

ИСКУСТВА ИЗ ПРАКСЕ
ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ
PROFESSIONAL PRACTICE

ORGANIZACIJA INŽINJERIJSKIH RADOVA PRI RUŠENJU DEONICE PUTA

Nenad V. Kovačević

Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
kadetska brigada

e-mail: inz.84kula@gmail.com

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-0840-0063>

DOI: 10.5937/vojtehg64-7432

OBLAST: inženjerija

VRSTA ČLANKA: iskustva iz prakse

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Prilikom upotrebe minsko-eksplozivnih sredstava za rušenje elemenata, materijala i objekata jako je bitna organizacija izvođenja radova prilikom pripreme i u toku izvođenja samog rušenja. Za izvođenje ovih radova u Vojski Srbije postoje specijalizovane i namenske jedinice. Radi se o jedinicama jedne od specijalnosti u okviru roda inženjerije, pionirske specijalnosti, koje egzistiraju u okviru inženjerijskih bataljona, odnosno brigada KoV. Organizacija inženjerijskih radova zapravo predstavlja iznalaženje najcelishodnijeg rešenja u pogledu upotrebe pokretnih stvari, ali i naprezanja ljudstva, pri rušenju konkretnog objekta – deonice puta. Pri tome veliki problem predstavlja literatura, a posebno norme za izvođenje radova, jer izuzev nekoliko skripti za internu upotrebu, sve se svodi na literaturu iz sedamdesetih ili početak osamdesetih godina prošlog veka. Posebno je razrađena primena mera zaštite prilikom upotrebe eksploziva.

Ključne reči: putevi, literatura, eksplozivi, inženjerijski radovi, rušenje.

Uvod

Pod rušenjem elemenata podrazumevamo fizičko narušavanje oblika i prestanak njihove osnovne funkcije. Elementi se mogu rušiti samostalno, pojedinačno ili više elemenata zajedno. Skup elemenata povezanih u jedan konstruktivni sistem predstavlja jedan objekat. Elementi u jednom sistemu ruše se zajedno sa objektom koji se ruši. Pod pojmom

rušenja podrazumeva se uništavanje ili onesposobljavanje objekata, predmeta ili materijala radi stvaranja ili uklanjanja prepreka. Prepreke koje nastaju kao posledica rušenja delova komunikacija, komunikacijskih i drugih objekata, predstavljaju važan elemenat sistema zaprečavanja na zemljišnim prostorijama. One mogu znatno da uspore, otežaju, a u povoljnim uslovima i da spreče oružanim snagama pokret određenim pravcima. Pored toga, rušenjem raznih objekata nanosi se određena materijalna šteta, otežava ili onemogućava proizvodnja i korišćenje materijalnih dobara. (Škarec, 1979)

U zavisnosti od cilja koji se rušenjem želi postići, raspoloživog vremena, snaga i sredstava i neprijateljskih tehničkih mogućnosti, objekti se mogu rušiti:

- potpuno ili
- delimično. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Potpuno rušenje objekata vrši se razaranjem u toj meri da postanu nefunkcionalni, a njihova opravka neracionalna. Potpuno rušenje većinom se izvodi kod manjih objekata, propusta, mostova manjih raspona (čija je dužina manja od tehničkih mogućnosti sredstava za savlađivanje prepreka), kraćih tunela, zgrada, objekata i raznih pomoćnih manjih konstrukcija. Veliki objekti, kao luke, pristaništa, aerodromi, nasipi, mostovi većih raspona, kompleksna industrijska proizvodna i energetska postrojenja izuzetno se ruše potpuno.

Delimičnim rušenjem objekata razaraju se samo njihovi pojedini važni delovi, a izvodi se presecanjem osnovnih konstruktivnih elemenata na objektima ili potpunim rušenjem dela objekta (jednog ili više raspona mosta, deonice puta, tunela, lukobrana i slično). Pri delimičnom rušenju moguća je opravka ili adaptacija, zavisno od vrste oštećenja – rušenja, što usporava aktivnost oružanih snaga u vidu pokreta i/ili proizvodnje, a iziskuje angažovanje specijalizovanih i posebno opremljenih jedinica za savlađivanje prepreka i uspostavljanje normalne funkcije objekta.

Nadležnost o donošenju odluke o potpunom ili delimičnom rušenju, stavljanju u prvi ili drugi stepen pripravnosti i izdavanju izvršnih naređenja za rušenje reguliše se u svakoj konkretnoj situaciji zapovešću ili posebnim naređenjem. Komandanti brigada i jedinica istog ranga donose odluku o rušenju objekata u zoni dejstva vlastitih jedinica, sem za one objekte koji su značajni za višu komandu. Viša komanda je dužna da u svakoj konkretnoj situaciji saopšti nižim komandama koji su objekti u njenoj nadležnosti. Bez obzira na to da li se objekti ruše potpuno ili delimično, njihovom rušenju prethode određeni pripremni radovi (izviđanje, procena situacije sa proračunom, donošenje odluke i izrada plana rušenja objekata, izrada minskih bunara, postavljanje eksplozivnih punjenja, izrada mreža za paljenje i drugo). (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

U radu je naveden primer organizacije inženjerskih radova pri rušenju elementa, materijala i objekata, obrađenih na osnovu plana rušenja deonice puta. U tom primeru prikazan je načelan plan rušenja deonice puta sa osnovnom pripadajućom dokumentacijom, proračunom ljudstva za izvršenje radova i specifikacijom pokretnih stvari (u daljem tekstu PS) prilikom sprovođenja odredbi plana rušenja.

Pojam organizacije inženjerskih radova

Organizacija inženjerskih radova je svrsishodna delatnost koja je usmerena na usklađivanje ljudskih i materijalnih potencijala neke inženjerske jedinice po vremenu, prostoru i vrstama radova, radi kvalitetnog i potpunog izvršavanja inženjerskih zadataka, uz najracionalniji utrošak vremena, radne snage, sredstava i energije (Hristov, 1978).

Po mnogo čemu organizacija inženjerskih radova je vrlo slična organizaciji građevinskih radova (slična načela, principi, metodi rada, itd.), i upravo zbog te sličnosti pri realizaciji zadataka i razradi organizacije za njih se koristi i literatura iz domena građevinarstva. Uprkos navedenoj sličnosti organizacija inženjerskih radova je i vrlo različita, pre svega zato što počiva na vojnim pravilima upotrebe, sredstvima, kadrom, vojnom sistemu logističke podrške i slično.

Organizacija inženjerskih radova zapravo predstavlja izuzetan način „umrežavanja” ili spoja, poznavanja teoretskih i praktičnih mogućnosti jedne inženjerske jedinice (tehničkih i ljudskih), kao i iznalaženje najpovoljnijeg načina kao bi se te mogućnosti mogle što bolje i rentabilnije iskoristiti radi njene namenske upotrebe, ali prevashodno i realizacije deljenog zadatka. Komandanti i/ili komandiri inženjerskih jedinica, ali i komandanti kojima su one potčinjene predstavljaju posebnu vrstu menadžera. Ako se tome doda činjenica da u okviru roda inženjerije postoji osam specijalnosti, može se pretpostaviti koliko znanja i sposobnosti ta grupa ljudi mora posedovati.

Po načelima organizacije inženjerskih radova, svakom angažovanju jedne inženjerske jedinice ili njenog dela prethodi priprema inženjerskih radova koja sadrži sledeće elemente:

- proučavanje zadatka sa pratećim podacima i informacijama:
 - upoznavanje sa sadržajem, obimom, težinom i uslovima,
 - proučavanje tehničkog rešenja i
 - izrada plana izviđanja i priprema jedinice za izvršenje zadatka;
- procena situacije:
 - neprijatelj (blizina, aktivnost),
 - vlastite snage (popunjenost ljudstva i PS)

- zemljište (saobraćajnice, reljef zemljišta, svojstva zemljišta – geološki sastav i hidrološka svojstva, nalazišta građevinskog materijala, mogućnost korišćenja lokalne pogonske energije, uslovi za smeštaj, snabdevanje i zaštitu, maskiranje) i
 - vreme (povećanje normi zbog neprijatelja, meteo uslova, ljudski faktor);
- izviđanje rejonu izvođenja radova – zavisi od vrste radova koji se izvode;
- uređenje logora i radilišta:
- vrši se prema sledećim načelima: grupisanja, očuvanja kvaliteta, tehnološkog prioriteta, tehnološke uzastopnosti, gravitacije, komunikativnosti i bezbednosti.
- organizacija pripreme materijala – zavisi od vrste radova koji se izvode;
- organizacija transporta:
- spoljašnji i
 - unutrašnji;
- izdavanje operativnog naređenja (u daljem tekstu OPNAR), zavisi od radova koji se izvode ali, u načelu, mora da ima sledeće elemente:
- zadatak svakoj potčinjenoj jedinici prema projektnoj dokumentaciji (izrada, opravka, održavanje deonice puta i slično),
 - mesta građevinskog materijala, način dobijanja, transport,
 - način regulisanja saobraćaja u rejonu radova,
 - izrada pomoćnih objekata i postrojenja (skela, platformi, prilaznih puteva, utovarnih rampi, uređenje majdana građevinskog materijala i slično),
 - mere zaštite na radu,
 - mere borbenog obezbeđenja i
 - rok gotovosti pojedinih faza i zadataka u celini.

Rušenje elemenata i materijala

Rušenje objekata, njihovih konstruktivnih elemenata i materijala predstavlja njihovo onesposobljavanje ili potpuno uništavanje i onemogućavanje za dalju upotrebu u namenjene svrhe. Rušenje predstavlja vrlo kompleksan zadatak koji izvršavaju namenske i specijalizovane jedinice Vojske Srbije (u daljem tekstu VS) – inženjerske jedinice, odnosno zadatak izvršavaju pripadnici pionirske specijalnosti u okviru roda inženjerije. Po načelima upotrebe inženjerije, za realizaciju zadataka iz domena rušenja pionirske jedinice mogu biti ojačane jedinicama i/ili delovima jedinica drugih rodova, prevažno pešadije i oklopnih jedinica. (Kitanović, 2000)

Postoje mnogobrojne klasifikacije rušenja na osnovu različitih kriterijuma, ali jedna od osnovnih klasifikacija rušenja obuhvata objekte rušenja:

- elemente,
- materijale i
- objekte.

U članku su navedeni tipični predstavnici svake od navedene vrste sa osnovnim karakteristikama, kao i formulama neophodnim za proračun potrebne količine eksplozivnog punjenja (u daljem tekstu EP). Za uspešno rušenje bilo koje vrste neophodno je poznavanje karakteristika objekta koji se ruši, ali i EP koje se koristi za isto.

Rušenje drveta

Drvo se može rušiti pomoću eksploziva, mehaničkim sredstvima i spaljivanjem. Osnovni način rušenja drvenih elemenata je pomoću eksploziva, a u nedostatku eksploziva može se rušiti mehanički ili spaljivanjem u povoljnim meteorološkim uslovima (drveni mostovi, stambeni objekti-barake i slično). Pre rušenja potrebno je utvrditi mesto rušenja, položaj, oblik EP, osobine drveta i dimenzije poprečnog preseka na mestu rušenja. Drvo se može rušiti (stablo, balvan, šip, greda i slično) i u vodi i na suvom, spoljnim ili unutrašnjim punjenjem, koncentrisanim ili pružnim. Količina eksploziva potrebna za potpuno rušenje drvenog elementa zavisi od dimenzija poprečnog preseka, tvrdoće drveta, stepena vlažnosti (sirovo ili suvo), mesta postavljanja EP (u vodi, spoljašnje, unutrašnje) i vrste eksploziva predviđenog za rušenje.

Potrebna količina eksploziva – trotila određuje se proračunom ili očitavanjem iz tablica. Količina eksploziva za koncentrisano i pružno EP proračunava se prema obrascima:

➤ za spoljno EP: $P = F * M$

➤ za unutrašnje EP: $P = \frac{F * M}{10}$

➤ za EP postavljeno u vodi na dubini većoj od 0,5 m:

gde je: $P = \frac{F * M}{2}$

P – potrebna količina eksploziva za jedno EP izraženo u g,

F – površina poprečnog preseka drvenog elementa na mestu postavljanja EP izraženo u cm². Površina se izračunava prema obrascima adekvatnim geometrijskim telima,

M – činilac otpornosti materijala, koji zavisi od dimenzija elementa, tvrdoće i stepena vlažnosti vazduha, a njegova vrednost se kreće od 1 do 4 (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972).

2 i/ili 10 – faktori smanjenja količine eksploziva za EP koja se postavlja u vodi na 0,5 m ispod površine vode i unutrašnja EP koja su postavljena u bušotine.

Ako se za rušenje upotrebljava neki drugi eksploziv, proračunata količina eksploziva po obrascima množi se sa faktorom odnosa upotrebljenog eksploziva prema trotilu koji je dat u tabeli 1, na stranicama od 24. do 31. Uputstva za rušenje. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

U zavisnosti od oblika i karakteristika drveta, rušenje drveta se može svrstati u sledeće kategorije:

- rušenje drveta okruglog preseka,
- rušenje drveta četvrtastog preseka,
- rušenje grupe drvenih elemenata,
- rušenje – krčenje panjeva.

Rušenje čeličnih elemenata

Čelični (metalni) elementi pojavljuju se u raznim veštačkim objektima u sklopu neke konstrukcije ili samostalno u vidu čeličnih šipki, ploča, cevi, raznih nosača, užadi, šina i slično. Rušenje se vrši koncentrisanim, pružnim, kumulativnim ili kombinovanim EP. Za rušenje čeličnih elemenata upotrebljava se eksploziv trotil, njemu jednaki eksplozivi po jačini ili jači, dok se slabiji eksplozivi od trotila načelno ne koriste. Potrebna količina eksploziva za rušenje čeličnih elemenata može se odrediti prema debljini elemenata u centimetrima, proračunom ili prema tablicama.

Količina eksploziva za rušenje čeličnih elemenata prema debljini određuje se na sledeći način:

- za čelične elemente čija je debljina manja od 0,04 m, količina eksploziva se određuje tako da se na svaki cm debljine elementa uzima po jedan red eksplozivnih metaka od trotila mase 0,2 kg. Na primer: za čelični element debljine 0,03 m uzima se tri reda ovih metaka eksploziva,
- broj metaka u jednom redu određuje se prema širini elementa na mestu rušenja (presecanja), tako što se u cm podeli dužinom eksplozivnog metka u cm. Broj eksplozivnih metaka u EP za rušenje dobija se kada se broj eksplozivnih metaka za jedan red pomnoži sa brojem potrebnih redova (debljinom elemenata u cm). Ovako određena količina eksploziva treba da se poveća za još 25%,
- za čelične elemente debljine preko 0,04 m količina eksploziva se određuje na isti način kao i za elemente debljine do 0,04 m, s tim što se na svaki centimetar debljine elementa, umesto jednog reda eksplozivnih metaka, uzimaju po dva reda metaka trotila od 0,2 kg. I ovako određena količina povećava se za 25%.

Osnovni način određivanja količine eksploziva za rušenje čeličnih elemenata računa se po obrascu:

$$P = F \cdot M$$

gde su P, F i M isti parametri kao i kod rušenja drveta.

Dovoljno tačne količine eksploziva za rušenje čeličnih elemenata standardnih dimenzija i oblika mogu da se odrede i po tabeli 13 na strani 147. i 148. Uputstva za rušenje. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Rušenje čeličnih elemenata može se svrstati u sledeće kategorije:

- rušenje čeličnih šipki,
- rušenje čeličnih ploča,
- rušenje čeličnih profilisanih nosača,
- rušenje čeličnih cevi,
- rušenje čeličnih užadi.

Rušenje armiranobetonskih elemenata

Armiranobetonski elementi sastoje se od betona i ugrađenih čeličnih žica i šipki raznih profila koje predstavljaju armaturu. Zavisno od procenta i rasporeda armature u elementu, dimenzija elementa i položaja armiranobetonskog elementa koji se ruši u konstruktivnom sistemu objekta, elementi od armiranog betona mogu se rušiti spoljnim ili unutrašnjim EP pružnog, koncentrisanog, kumulativnog ili kombinovanog oblika.

Pružna EP primenjuju se za rušenje armiranobetonskih elemenata debljine do 0,5 m, a izuzetno do 1 m debljine, naročito pri rušenju armiranobetonskih stubova. Pružna EP primenjuju se kao spoljna i unutrašnja. **Unutrašnja** EP postavljaju se u minske bušotine. Izrada bušotina u elementu može biti ograničena, zavisno od procenta i rasporeda armature, kao i samog položaja elementa u objektu. **Koncentrisana** EP primenjuju se za rušenje armiranobetonskih elemenata debljine veće od 0,5 m. **Kumulativna** EP veoma efikasno se mogu primeniti za rušenje svih vrsta armiranobetonskih elemenata. Uz najmanji utrošak kumulativno oblikovanog plastičnog ili drugog eksploziva postižu se najbolji rezultati pri rušenju – presecanju armirano-betonskih elemenata.

Kombinovana EP primenjuju se zbog različitog preseka i rasporeda armature u poprečnom preseku elementa. Za armirani deo elementa potreban je veća količina eksploziva, dok je za beton potrebna manja količina, što omogućuje primenu kombinovanih punjenja za rušenje elemenata, pa se time ujedno postiže racionalna upotreba eksploziva.

Ako je armatura skoncentrisana na jednom mestu (gornjem ili donjem pojasu) manje od 5% ukupne površine poprečnog preseka sa

šipkama prečnika manjeg od 0,02 m i rastojanjem između šipki većem od 0,05 m, potrebna količina eksploziva proračunava se po obrascima:

- za sva koncentrisana EP, koja ruše samo beton:

$$P = M * Z * h^3;$$

- za sva spoljna pružna EP koja ruše samo beton:

$$P = M * Z * h^3 * l;$$

- ostali deo armaturnobetonskog nosača u kojem je skoncentrisana armatura ruši se po obrascu za rušenje čeličnih elemenata:

$$P = F * M.$$

gde su:

P, F i M isti parametri kao i u prethodnim obrascima;

Z – činilac začepljenja

h – računsa linija otpora i

l – dužina elementa koji se ruši na mestu presecanja izražava se u m.

Kada je u poprečnom preseku armiranobetonskog elementa armatura veća od 5% (šipke deblje od 0,02 m, a međusobno rastojanje manje od 0,05 m), armiranobetonski element se ne ruši sa dva različita EP, već sa jednim EP za koje se količina eksploziva proračunava kao za rušenje čeličnih elemenata debljine preko 0,04 m. Armiranobetonski element sa neravnomerno raspoređenom armaturom proračunava se tako što se za površinu elementa koja sadrži više od 5% armature eksploziv proračunava kao za čelik debljine preko 0,04 m, a površina poprečnog preseka sa procentom armature do 5% ruše kao slabo armirani beton.

Prema obliku, veličini i položaju armiranobetonskih elemenata, kao konstruktivnih delova armiranobetonskih objekata, razlikuju se sledeći elementi koji se ruše:

- rušenje armiranobetonskih stubova i lukova,
- rušenje armiranobetonskih zidova,
- rušenje jednostavnih i kontinuiranih armiranobetonskih greda,
- rušenje jednostavne armiranobetonske ploče,
- rušenje rebraste armiranobetonske ploče.

Rušenje elemenata od prednapregnutog betona

Elementi od prednapregnutog betona izrađeni su od visokokvalitetnog betona koji ima čvrstoću na pritisak za 2 do 3 puta veću od običnog armiranog betona. U prednapregnuti element ugrađene su upredene čelične žice koje su prednapregnute velikim silama i ankerisane

(učvršćene) na krajevima elementa. Armatura je lučno povijena od jednog kraja prema drugom. Na krajevima elementa armatura je raspoređena po čitavoj visini, dok je na visini elementa skoncentrisana na najmanjoj površini u donjem delu pojasa elementa. Prednapregnuti elementi upotrebljavaju se za izradu vijadukata, hangara, raznih mosnih konstrukcija i drugih građevinskih objekata.

Elementi od prednapregnutog betona ruše se spoljnim koncentrisanim EP koji se postavljaju tačno na sredini elementa. Kod viših elementa EP se sastoji od dva dela: jednog EP koje se postavlja sa donje strane elementa, namenjeno za presecanje armature (količina eksploziva za presecanje tog dela nosača proračunava se po obrascu kao i za čelik deblji od 0,04 m) i drugog dela EP koje se postavlja vertikalno po visini elementa, a namenjeno je za razbijanje betona. Količina eksploziva za ovu vrstu EP proračunava se kao i za beton sa armaturom do 5%. Elementi od prednapregnutog betona mogu se rušiti i na drugi način uz manji utrošak eksploziva. Na zadnjim trećinama dužine elementa, prema osloncima, postave se dva EP, sa svake strane po jedno. Eksplozivno punjenje postavlja se po čitavoj visini elementa, a proračunava se kao i za armirani beton sa armaturom do 5%.

Rušenje objekata

Rušenje objekata predstavlja niz radnji i postupaka kojima se primenom eksploziva i drugih sredstava objekti uništavaju ili onesposobljavaju u tolikoj meri da se ne mogu koristiti u namenjene svrhe. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972) U zavisnosti od konkretne situacije, vrste i karakteristike samih objekata koji se ruše, mesta i stepena njihovog rušenja, ali i cilja koji se želi postići njihovim rušenjem, pokret neprijatelja se na određenim pravcima otežava i/ili usporava, nanose mu se gubici u živoj sili i PS i otežava i/ili onemogućava eksploatacija resursa zemlje.

Moderni način vođenja borbenih dejstava, sa izrazito brzim promenama situacije na bojištu, nameće brži, snažniji i efikasniji manevar snaga i PS na terenu. U takvoj situaciji posebnu pažnju prevashodno treba posvetiti mestu postavljanja minsko-eksplozivnih prepreka i obezbeđenju kretanja i manevra jedinica pri izvođenju borbenih dejstava. Otuda i proizilazi potreba da se od inženjerskih jedinica i jedinica drugih rodova obrazuju privremeni sastavi za izvršenje konkretnih zadataka (rušenje objekata i delova položaja, postavljanje minsko-eksplozivnih prepreka i slično).

Od inženjerskih jedinica mogu se obrazovati sledeći privremeni sastavi:

- grupa za zaprečavanje (u daljem tekstu GZ),
- grupa za dopunsko zaprečavanje (u daljem tekstu GDZ),
- grupa za održavanje puteva (u daljem tekstu GOP).

Ove grupe su elementi borbenog rasporeda onih jedinica koje ih obrazuju. (Garašanin, 1979)

U skladu sa situacijom na bojištu, pored navedenih privremenih sastava, mogu se formirati i drugi privremeni sastavi:

- grupe za opravku aerodroma (u daljem tekstu GOA) – opravke oštećenja po poletno-sletnim stazama,
- grupe za savlađivanje (raščišćavanje) prepreka – obrazuju ih jedinice rodova prilikom izvođenja borbenih dejstava preko zaprečenih prostorija i rejona,
- grupe za rušenje objekata – obrazuju ih jedinice rodova prilikom napada na jako utvrđene položaje i objekte,
- ekipe za spasavanje posada – obrazuju ih oklopne jedinice kada vrše savlađivanje vodenih prepreka vožnjom pod vodom ili dubokim gazom.

Rušenje objekata ne izvodi se samo u okviru borbenih dejstava, već i prilikom realizacije određenih zadataka iz domena III misije VS (rušenje delova nasipa, rušenje delimično ili potpuno oštećenih objekata za stanovanje, industrijskih objekata i slično), i može se izvoditi kao preventivna mera (sprečavanje daljih razaranja), ali i kao korektivna mera (otklanjanje posledica elementarnih nepogoda). U nastavku rada navode se osnovni elementi rušenja određenih infrastrukturnih objekata: puteva, mostova, tunela, železničkih pruga i aerodroma, ali i zgrada i industrijskih postrojenja.

Rušenje mostova

Mostovi se grade na mestima gde putevi i železničke pruge prelaze preko prirodnih i veštačkih prepreka radi omogućavanja neprekidnog saobraćaja. S obzirom na materijal od kojeg su izgrađeni, mostovi mogu da budu: drveni, čelični, zidani (od opeke i kamena), betonski, armiranobetonski i od prednapregnutog betona. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Potpuno rušenje mostova primenjuje se kada se želi izbaciti most iz upotrebe za duži period, odnosno njegova opravka traje duže vreme nego izgradnja novog mosta. Kod kraćih i manje važnih mostova načelno se ruše sve potpore (obalske i međupotpore) i svi rasponi kako bi za opravku bilo potrebno više vremena, snaga i sredstava. **Delimično** rušenje mostova primenjuje se kada se želi ostvariti manji stepen oštećenja, tako da se porušeni objekti ne mogu koristiti u namenske svrhe bez prethodne opravke. Pri delimičnom rušenju mostova treba težiti da se ruše oni delovi čija je opravka najteža i vremenski najduže traje.

Mostovi se sastoje od više raznih elemenata međusobno povezanih u stabilan konstruktivni sistem. Rušenjem pojedinih ili svih elemenata mosta narušava se međusobni odnos statičke stabilnosti i dolazi do pada

konstrukcije mosta, pri čemu se delimično ili potpuno oštećuju njegovi konstruktivni elementi. Mostovi se ruše po preseccima elemenata gornjeg i donjeg stroja. Na određenom mestu za presecanje mosta postave se EP i povežu u mrežu za paljenje sa ostalim punjenjima na mostu. Rušenje mostova može se svrstati u sledeće kategorije:

- rušenje drvenih mostova,
- rušenje čeličnih mostova,
- rušenje zidanih i betonskih mostova,
- rušenje armiranobetonskih mostova i
- rušenje mostova od prednapregnutog betona.

Način rušenja mostova, proračun potrebnog EP za pojedine elemente mosta, zavisno od materijala od kojeg je izrađen, detaljno je regulisan u tačkama od 235. do 270. Uputstva za rušenje. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Rušenje tunela

Tuneli su podzemni objekti infrastrukture pomoću kojih se podzemnim putem savlađuju prepreke. Namenjeni su za sprovođenje saobraćajnica (železnica, puteva i plovnih kanala) i u hidrotehničke svrhe (vodovod, odvodnjavanje, dovod vode u hidrocentrale). Zavisno od vrste zemljišta kroz koji su prokopani tuneli mogu biti obloženi ili bez obloge (Škarec, 1979)

Tuneli predstavljaju veoma osetljive objekte infrastrukture za rušenje. Priprema tunela za rušenje – onesposobljavanje zahteva dosta vremena, s obzirom na obim radova koji se izvode na pripremi tunela za rušenje. Tuneli dužine do 100 m ruše se potpuno, odnosno čitavom dužinom. Za postavljanje EP izrađuju se minski bunari (kod tunela gde je sloj zemlje iznad svoda manji od 8 m) ili minski hodnici (kada je sloj zemlje deblji od 8 m). Rušenje – onesposobljavanje tunela može se vršiti:

- rušenjem eksplozivom:
 - delimično rušenje i
 - potpuno rušenje;
- rušenjem zakrčivanjem, što se postiže kombinacijom eksploziva, voznog parka i drugog materijala, a ako se ne raspolaže eksplozivom, onda samo upotrebom voznog parka i drugog materijala.

Rušenje železničkih pruga

Rušenje železničkih pruga i postrojenja na njima obuhvata rušenje donjeg i gornjeg stroja železničkih pruga, rušenje objekata i instalacija na prugama i železničkim stanicama i rušenje (onesposobljavanje) voznog

parka. Rušenje donjeg stroja železničkih pruga vrši se rušenjem trupa železničke pruge izrađenog od tucanika i materijala određene kategorije kroz koji pruga prolazi. Rušenje donjeg stroja pruge vrši se, u principu, na isti način kao i rušenje puteva u nasipu, useku i zaseku. Specifičnost rušenja donjeg stroja, u odnosu na rušenje puteva, odnosi se na manju širinu planuma, veći broj veštačkih objekata (propusta, mostova i tunela), zbog manjeg uzdužnog nagiba, nemogućnost obilaska za železnički transport, što sve iziskuje manju količinu eksploziva. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Rušenje gornjeg stroja železničkih pruga obuhvata presecanje železničkih šina, skretnica, ukrsnica, okretnica i pragova. Rušenje se može izvesti eksplozivom i mehaničkim sredstvima. Rušenje objekata, instalacija i voznog parka obuhvata: stanične zgrade, kontrolno-saobraćajne tornjeve, radionice, ložionice, vodostanice, rampe, blokovske uređaje, sredstva za signalizaciju, sredstva veze, dizalice, rezervoare za gorivo, skladišta i ostale pomoćne objekte. Rušenje voznog parka obuhvata rušenje lokomotiva i vagona (uništavaju se isti delovi kako bi se otežala opravka zamenom delova).

Rušenje aerodroma

Rušenje aerodroma obuhvata razaranje: poletno-sletnih staza i rulnih staza, objekata i uređaja za komandovanje, vezu i kontrolu letenja, stajanki i zaklona za vazduhoplove, ljudstvo i materijalno-tehnička sredstva. Poletno-sletne, rulne i druge staze na aerodromima, zavisno od vrste i namene aerodroma i operativno-taktičkih zahteva, ruše se postavljanjem EP (pojedinačno, u redovima ili po grupama) na svakih 50 do 300 m dužine poletno-sletne i druge staze, ili postavljanjem EP na 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 i 1/6 dužine poletno-sletne i druge staze ili rušenjem staza po deonicama dužine 30 do 50 m, naizmenično, tako da iza svake porušene deonice ostane neporušena deonica približno iste dužine.

Rušenje poletno-sletnih, rulnih i drugih staza na aerodromima vrši se koncentrisanim ili pružnim punjenjima koji se postavljaju u minske bunare, minske bušotine ili minske komore. Dubina minskih bunara, načelno, ne treba da bude manja od 1,5 ni veća od 3 m. Kada se poletno-sletne i druge staze na aerodromima ruše pojedinačnim ili manjom grupom EP, minski bunari mogu biti dubine i 4 m. Aerodromi se mogu onesposobljavati za upotrebu i zaprečavanjem (postavljanjem minsko-eksplozivnih i drugih prepreka). (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972)

Rušenje zgrada

U zavisnosti od cilja koji se rušenjem želi postići, raspoloživog vremena, snaga i sredstava, zgrade mogu da se ruše:

- spaljivanjem (načelno samo u ratnim dejstvima),
- mehaničkim sredstvima (metodama guranja, potezanja, udara i kombinovanom metodom) i
- eksplozivom, što daje najbrže i najpotpunije rezultate primenom sledećih metoda:
 - urušavanje;
 - prevrtanje:
 - ✓ prva faza – rušenje nosećih elemenata zgrade upravno postavljenih na smer rušenja;
 - ✓ druga faza – rušenje spoljnih (fasadnih) zidova;
 - ✓ treća faza – rušenje unutrašnjih nosećih elemenata
 - ✓ četvrta faza – rušenje spoljnih zidova, suprotno od smera prevrtanja zgrade;
 - zalamanje i
 - odsecanje.

Rušenje industrijskih postrojenja

Potpuno rušenje industrijskih postrojenja predstavlja obiman posao, uz veliki utrošak sredstava i angažovanje više radne snage za relativno duže vreme. Pri potpunom rušenju uništavaju se ili onesposobljavaju svi sastavni delovi. Delimično rušenje obuhvata rušenje najvažnijih vitalnih delova industrijskih postrojenja koji imaju najznačajniju ulogu u procesu proizvodnje, odnosno čijim se rušenjem (onesposobljavanjem) proces proizvodnje prekida za kraće ili duže vreme. Rušenje industrijskih postrojenja, načelno, obuhvata rušenje: mašinskih postrojenja za proizvodnju, energetskih izvora, fabričkih zgrada za smeštaj postrojenja, proizvoda i sirovina i uništavanje ili oštećenje sirovina ili gotovih proizvoda. Kategorije industrijskih postrojenja koji se ruše:

- rudnici
- električne centrale – elektrane i
- proizvodna industrijska postrojenja.

Rušenje deonice puta sa organizacijom inženjerskih radova

Put je objekt infrastrukture namenjen za direktnu vezu između dva veća naseljena mesta ili delova zemlje za promet robe i putnika. Sastoji se od gornjeg i donjeg stroja. Donji stroj puta sačinjava trup puta i putni

objekti. Trup puta postavljen je na prirodnom terenu i izgrađen je od zemlje, kamena i kamene sitneži. Prema položaju terena, trup može biti u nasipu, zaseku, useku, u horizontu ili tunelu. U trup puta ubrajaju se i bočni jarci za odvodnjavanje, potporni i obloženi zidovi. Gornji stroj puta sačinjava kolovoz koji se sastoji od podloge i kolovoznog zastora. Kolovozni zastor izrađuje se od tucanika, asfalta, betona, kamene kocke itd. Opremu puta čine: saobraćajni znaci, daljinske oznake, putokazi, oznake puta, ograde i zaštitni zidovi – stubovi i snogobrani. (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1965)

Cilj rušenja puteva jeste da se stvore prepreke koja savremena borbeno i neborbena vozila ne mogu savladati bez zaustavljanja i preduzimanja posebnih mera za njihovo savlađivanje ili promenu pravca kretanja obilaskom prepreka. Putevi se ruše po deonicama dužine, načelno, od 50 do 100 m. Najefikasnije rušenje puteva postiže se eksplozivom, a u nedostatku eksploziva i sredstava za paljenje putevi se mogu onesposobljavati za saobraćaj prekopavanjem, preoravanjem, izradom rovova, jama uz upotrebu građevinske mehanizacije (dozeri, utovarivači i mašine sličnog tipa) ili ručno – alatom za zemljane radove. Rušenje puteva obuhvata: rušenje donjeg stroja, rušenje gornjeg stroja i rušenje tehničkih uređaja za obezbeđenje saobraćaja. Rušenje puteva može biti:

- u horizontu,
- u nasipu,
- u useku i
- u zaseku.

Nezavisno od vrste rušenja puteva, pre izvođenja rušenja komandiru pionirske jedinice ili privremenog sastava uručuje se OPNAR, a u prilogu „F” – Inženjerija OPNAR-a, koji izrađuje referent inženjerije u komandi brigade i/ili jedinice istog ranga, razrađuje se plan inženjerskih dejstava, a u okviru njega konkretan zadatak i plan rušenja određene deonice puta. Takođe, tu se komandiru preciziraju i dodeljene pokretne stvari (u daljem tekstu PS) i ljudstvo.

Nakon prijema i shvatanja zadatka, komandir izdaje potčinjenim komandirima pripremno naređenje (u daljem tekstu PRIPNAR), a sa članovima komande organizuje komandirsko izviđanje dodeljene deonice puta (u praksi najčešće nema vremena za ovu aktivnost, već se koriste informacije dobijene iz pretpostavljene komande), nakon čega komandir razrađuje tehničko rešenje za njeno rušenje i pristupa izradi organizacije radova. Za rešavanje ovog zadatka komandir može angažovati još neka lica iz svog sastava (zamenika, iskusnog podoficira ili profesionalnog vojnika). (Generalštab VS, 2013)

Norme za rušenje deonice puta navedene su u tablicama od 135 do 138, na stranama od 230. do 231. Taktičko-tehničkog priručnika (Generalštab JNA, 1967), i odnose se na pionirsku četvu. Prema navede-

nom priručniku, pionirska četa za jedan radni dan, pri rušenju deonice puta u zaseku sa ili bez potpornih zidova, širine od 6 do 8 m može da izvrši rušenje u dužini od:

- zemljište I-IV kategorije tla = 120 m, odnosno
- zemljište V-VII kategorije tla = 60 m.

Osnovni problem koji se ovde nameće jeste činjenica da trenutno ne postoji literatura novijeg datuma, odnosno savremena norma za rušenje deonice puta, kao i da se postojeća norma odnosi na organizacijsko-formacijsku strukturu i mogućnosti pionirske čete iz vremena tadašnje JNA, što predstavlja enormnu razliku u pogledu strukture i mogućnosti pionirske čete VS. Radi prevazilaženja navedenog problema i dostizanja mogućnosti ispunjenja postojećih normi, neophodno je izvršiti: promenu materijalne strukture pionirske čete VS i promeniti zadatke, a samim tim i standard obučenosti pripadnika jedinice i same jedinice – kroz izmenu postojećih standarda, ali i kroz individualnu i kolektivnu evaluaciju.

U nastavku rada navodi se primer zadatka plana rušenja, specifikacije potrebnih PS (tabela 1) i dela organizacije inženjerskih radova pri rušenju deonice puta (tabela 2). (Hristov, 1978)

ODOBRAVA:
KOMANDANT
brigadni general
N.N.

Brojna oznaka prema
evidenciji 03/20XX

Z A D A T A K

1. Deonicu puta u rejonu sela Glibovac (Smederevska Palanka), 250 m udaljenog od reke Kubršnice, porušiti u dužini od oko 50 m prema tehničkom rešenju uz zadatak.
2. Deonicu puta staviti u prvi stepen pripravnosti najkasnije do 16.00 časova, dana: 25.03.20XX. godine posle dolaska na put, o čemu dostaviti pisani izveštaj kurirom.
Drugi stepen pripravnosti narediću radio-vezom po signalu „SUN-CE“. Deonicu puta staviti u drugi stepen pripravnosti najkasnije 4 časa posle prijema naređenja, o čemu me izvestiti radio-vezom po signalu „KISA“.
3. Izvršno naređenje za rušenje izdaće komandant radio-vezom po signalu „GROM“, uz prethodno legitimisanje po signalu „MUNJA“. O izvršenju rušenja deonice puta izvestiti me radio-vezom po signalu „OLUJA“.

O izvršenju stepena pripravnosti i rušenja deonice puta izvestiti me radio-vezom po signalu „NEBO“.

O izvršenju stepena pripravnosti i rušenja deonice puta izvestiti i komandanta u rejon s. Glibovac – zgrada škole.

4. Neposredno osiguranje deonice puta u toku izvođenja radova do izvršenja rušenja izvršiti sopstvenim snagama i sredstvima, po naređenju i zapovesti komandira. U pogledu borbenog osiguranja šireg rejona deonice puta osloniti se na mere borbenog osiguranja.
5. Kretanje preko deonice puta do izvršenja rušenja regulisaćete sopstvenim snagama.
6. Na deonici puta nisu izvršene nikakve pripreme.

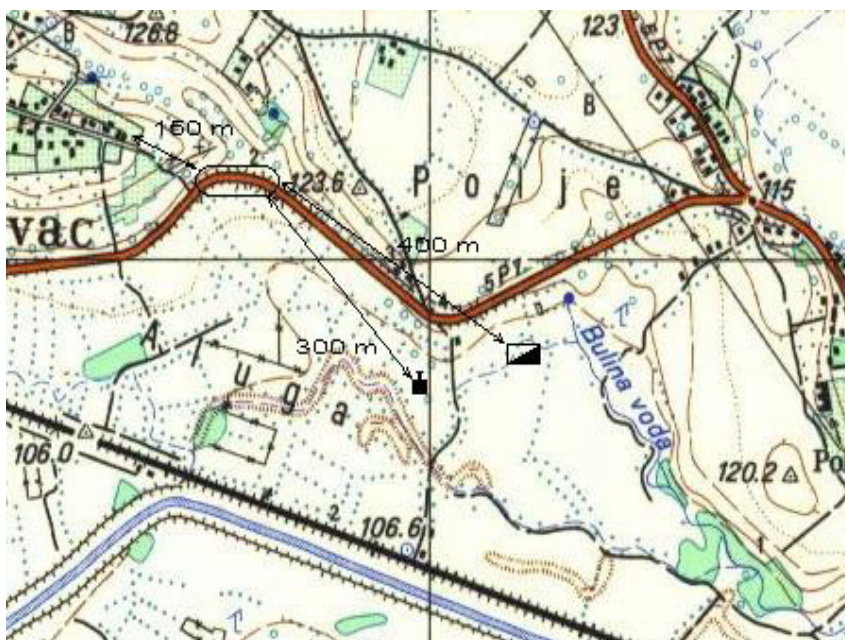
PLAN RUŠENJA

Deonica puta u rejonu: s. Glibovac (Smederevska Palanka)

Karta: Kraqujevac 2, sekcija 2, R=1 : 50000, Izdanje: VGI 1986.

Koordinate : x = _____ , y = _____

Skica mesta deonice puta
(isečak sa karte razmere 1 : 50000)



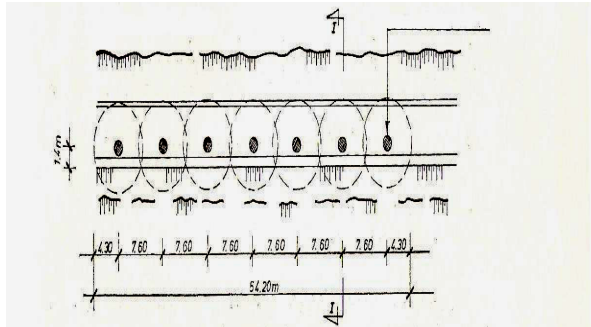
Slika 1 – Položaj deonice puta koja se ruši

Рис. 1 – Местоположение участка разбираемой дороги

Figure 1 – Location of the road section demolition

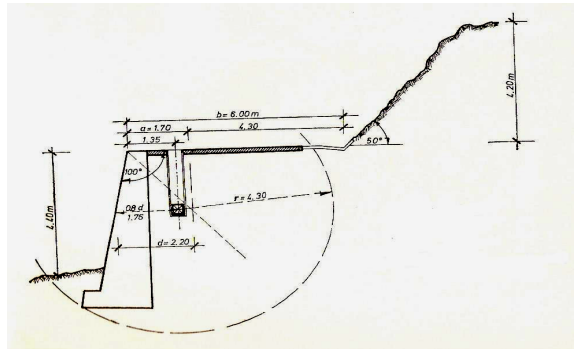
TEHNIČKO REŠENJE ZA RUŠENJE

a) situacija deonice puta sa mrežom za paljenje



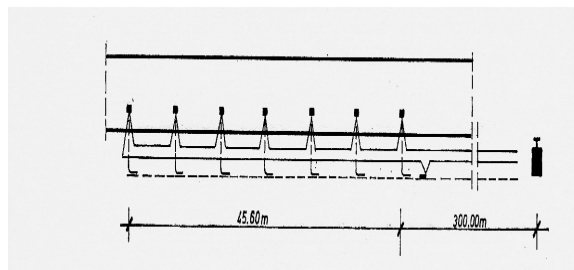
Slika 2 – Raspored minskih bunara
 Рис. 2 – Положение минных колодцев
 Figure 2 – Plan of mine wells

b) poprečni presek deonice puta sa proračunom EP



Slika 3 – Poprečni presek deonice puta
 Рис. 3 – Поперечное сечение участка дороги
 Figure 3 – The cross-section of the road section

c) šema mreže za paljenje



Slika 4 – Šema mreže za paljenje
 Рис. 4 – Схема сети сгорания
 Figure 4 – Schematic network for ignition of an EC

Naizmenična električna mreža izgrađena je od standardnog minerskog kabla i električnih detonatorskih kapisli (u daljem tekstu EDK) tip „A” sa bakarnim provodnicima 2x2 m. Proračunski elementi električne mreže:

- ukupni otpor mreže iznosi 33,8 Ω ,
- jačina struje $I = 0,8$ A,
- napon iznosi 100 V. (Generalštab JNA, 1967)

Tabela 1 – Popis potrebnih sredstava
Таблица 1 – Спецификация необходимых средств
Table 1 – List of needed funds

Specifikacija potrebnih PS trajne i potrošne vrednosti

Red. broj	Naziv PS	Jedinica mere	Količina		Svega
			za 1 bunar	za mrežu	
I za rušenje					
1.	eksploziv	kg	160	-	1120
2.	detonirajući štapin	m	7	350	400
3.	sporogoreći štapin	m	-	2	2
4.	EDK	kom.	2	2	18
5.	DK broj 8	kom.	1	3	8
6.	minerski kabl	m	-	1000	1000
7.	traka za izolaciju	kotur	-	1	1
8.	EKA 350	kom.	-	1	1
II za izradu bunara					
1.	eksploziv	kg	-	-	70
2.	EDK	kom.	-	-	80
3.	minerski kabl	m	-	-	100

Opšti podaci za proračun radova (Hristov, 1978):

- dimenzije minskih bunara: $r = 4,30$ m; $h = 1,4$ m;
- zemljište: fliš, IV kategorija $\Rightarrow \gamma = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$;
- radna grupa 3 vojnika sa motornim bušačem (u daljem tekstu MB) Pionjar 120 (norma za MB = 250–300 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$; $G = 0,3 \times 2000 = 600$ kg (Gardijan, 2001);
- približna težina iskopa, $G = V \times \gamma = 81,3 \times 2000 = 162546$ kg;
- 0–1 m dubine sa motornim bušačem Pionjar 120;
- svi minski bunari izrađuju se u istoj geološkoj sredini sa radnim grupama u istom sastavu, angažuju se 4 radne grupe koje izrađuju 7 minskih bunara;
- ostatak sastava voda angažuje se na ostalim radovima.

Proračun radova:

- 1) izrada minskog bunara do 1 m dubine sa motornim bušačem Pionjar 120 je: $1000 : 300 = 3 \text{ h i } 20 \text{ min} + 5 \text{ min za pripremu} = \mathbf{3,4 \text{ h}}$ (Gardijan, 2001);
- 2) miniranje: postavljanje EP u bušotinu, začepljenje i paljenje ~ 10 min = **0,16 h**;
- 3) izbacivanje materijala ručno (lopatom i velikim šančanim alatom) prosečno 2,5 kg u jednom ciklusu. Za oko 12 radnih ciklusa (izbačaja) u minuti izbacuje se oko $30 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$, a 600 kg se izbacuje za 20 min ~ **0,33 h**;
- 4) Ukupno vreme za izradu 1 m dubine ~ **3,89 h**;
- 5) Vreme za izradu minskog bunara dubine 1,4 m ~ **4,86 h**;
- 6) Postavljanje EP, norma ~ $3 \text{ h} : 3 = \mathbf{1,00 \text{ h}}$;
- 7) Začepljenje minskih bunara, norma ~ $4 \text{ h} : 3 = \mathbf{1,33 \text{ h}}$;
- 8) Ukupno vreme po minskom bunaru = $4,86 + 1,00 + 1,33 = \mathbf{7,19 \text{ h}}$;
- 9) Ukupno vreme za sve minske bunare na deonici puta ~ **14,5 h**.

Tabela 2 – Proračun ostalih radova
Таблица 2 – Расчет других работ
Table 2 – Calculation of other works

Redni broj	Vrsta radova	Jedinica mere	Radnih časova	Obim radova	Ukupno radnih časova
u prvom stepenu pripravnosti					
1.	ispitivanje otpora i ispravnosti EDK	sa 10 detonatora	0,50	1	0,50
2.	izrada mreže od detonirajućeg štapina	sa 10 detonatora	1,50	1	1,50
3.	izrada električne mreže	sa 10 detonatora	2,50	1	2,50
4.	postavljanje električne mreže	sa 10 detonatora	1,00	1	1,00
5.	postavljanje štapinske mreže	sa 10 detonatora	1,00	1	1,00
6.	polaganje kablova do stanice za paljenje	za 100 m	0,25	4	1,00
7.	kopanje jarkova za kablove	10 m	0,40	40	16,00
8.	izrada stanice za paljenje	kom.	25,00	1	25,00
9.	obavljane službe neposrednog osiguranja	3 vojnika			
Ukupno: 63 radnih časova za prvi stepen pripravnosti					
u drugom stepenu pripravnosti					
1.	povezivanje EDK	10 kom.	0,40	22	8,80
2.	spajanje krajeva detonatorskog štapina	10 kom.	0,30	22	6,60
3.	zatvaranje i maskiranje električne i štapinske mreže	10 kom.	0,30	23	6,90
4.	provera električne mreže	sa 10 kapisli	2	6	12,00
Ukupno: 3,30 radnih časova za drugi stepen pripravnosti					

U zavisnosti od raspoloživog vremena za izradu dokumentacije, kao njen sastavni deo, izrađuje se i paralelni dinamički plan izvršenja radova, koji omogućuje preglednost u pogledu zadataka (aktivnosti) pojedinih radnih grupa, kako zajedničkih, tako i pojedinačnih, ali i vremena trajanja svake aktivnosti koja je unesena u plan.

Optimizacija organizacije inženjerskih radova na ovom zadatku mogla bi se uraditi prevashodno primenom, odnosno uvođenjem u operativnu upotrebu savremenijih inženjerskih mašina za zemljane radove.

Mere bezbednosti i zdravlja pri radu sa eksplozivima

Prilikom rada sa eksplozivima i sredstvima za paljenje posebna pažnja posvećuje se merama bezbednosti i zdravlja. Mere koje se navode ne odnose se samo na one koje se primenjuju prilikom rušenja, već na mere za bezbedan i zdrav rad sa eksplozivima koje su dužni da poznaju i u svoj rad implementiraju svi pripadnici VS. Potrebno je naglasiti da se posebne mere utvrđuju u zavisnosti od vrste i karakteristika materijala, elemenata i objekata koji se ruše. Pregled opštih mera bezbednosti i zdravlja odnosi se na radove sa eksplozivima, prilikom:

- rušenja elemenata i materijala,
- transportovanja minsko-eksplozivnih sredstava (u daljem tekstu MES),
- prenosa eksploziva na rukama,
- rada sa sredstvima za električno aktiviranje i
- rada sa sredstvima za štapinski način aktiviranja EP.

U tabeli 3 navedeni su iznosi minimalnih sigurnosnih rastojanja u zavisnosti od vrste i obima radova koji se izvode sa eksplozivima. Tabela je rađena prema tabeli 5 Uputstva za rušenje (Generalštab JNA – Uprava inženjerije, 1972).

Pre nego što se pristupi rušenju bilo koje vrste materijala, elemenata ili objekata nužno je odrediti (proračunati) sigurnosna rastojanja na kojima će ljudstvo i objekti biti potpuno zaštićeni od dejstva eksplozije i svih efekata koji je javljaju pri njoj. Rastojanja se proračunavaju radi zaštite ljudstva i objekata od:

- vazdušno-udarnog talasa,
- seizmičkog dejstva i
- dejstva (razbacivanja) komada materijala koji se ruši.

Proračun rastojanja vrši se na osnovu posebnih obrazaca, u kojima su ključni parametri oni koji se odnose na sastav i strukturu materijala koji se ruši, odnosno od kojeg su elementi i objekti izgrađeni. (Papić, 2011, pp.130-131)

Mere zaštite koje sprovodi starešina jedinice koja izvodi radove na rušenju

1. Pre početka izvođenja radova obavezno proveriti obučenosť ljudstva u poznavanju osobina i načinu rukovanja sa sredstvima koja se koriste pri realizaciji rušenja.
2. Detaljno proveriti sve pripadnike jedinice u poznavanju osnovnih mera bezbednosti i zdravlja pri radu sa eksplozivima, ali i posebnih mera koje se primenjuju u skladu sa konkretnom situacijom.
3. Pre početka radova obavezno izvršiti kontrolu priprema za rušenje na celom rejonu izvođenja radova, kao i proveru veze sa licima određenim za izvršenje paljenja i licima koja se angažuju za potrebe neposrednog obezbeđenja.
4. Proveriti ispravnost sredstava koja će se koristiti.
5. Odrediti mesta i odstojanja ljudstva koje se angažuje za potrebe neposrednog obezbeđenja.
6. Odrediti način održavanja veze sa licima određenim za izvršenje paljenja i postupak nakon paljenja.
7. Odrediti signale (znake) opasnosti i prekida opasnosti, a po potrebi se određuju i drugi, i sa njima mora biti upoznat celokupan sastav jedinice. Signali (znaci) moraju biti jasni, čujni i razgovetni kako pripadnici jedinice ne bi bili dovođeni u nedoumicu prilikom izvršenja zadatka.
8. Odrediti mesto skladištenja (poljsko skladište) i regulisati način čuvanja, izdavanja, prenošenja i upotrebe eksploziva i sredstava za njihovo paljenje.
9. Odrediti zonu sigurnosti i odstojanje zaklona ili skloništa u koje se sklanja ljudstvo, transportna sredstva i oprema tokom paljenja EP. Ukoliko ne postoje adekvatni prirodni zakloni obavezna je izrada veštačkih, pre početka paljenja EP.

Mere zaštite prilikom rušenja elemenata i materijala

1. Aktiviranje EP izvoditi isključivo električnim putem, a kao rezervu izraditi štapinsku mrežu za aktiviranje EP u zemlji.
2. Treba izbegavati aktiviranje svih EP odjednom, već aktiviranje izvoditi po grupama.
3. Između elemenata ostaviti potrebno rastojanje kako eksplozije ne bi uticale jedna na drugu ili elemente razdvojiti grudobranom.
4. Rasturanje parčadi prilikom rušenja elemenata i materijala treba usmeriti ka zemlji i postavljanjem elemenata u odgovarajuće zaklone iskopane u zemlji, postavljanjem fašina preko elemenata.

5. Aktiviranje EP vrši starešina jedinice iz stanice za aktiviranje, pošto se uverio da je ljudstvo na sigurnom mestu. Do tog vremena stanica za aktiviranje je obezbeđena stražarom, krajevi provodnika svih vodova su izolovani, a ključ od mašine za aktiviranje nalazi se kod starešina jedinice.
6. Pripremljene elemente za rušenje ograditi koljem i žicom, a staze za kretanje vidno obeležiti. Ograda mora biti visoka 1,3 m i udaljena od EP najmanje 3 m. Kretanje ljudstva dozvoljeno je samo izvan ograde i obeleženim pravcem.
7. Za vreme obilaska pripremljenih elemenata i materijala za rušenje detonatorske kاپisله (u daljem tekstu DK) moraju biti van EP postavljene na za to pripremljene kočice. Kočice se pobijaju ispred svakog elementa za rušenje na visini 1 m od zemlje i na udaljenje 1 m od EP.
8. Nakon odlaska ljudstva u skloništa DK uvlače u EP 1 do 2 odabrana vojnika iz svakog odeljenja, a pod kontrolom komandira odeljenja i komandira voda.
9. Prilikom uvlačenja DK u EP i prilikom začepljenja EP zabranjeno je upotrebljavati silu.
10. Provodnici glavnog voda moraju biti ukopani ili postavljeni izvan staze za kretanje ljudstva.

Mere zaštite prilikom transportovanja MES

1. Pri utovaru MES transportno sredstvo (u daljem tekstu TrS) mora biti zaustavljeno 10 m od skladišta, ukočeno, a motor ugašen.
2. Prijem MES na TrS vrše najviše dva čoveka.
3. Utovar MES vrši se ručno.
4. Sanduke slagati tako da se udaraju međusobno, a niti o stranice TrS.
5. Sanduci se utovaraju do visine stranica sanduka, a TrS se opterećuje do 70% nosivosti.
6. TrS mora biti sa obe strane sanduka označeno upozoravajućim zastavicama.
7. Sa eksplozivnim sredstvima na TrS ne smeju se prevoziti ljudi niti drugi materijali.
8. Sredstva za aktiviranje mogu se transportovati sa eksplozivom jedino ako se obezbedi da budu u originalnom pakovanju, maksimalno 1000 /kom/ i da su udaljena 1 m od eksploziva.
9. Za obezbeđenje utovara, transporta i istovara određuje se pokretna straža, na dva vozila ide jedan stražar.
10. Kada se MES prevozi u više TrS u koloni, u prvom vozilu se prevoze sredstva za aktiviranje, a narednim vozilima eksploziv. Na dobrim putevima brzina kretanja je $6,94 \frac{m}{s}$, a odstojanje je od 50 – 100 m. Po lošim putevima brzina je $2,78 - 4,17 \frac{m}{s}$.

11. Naseljena mesta treba izbegavati, a ako to nije moguće onda se kretati sporednim i manje prometnim putevima.
12. Zastanke i odmore unapred planirati na mestima koji pružaju maksimalne uslove bezbednosti kolone i okoline.
13. Za vreme vremenskih nepogoda, naročito grmljavine vozila se zaustavljaju na određenom rastojanju kao i tokom vožnje, a ljudstvo se udaljava od vozila na najmanje 50 m.
14. Ako dođe do kvara na TrS koji prevozi MES, vozilo se mora najpre istovariti, a zatim se otklanja kvar.

Mere zaštite prilikom čuvanja eksploziva u poljskim skladištima

1. U jednom poljskom skladištu, na jednom mestu ne sme se čuvati više od 2000 kg eksploziva.
2. Zabranjeno je na jednom mestu skladištiti brizatne eksplozive zajedno sa štapinima, sredstvima za paljenje i artificijama.
3. Sva sredstva za paljenje čuvaju se u posebnim skladištima koja moraju biti udaljena najmanje 60 m od skladišta sa eksplozivom.
4. Eksploziv i sredstva za paljenje ne smeju se polagati direktno na pod skladišta, već na podmetače koji moraju biti izdignuti najmanje 0,15 m iznad poda skladišta.
5. Zabranjeno je slaganje eksploziva na visinu veću od 2 m.
6. Zabranjen je pristup neovlašćenih lica skladištu.
7. U rejonu skladišta strogo se zabranjuje pušenje, loženje vatre ili upotreba sredstva za osvetljenje sa otvorenim plamenom.
8. Skladišta se moraju obezbeđivati sa određenim brojem stražara koji se postavljaju na udaljenosti od skladišta najmanje 50 m.
9. Najmanje odstojanje između dva susedna poljska skladišta iznosi 60 m. Udaljenost poljskog skladišta od drugih objekata: objekti za stanovanje – 800 m (ukoliko u skladištu ima manje od 150 kg eksploziva – manje od 50 m), železnička pruga – 200 m. U naseljenim mestima ne sme se čuvati više od 300 kg eksploziva.

Mere zaštite pri prenosu eksploziva na rukama

1. Lice može prenositi odjednom najviše 30 kg eksploziva ili 5000 kom. DK br. 8 ili 500 kom. EDK.
2. Sredstva se prenose u originalnim pakovanjima.
3. Pri prenošenju eksplozivnih sredstava ne smeju se prenositi druga zapaljiva sredstva niti izvori električne struje.
4. MES se ne sme nositi u džepovima, torbicama i slično.
5. Sredstva koja se prenose ne smeju se prevrtati, okretati sa ambalažom i bacati, već se moraju uvek pažljivo prenositi.

Mere zaštite pri električnom paljenju EP

1. Pre upotrebe EDK obavezno je ispitivanje njihove ispravnosti i merenje otpora.
2. Prilikom ispitivanja EDK treba ih postaviti u odgovarajući zaklon tako da licu koje ispituje ili se nalazi u blizini garantuje bezbednost i sigurnost u radu.
3. U jednoj mreži ne smeju se upotrebiti kapsle čija je razlika u otporu veća od $0,2 \Omega$.
4. Pre upotrebe treba proveriti i ispitati ispravnost instrumenta mašine za aktiviranje i uređaja za zaštitu mreže od groma.
5. Ključ od mašine za aktiviranje nalazi se kod starešine jedinice, a stanica za aktiviranje obezbeđena je stražarom.

Mere zaštite prilikom paljenja EP sporogorećim upaljačima

1. DK br. 8 je veoma osetljiva na udar, trenje, varnicu i visoku temperaturu.
2. Zabranjeno je udaranje kapisle o bilo kakav predmet.
3. Zabranjeno je okretati kapislu oko štapina i silom uvlačiti štapin u kapislu.
4. Zabranjeno je sečenje detonirajućeg štapina više puta na istom mestu i kada je postavljen u detonatorsku kapislu.
5. Ispitivanje ispravnosti detonirajućeg štapina obavezno se vrši pre svake upotrebe. Detonirajući štapin je ispravan za upotrebu ako su svi njegovi krajevi detonirali. Ako jedan ili više krajeva nisu detonirali, štapin je neispravan i NE SME se upotrebljavati.
6. Zabranjeno je aktiviranje detonirajućeg štapina šibicom.
7. Zabranjena je upotreba neispravnog i neispitanog sporogorećeg štapina.
8. Minimalna dužina sporogorećeg štapina koja se sme upotrebljavati za izradu sporogorećeg upaljača je 0,6 m.
9. Rukovanje štapinom mora biti oprezno, naročito zimi kada gubi elastičnost i lako se lomi, što dovodi do prekida srži.

Tabela 3 – Minimalna sigurnosna rastojanja pri rušenju
 Таблица 3 – Минимальное расстояние от места демонтажа
 Table 3 – Minimum safety distance in demolition

Vrste radova uz upotrebu eksploziva	Minimalna rastojanja od mesta miniranja u m
Površinski radovi na rušenju: - primena spoljnih punjenja - primena malih bušotina do 0,1 m - primena kotlovskih metoda - primena rukavica - primena velikih bušotina preko 0,1 m - primena komorskih punjenja - razbijanje stena punjenjima u potkopu - krčenje panjeva - izrada zaštitnih kanala radi sprečavanja šumskih požara	400 200 200 300 prema projektu 200 400 200 50
Rušenje u blatu: - pri izradi prokopa - pri izradi nasipa	200 100
Produbljivanje korita: - pri rušenju kompaktnog tla - pri rušenju slojevitog tla - u prisustvu ledenog pokrivača	100 200 200
Rušenje leda: - pri rušenju ledenog pokrivača - pri rušenju ledenih santi	100 200
Rušenje metala: - na otvorenim poligonima - pri rušenju ograda - pri rušenju u naseljenim mestima	1500 50 prema projektu
Rušenje zgrada i postrojenja: - pri rušenju zgrada - pri izradi temelja - probijanje malih bušotina - probijanje većih bušotina	100 100 50 100

Zaključak

Taktički gledano, rušenjem se isključivo bave specijalizovane inženjerske jedinice – pionirske jedinice. Konkretno, pre otpočinjanja borbenih dejstava po naređenjima komandanta operativnog nivoa, od pionirskih jedinica se formiraju privremeni inženjerski sastavi, specijalizovani za pripremu i rušenje objekata i komunikacija – GZ. Naređenje za rušenje određenih objekata ili komunikacije (na primer deonice puta) isključivo i jedino mogu da naredi komandanti jedinica operativnog nivoa.

Veliki problem prilikom dodeljivanja zadataka i procene vremena za njihovu realizaciju predstavlja činjenica da ne postoje savremene norme, odnosno adekvatna literatura iz koje bi se moglo orijentirno odrediti vreme neophodno za organizaciju radova na pripremi i izvođenju rušenja konkretnog objekta. Neophodno je u narednom periodu, na osnovu postojećeg realnog stanja jedinica i sredstava, izvršiti normiranje radova prilikom rušenja deonice puta i/ili ostalih objekata, odnosno razraditi sveobuhvatnu i temeljnu organizaciju inženjerskih radova prilikom realizacije ovih zadataka, tj. baviti se preventivom, a ne samo posledicama, jer se rušenje deonice puta može koristiti i u miru za potrebe izvršenja zadataka iz domena III misije VS.

Članak predstavlja pokušaj da se sagledaju sve specifičnosti rušenja jednog određenog objekta – deonice puta i njegovih sastavnih elemenata, odnosno da se ukaže na značaj pravovremene i kvalitetne organizacije inženjerskih radova pri izvršenju ovog zadatka.

Literatura / References

- Garašanin, R. 1979. *Taktika inženjerije*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
 Gardijan, P. 2001. *Mehanizacija u inženjeriji*. Obrenovac: Vojna štamparija.
 Hristov, S. 1978. *Organizacija inženjerskih radova*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
 Kitanović, R. 2000. *Inženjerska dejstva u boju*. Beograd: Vojna štamparija.
 Papić, Z. 2011. Miniranje leda. *Novi glasnik*, 1-4, str. 130-131.
 Škarec, Ž. 1979. *Rušenje*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
 – Generalštab VS – Uprava za planiranje i razvoj (J-5). 2013. *Uputstvo za operativno planiranje i rad komandi u Vojsci Srbije*. Beograd: Medija centar Odbrana.
 – Generalštab JNA. 1965. *Uprava inženjerije, Inženjerski priručnik I*. Beograd: Vojnoštamarsko preduzeće.
 – Generalštab JNA. 1967. *Taktičko-tehnički priručnik*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
 – Generalštab JNA – Uprava inženjerije. 1972. *Uputstvo za rušenje*. Beograd: Vojna štamparija.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАБОТ ПО ДЕМОНТАЖУ УЧАСТКОВ ДОРОГ

Ненад В. Ковачевич

Университет обороне г.Белград, Военная академия, кадетская бригада

ОБЛАСТЬ: инженерство
 ВИД СТАТЬИ: практический опыт
 ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

В процессе применения минно-взрывных средств для сноса элементов, материалов и объектов значительным фактором является организация производства работ, как при подготовке, так и в самом процессе сноса и демонтажа.

Демонтаж с применением минно-взрывных устройств входит в профессиональные обязанности специализированных частей ВСРС, таких как дорожно-строительные и дорожно-технические взводы, входящие в состав инженерного батальона, то есть бригады КоВ.

Организаация инженерных работ, описанных в статье представляет собой поиск самых оптимальных решений, касательно как материальных, так и человеческих ресурсов, задействованных в производстве демонтажных работ конкретного объекта – участка дороги.

Одной из проблем данной области является научная литература, особенно техническая, определяющая стандарты и нормы по производству работ. Проблема заключается в том, что за исключением нескольких экземпляров пояснительных записок, подавляющее большинство литературы опубликовано в 70-80-ые годы прошлого века.

В работе особое внимание уделено правилам безопасности при взрывных работах.

Ключевые слова: дороги; литература; взрывчатые вещества; инженерные работы; демонтаж.

ORGANIZATION OF ENGINEERING WORKS DURING DEMOLITION OF A ROAD SECTION

Nenad V. Kovačević

University of Defense in Belgrade, Military Academy, Cadet Brigade

OBLAST: Engineering

VRSTA ČLANKA: Professional practice

JEZIK ČLANKA: Serbian

Summary:

When using explosive ordnance for the demolition of elements, materials and facilities, organization is very important in the preparation of works as well as during demolition itself. In the Army of Serbia, for this kind of works, there are specialized expert units within Land Forces engineering battalions or brigades. The organization of the engineering work given in the article is a purposeful solution, regarding the use of movable property and stress imposed on people as well, when performing demolition of a concrete structure - road section. Lack of literature is a big drawback, especially lack of norms for demolition works. Except for some unofficial lectures for internal use, most of the literature dates back to the seventies or early eighties. A special emphasis in this paper is given to the application of protective measures in the use of explosives.

Introduction

After the definition of demolition engineering works, the introductory part points to the distinction between the two types of demolition works: complete and partial.

The concept of the organization of engineering works

The basic definition of the organization of engineering works is given as well as an overview of the elements of preparatory work in the execution of engineering work on a particular construction.

Demolition of a road section

The concept of a road is explained as well as the methods of its demolition. The documents required for the organization of the demolition of a road section are presented as well as standards for the preparation of a road section for demolition.

Safety and health at work with explosives

Safety measures when working with explosives are explained in detail for different situations.

Conclusion

The importance of the organization of engineering works of demolition of a road section is explained, both under war and peacetime conditions.

Key words: roads; literature; explosives; engineering works; demolition.

Datum prijema članka / Дата получения работы / Paper received on: 23. 12. 2014.
Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Дата получения исправленной версии работы / Manuscript corrections submitted on: 22. 02. 2015.
Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Дата окончательного согласования работы / Paper accepted for publishing on: 24. 02. 2015.

© 2016 Autor. Objavio Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.упр.срб). Ovo je članak otvorenog pristupa i distribuirao se u skladu sa Creative Commons licencom (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

© 2016 Автор. Опубликовано в "Военно-технический вестник / Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier" (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.упр.срб). Данная статья в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией "Creative Commons" (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

© 2016 The Author. Published by Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.упр.срб). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

