мере да се другим методама не може отклонити опасност.

Због недовољног искуства у минирању леда неопходна су пробна минирања ради сагледавања ефекта. Главни принцип при пробном минирању јесте поступност – од мање количине експлозива ка већој количини како се не би изазвале нежељене последице.

Посебно је потребно нагласити да се минирању леда приступа тек ако претходно прописане и предузете мере нису дале потребне резултате у одбрани од поплава. Превентивне мере јесу и разбијање леда на водотоковима, где се такође могу ангажовати снаге и средства Војске Србије извођењем потребног минирања.

Потребно је, такође, предузети све прописане мере надлежних министарстава на предузимању заједничких међудржавних мера одбране од леда и евертуалном координираном и секторском минирању леда. При минирању леда на Дунаву, граничној реци, посебну улогу имаће и остварена сарадња надлежних министарстава две државе.

Норме за прорачун потребног времена при минирању леда нису проверене, па је потребно организовати обуку (вежбу) минирања леда ради стицања потребног искуства и нормирања радова. Искуства на минирању леда су незнатна и заснивају се на малом броју случајева минирања коришћењем других врста експлозива и мање савремених средстава за припрему самог минирања. Обуку инжињеријских јединица кроз извођење вежбе „Рушење леда минирањем“ ради стицања искуства и увежбавања јединица потребно је изводити када за то постоје адекватни услови. Ради заштите животне средине, минирање леда, као одбрану од леда и поплава, треба примењивати само као крајњу меру заштите.

## Литература

1. Минерски радови, превод с руског, Војно-издавачки завод М.Н.О. 1946.
2. Минерски радови, студија I и II, Институт за научно-техничку документацију и информације, Београд, 1971.
3. Ж. Шкарец, Рушење, Војноиздавачки завод, Београд, 1979.
4. Извешта о режиму леда на југословенском сектору реке Дунава у току зиме 1928/29. години, Државна штампарија Сарајево 1934.
5. [www.agps-mipb.rs](http://www.agps-mipb.rs) /.../ 681 Глава 6. Организација и ведение взрывных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций (Организација минирања у ванредним ситуацијама)