

**TEHNIKA  
U SLUŽBI  
ARMIJE**

**VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD**

БИБЛИОТЕКА	
ДОМА ЈНА -- БЕОГРАД.	
Свр.	
Тираж	III-10-331 пр.
Инв.	
Бр.	1545



# VOJNA BIBLIOTEKA

## NAŠI PISCI

KNJIGA ČETRDESET TREĆA

### UREĐIVAČKI ODBOR

Martin DASOVIĆ, Boško ĐURIČKOVIĆ, Branislav JOKSOVIĆ,  
Petar MATIĆ, Veljko MILADINOVIĆ, Gojko NIKOLIŠ, Bogdan  
OREŠČANIN, Rajko TANASKOVIĆ,  
Milisav NIKIĆ (odgovorni urednik)

VOJNOIZDAVAČKI ZAVOD

БИБЛИОТЕКА ДОМА ЈНА -- БЕОГРАД	
Свој курс	Т/12-331 пр.
Кни бр.	1545

# ТЕХНИКА У СЛУЖБИ АРМИЈЕ

ZBIRKA NAGRAĐENIH ČLANAKA



БЕОГРАД  
1965.

СЕНТРАЛНА БИБЛИОТЕКА У  
БЕОГРАД

СНГ.

Ш-1а-331/1

инв. бр.

21164

## NAPOMENA IZDAVAČA

Uređivački odbor »Vojne biblioteke — naši pisci« Vojnoizdavačkog zavoda odlučio je da se u četiri knjige izda zbirka nagrađenih članaka *n a g r a d o m 2 2 . d e - c e m b a r* koji su izašli u toku 1962 — 1964. godine.

Do ove odluke došlo se zato što je ocenjeno da članci imaju određen teoretski značaj, a razrađuju, donekle, i našu vojnu misao

Zbirka će čitaocima pružiti ne samo skupljen aktuelni materijal, neku vrstu priručnika, već će poslužiti i kao podsticaj i osnova za dalji razvoj naših vojnih pisaca, naše vojne misli i vojnog dela.

Iako su članci podeljeni, prema tematici, u četiri knjige: »Izgradnja oružanih snaga«, »O borbenim dejstvima jedinica«, »Iskustva iz NOR« i »Tehnika u službi armije«, time nije određena njihova isključiva namena specijalistima, jer članci čine ipak organsku celinu namenjenu svim pripadnicima aktivnog i rezervnog kadra Armije.

Članci su štampani u onakvom obliku kako su i ranije objavljeni, a predstavljaju isključivo lično mišljenje pisaca, što je svakako korisno, jer se u JNA oduvek gajila borba mišljenja.

Posebna nam je želja da ovom zbirkom ukažemo našim starešinama, koji se do sada nisu ogledali i na vojnoteoretskom polju, da pisanje nije samo stvar uskog broja »profesionalnih« vojnih pisaca. Svaki naš starešina ima bogato bilo ratno, bilo mirnodopsko iskustvo, a naj-

češće i jedno i drugo, pa će njihov prilog predstavljati doprinos daljoj teoretskoj izgradnji naše vojne misli.

Takođe nam je želja da ove zbirke izazovu i žive kritičke osvrte koji, bar zasad, još nisu zauzeli ono mesto u našoj vojnoj publicistici koje im po njihovoj važnosti zaista pripada.

REDAKCIJA

## PRIPREME ZA REMONT TEHNIKE U RATU

Savremeni rat, pored ostalog, karakterišu: masovna vatra raznovrsnih oružja i oruđa namijenjena uništenju i obezglavljenju protivnika, brzi i odlučni pokreti trupa u taktičkim i operativnim razmjerama i kao uslov za jedno i drugo redovno pothranjivanje borbenih dejstava raznovrsnim materijalnim potrebama. Sve to, pak, počiva na tehničkim sredstvima kojima su zasićene današnje armije. Zato ispravnost, odnosno održavanje tehnike ima presudan uticaj, kako na ishod pojedinih bitaka, tako i rata u cjelini.

Održavanje i remont mnogobrojne i raznovrsne tehnike, kojom raspolaže savremena armija, predstavljaju obiman i vrlo složen posao i u doba mira, a pogotovo u ratu. Zato u mirnodopskom periodu treba da se izvrše svestrane materijalno-tehničke pripreme koje omogućuju brzo snalaženje u novim ratnim uslovima, jer mirnodopski sistem stabilnog remonta, na kojem se zasniva ispravnost tehnike u miru, gotovo u cjelini otpada u ratnim uslovima. Zbog toga se mirnodopski period mora svestrano iskoristiti za unapređenje i usavršavanje procesa rada kojim se stvaraju kako materijalno-tehnički uslovi, tako i organizaciono-tehnološki obrasci remonta za eventualni rat.

*Pokretni remont — osnovni vid remonta u ratu.* Održavanju i remontu tehnike u eventualnom ratu nije se do sada poklanjalo dovoljno pažnje na stranicama raznih vojnih publikacija prilikom opštih razmatranja problematike savremenih ratnih dejstava. To ne znači da se vojne starješine ne spotiču o ovaj vrlo značajan problem



i da ne traže odgovore na mnogobrojna pitanja iz toga domena. Ali, ima i neshvatanja suštine problema. Naime, u procjenama i pretpostavkama često se polazi od onoga što postoji u mirnodopskim uslovima, sa težnjom da se to isto sa manje ili više izmjena i dopuna prilagodi uslovima koji će nastati u ratu. Međutim, baš u takvom shvatanju se krije suština nerazumijevanja. I u doba mira, kod relativno dobro popunjenih stokova rezervnim dijelovima i reprodukcijom materijalom, pri normalnom transportovanju materijalno- tehničkih sredstava do remontnih zavoda i radionica i ostalim pogodnostima koje obezbjeđuje normalno stanje u zemlji — ciklus remonta pretežnog broja tehničkih sredstava traje i preko 6 mjeseci. Samo ta činjenica govori da se za remont tehnike u ratu moraju tražiti druga, efikasnija rješenja.

Ako se, na primjer, uzme 150—200 km kao dnevni prosjek u eksploataciji jednog transportnog vozila, resurs od 30.000 do 40.000 km trajao bi preko 6 mjeseci. Slično je i sa oruđima, i pored toga što je njihovo naprezanje srazmjerno intenzivnije. U stvari, osnovni zahtjev remonta u miru je da osposobi čitavu tehniku za potrebe rata. Prema tome, procenat kvarova uslijed dotrajalosti prema onima koji će nastati od oštećenja u borbenim dejstvima biće neznatan. Kad se još uzmu vrlo ograničene mogućnosti transporta oštećene tehnike do stabilnih radionica u pozadini, zbog relativno velike udaljenosti i zakrčenih puteva, čak ako bi njihova postrojenja bila pošteđena od razaranja, sa remontom kakav je danas gotovo se ne može računati.

Prema podacima iz drugog svjetskog rata, karakter kvara na tehnici, ako se uzme potpuno uništenje vozila, oruđa ili nekog od ključnih sklopova ili agregata, bio je takav da su se, uz brze i efikasne intervencije tehničkih jedinica oštećena tehnička sredstva vraćala u stroj u relativno kratkom vremenu. U eventualnom ratu će procenat uništene tehnike biti svakako veći, ali to neće izmijeniti namjenu tehničkih jedinica.

Jasno je da neće biti mogućnosti da se oštećena tehnika sa poprišta ratnih dejstava evakuše u pozadinu do

stabilnih radionica i zavoda, opravljaju i za nekoliko mjeseci vraća jedinicama. Ako bi čak i bilo vremena za evakuaciju oštećene tehnike, na nekom od puteva sa ograničenom propusnom moći u pozadini operativnih ili taktičkih jedinica, neće biti mjesta spoj koloni sa oštećenim vozilima, kada će se pojaviti mnogo prioriternija evakuacija ranjenika, dotur municije i drugih borbenih potreba. U prošlom ratu je bilo mnogo slučajeva da su zbog trenutnog zastoja motora (kad je za otklanjanje kvara bilo potrebno samo nekoliko minuta) ovakva vozila otiskivana u provaliju da ne bi dolazilo do zastoja neke važne auto-kolone.

U eventualnom ratu svakako će procenat oštećene tehnike biti veći. Ali i pored toga osnovni zadatak remonta će biti baš u brzim i efikasnim intervencijama. Zato kroz temeljito izučavanje, sumiranje dugogodišnjih vlastitih i tuđih iskustava može se doći do zaključka da su za ratne uslove najpogodnije lake i brzo pokretne tehničke jedinice, sa pokretnim radionicama takvog tipa i strukture da se mogu brzo i lako razvijati, sa takvim alatom i uređajima kojima će ljudstvo brzo i efikasno izvoditi radove pod najtežim uslovima, sa odgovarajućim sistemom snabdijevanja rezervnim dijelovima, sklopovima i agregatima, osloncem na proizvodne kapacitete u pozadini itd.

Ni na vozilima ili oruđima koja ispadnu iz stroja usled dotrajalosti, u ratu se neće vršiti remont onako kao u doba mira. Jer, trajanje glavnih sklopova, podsklopova i agregata na tehničkim sredstvima je različito. Ako jedno vozilo otkáže zbog dotrajalosti motora, to ne znači da i na ostalim sklopovima ili podsklopovima (menjačkoj kutiji diferencijalu i sl.) treba vršiti generalni remont i to na klasičan mirnodopski način čekajući nekoliko mjeseci dok se vozilo vrati u stroj. Za zamjenu motora je potrebno 5—6 sati, što za nuždu mogu izvršiti dva ili tri čovjeka pod vedrim nebom. Dakle, organizacija remonta u ratu mora se zasnivati na spremljenim rezervama sklopova, podsklopova i agregata, na dobro organizovanom sistemu snabdijevanja, elastičnim i brzo pokretnim tehničkim jedinicama.

Prema podacima nekih autora, od ukupne oštećene tehnike na pojedinim frontovima u II svjetskom ratu, dvije trećine, a ponekad čak i 85%, je remontovano u pokretnim, a ostatak u stacioniranim remontnim radionicama. Ovaj podatak je naročito karakterističan ako se uzme u obzir prostranstvo zemalja zaraćenih strana, zatim II svjetski rat u kojem je uvijek bilo moguće povući granicu između fronta i pozadine, odsustvo nuklearnog i drugog oružja koje će dati sasvim drugu fizionomiju eventualnom ratu.

*Materijalno-tehničke pripreme u miru.* Izuzimajući preventivne mjere i sitnije opravke koje se vrše u nižim tehničkim jedinicama, osnovu na kojoj počiva ispravnost armijske tehnike u miru čine remontni zavodi i radionice. Njihova organizacija rada i proizvodni proces u cjelini proističu iz toga osnovnog zadatka i moraju biti njemu podređeni. Ali kako se ne može računati sa takvim sistemom remonta nakon izbijanja eventualnog rata, moraju se kroz rad zavoda i radionica u mirnodopskom periodu maksimalno iskoristiti sve mogućnosti za brz i efikasan prelazak na ratni sistem remonta. Dakle, remontni zavodi i radionice kroz svoj rad u miru stvaraju materijalno-tehničku bazu pokretnom remontu u ratu.

Osnovni zadatak zavoda i radionica u miru je dovođenje u ispravnost najvećeg procenta neispravne tehnike prije izbijanja ratnih dejstava. No, samim izvršenjem tog zadatka, zavodi i radionice ne bi u potpunosti odgovarali svojim obavezama. Upravo, kroz te osnovne obaveze je moguće vršiti pripreme i stvarati uslove za uspješno djelovanje pokretnih tehničkih jedinica. Jer, dobra unutrašnja organizacija u proizvodnim pogonima, sistem rada, planiranje, a naročito unapređenje tehnologije remonta, obezbjeđuju da se iskustva i rješenja prenesu na pokretne tehničke jedinice i prilagode terenskim uslovima remonta. Gro stručnog kadra za pokretne tehničke jedinice će obezbjeđivati remontni zavodi i radionice. Razumije se da će iskustvo stečeno u dugogodišnjem radu u zavodima i sistematska obuka kroz intervencije na terenu koje se re-

dovno izvode, obezbijediti ovom kadru da se brzo snađe i u ratnim uslovima.

Postoje dva osnovna načina organizovanja remontnih zavoda: univerzalni u kojima se opravljaju sva tehnička sredstva koja se nalaze u naoružanju i opremi armije, i specijalizovani gdje se opravljaju tehnička sredstva samo određenih marki i tipova. Osnovni argument pri odbrani prvog načina je potreba za samostalnošću ili autarhičnošću određene teritorije zemlje u ratu. Međutim, baš taj cilj se ovim ne postiže, jer zasniva funkciju tehničke službe u ratu na vrlo krupnim industrijskim postrojenjima kao što su remontni zavodi — koji zbog ogromnog asortimana tehničkih sredstava koji se na njih oslanjaju ne odgovaraju potpuno ni u doba mira — značilo bi rizikovati da u najkritičnijim trenucima zataji tehnika. Kad se govori o proizvodnim teškoćama ovih industrijskih postrojenja i u doba mira, onda treba znati da su prostrane hale, najsavremenija oprema, tehnološki proces po linijama i ostala dostignuća savremenog proizvodnog procesa što obezbjeđuje remont tehnike u velikim serijama, i pojedinačno (ili u ograničenom broju) pristizanje raznorodne tehnike na remont u očiglednoj protivurječnosti. Tu se ne može govoriti o normalnom korišćenju instaliranih kapaciteta. Pristupa se uglavnom pojedinačnom, zanatskom sistemu remonta koji zavisi od broja i umješnosti visokokvalifikovanih majstora. Dakle, dešava se da na jednoj strani stoje nedovoljno iskorišteni kapaciteti, a na drugoj neopravljena tehnika. Raznovrsnost tehnike po markama i tipovima je, u stvari, plaćanje danka privrednoj zaostalosti.

Prema tome, bolje je ići na specijalizaciju remontnih zavoda i uvođenje tipiziranog sistema remonta u miru, jer se tim postižu znatne prednosti, a pogotovo je na taj način moguće uspješnije vršiti materijalno-tehničke pripreme za pokretni remont u ratu.

Grupisanjem većeg broja tehničkih sredstava jednog ili srodnih tipova po remontnim zavodima, moguće je da se izvrši solidna tehnička priprema, dobro organizuje rad, iskoriste alati, uređaji i mašine, izradi tehnička dokumen-

tacija, primjene najcjelishodniji tehnološki postupci i u cjelini iskoriste postojeći kapaciteti izgrađeni za takvu namjenu. Samim tim se skraćuje ciklus remonta, čime se postiže osnovni cilj, tj. dovođenje u ispravno stanje najvećeg broja tehničkih sredstava. To je najbolji put da se što potpunije koriste postojeći remontni kapaciteti u doba mira i stvara materijalna osnova remonta u ratnim uslovima.

Kod univerzalnog sistema remonta inženjerijsko-tehnički kadar obično ne dospijeva da obuhvati ni najosnovnija stručna pitanja iz oblasti remonta za tako velik broj raznovrsnih tehničkih sredstava. Ukoliko se pristupi izradi i kompletiranju tehničke dokumentacije za neka masovnija tehnička sredstva, to se istovremeno radi na nekoliko mjesta i na taj način se rasipaju i onako oskudne snage. Bitno je i to da takav rad ne obezbjeđuje da se na jedinstven način vrše zahvati u remontu na svim sklopovima i agregatima vozila ili oruđa, što bi obezbjedilo efikasniju organizaciju, veću produktivnost i bolji kvalitet rada. Tipizacija remonta u osnovi eliminiše ove probleme. Koncentracija stručnog kadra na rješavanja problematike za ograničeni broj tehničkih sredstava ne samo da pospješuje i usavršava remont u miru već obezbjeđuje izučavanje i postepeno praktičnu primjenu najcjelishodnijeg načina remonta u izmijenjenim ratnim uslovima. Riječ je u prvom redu o utvrđivanju samo najneophodnijih zahvata koji će obezbjeđivati da se tehničko sredstvo brzo vrati u stroj i normalno funkcioniše; o usvajanju najcjelishodnijih garnitura opštih i specijalnih alata, kompleta rezervnih dijelova, koji će tehničkim jedinicama omogućavati da brže i efikasnije intervenišu itd. Samo se tipiziranim remontom može razraditi jedinstvena tehnologija za svako tehničko sredstvo, gdje će tehničke radionice, počev od onih iz trupa, pa do remontnih zavoda, zauzeti svoje mjesto i svaka od njih preuzeti svoj zadatak. Ukupan zbir svih tih zadataka čini organsku cjelinu i obuhvata radove od vozača ili posluge oruđa pa sve do visokokvalifikovanog majstora u remontnom zavodu. A čim se precizira ko šta treba da radi, određuje se i čime (alati i uređaji), zatim normativi

rezervnih dijelova i potrošnog materijala, struktura radne snage i dr. To sve zajedno čini uspon u organizaciji i tehnologiji remonta koji predstavlja ne samo solidnu osnovu za primjenu stečenih iskustava i u najtežim ratnim uslovima već i materijalno-tehničku bazu za uspješnu funkciju tehničke službe u ratu.

S tim u vezi neophodno je mijenjati i postojeće tehničke uslove koji propisuju zahvate ili nomenklaturu radova pri remontu tehničkih sredstava. Neki od tih radova niukoliko ne utiču na kvalitet remonta, a znatno ga poskupljuju i usporavaju. Važno je da se postave takvi tehnički uslovi koji će da garantuju najneophodnije radove, obezbjeđuju kvalitet remonta i ujedno brz povratak tehničkih sredstava u stroj. Najnužnije poslove svršiti za najkraće vrijeme — to je osnovni princip remonta u ratu.

*Agregatni sistem remonta.* U savremenom ratu vrijeme je bitan činilac. Zato se pri remontu ne može računati sa tehnološkim postupcima koji zahtijevaju duge i složene operacije vezane za glomazne i komplikovane uređaje i mašine. To će biti pretežno montažno-demontažne operacije vezane za zamjenu oštećenih sklopova, podsklopova i agregata, bravarsko-zavarivački radovi, izvjesna dograđivanja i slično. Prema tome, tu se jedino može računati sa agregatnim sistemom remonta. To znači da sa uvođenjem ovoga sistema treba čekati dok ne izbije eventualni rat. U industrijski razvijenim zemljama i njihovim armijama je to jedini način remonta. Ali, u manje razvijenim zemljama i armijama koje u svom naoružanju i opremi imaju tehniku raznovrsnih maraka i tipova, prelaz na taj sistem je vrlo delikatan problem. Naime, agregatni sistem remonta ne može se »uvesti«, nego se kroz duge i obimne organizacijsko-tehničke i druge mjere to mora pripremiti. S obzirom na velik broj raznovrsnih maraka i tipova nije moguće govoriti o obezbjeđenju dovoljnih količina rezervnih sklopova i agregata za čitav asortiman da bi se mogao primijeniti agregatni sistem remonta. Tipizacija remonta samo unekoliko rješava ovaj problem i zbog toga je neophodno uporedo planski i sistematski raditi na

tipizaciji remonta i standardizaciji materijalno-tehničkih sredstava, kao što se to danas radi svuda u svijetu. Na primjer, u armijama NATO pakta intenzivno se sprovodi standardizacija oružja i vozila po vrstama i kategorijama. Pri tom se ide toliko daleko da tamo gdje nije mogućna standardizacija zbog namjene, kao recimo kod vozila, sprovodi se standardizacija glavnih dijelova ili sklopova motora za vozila različitih kategorija.

Grupisanjem svih tehničkih sredstava jedne marke ili tipa u jedan remontni zavod obezbjeđuje se da se temeljito prostudiraju i preciziraju zahvati pri remontu u tehnološkom smislu kako u miru tako i u ratu. To se utvrđuje uputstvima i crtežima sadržanim u tehničkoj dokumentaciji koja se dostavlja svim radionicama i tehničkim jedinicama u čiju nadležnost spada remont i održavanje tehnike prema određenoj nomenklaturi radova. Upućivanje kompletnih tehničkih sredstava određene marke ili tipa u remontne zavode dolazi u obzir samo u prvoj fazi tipizacije. Kasnije, kad se razradi kompletna tehnologija po nomenklaturi radova za sve tehničke jedinice, svaka jedinica ili radionica preuzima svoj dio poslova, a u zavode dolaze samo osnovni sklopovi i agregati koji se tada mogu brzo i efikasno remontovati i slati nižim radionicama i tehničkim jedinicama na ugrađivanje.

Razrađena tehnologija opravki i tehnička dokumentacija su samo dio posla u pripremama za prelazak na agregatni sistem remonta. Osnovne su materijalno-tehničke pripreme. Obezbeđenje rezervnih dijelova, osobito kad se raspolaze raznim vrstama i tipovima tehničkih sredstava, čini velike teškoće. Mada se za svaku vrstu ili tip raspolaze izvjesnim količinama rezervnih dijelova, može se ponekad desiti da im se izgubi evidencija ako se rasture po skladištima šrom zemlje. Zato, usmjeravanje određenih tipova tehničkih sredstava na remontne zavode povlači za sobom i isto takvo usmjeravanje svih količina rezervnih dijelova za njih. No, samim tim se ne rješava problem pomanjkanja rezervnih dijelova. Rezervni dijelovi se mogu uspješno proizvoditi u remontnim zavodima, ali opet najveći problem predstavlja različit asortiman i vrlo ograni-

čene količine. Naime, proizvodnja u remontnim zavodima je spora i nerentabilna, jer se iste stavke proizvode, umjesto u velikim serijama na jednom mjestu, na desetine ili stotine komada na nekoliko mjesta. Prelazak na sistem da svaki zavod preuzme remont ograničenog broja tipova tehničkih sredstava povlači za sobom i drukčiju organizaciju proizvodnje rezervnih dijelova. Ona treba da bude sistematizovana i isplanirana, bilo da se oslanja na pogone samih zavoda ili na specijalizovana privredna preduzeća. U svakom slučaju, ne samo da će se raditi u velikim serijama i rentabilnoj proizvodnji već će postojati i vrlo dobre mogućnosti za svestranije planiranje, stvaranje rezervi i obezbjeđenje tehničkih jedinica kompletima rezervnih dijelova po normativima, što je uslov da one odgovore svojim zadacima i u teškim ratnim uslovima.

Agregatni sistem remonta se ne može ni zamisliti bez precizno razrađene nomenklature radova svake tehničke jedinice, a naročito bez dobro provjerenih normativa rezervnih dijelova koje svaka radionica ili tehnička jedinica mora imati u svom kompletu i redovno ih popunjavati. Suština kompleta rezervnih dijelova koji će pripadati svakoj jedinici je u tome što će ona u svakom momentu raspolagati potrebnim asortimanom ključnih dijelova, sklopova, podsklopova i agregata koje je moguće brzo ugraditi i na taj način tehnička sredstva u najkraćem vremenu vratiti u stroj. Pored toga, zadatak normativa je da kompleti koji se po njemu formiraju ne preopterećuju jedinicu suvišnim materijalom. Znači, moraju se raditi na temelju dublje studije i dugoročnog mirnodopskog iskustva.

*Nomenklatura radova ili stepenovanje tehničkih jedinica*, kojim su precizirani radovi svakoj jedinici u sistemu održavanja i remonta tehnike, najviše se kritikuje kao krut i neefikasan sistem. Pri tome se ističe da su tehničke jedinice sposobne za veće zahvate i da se mnogo gubi što im se to ne dozvoljava. Ova kritika se ne može održati. Stepenovanje tehničkih jedinica ili nomenklatura radova, nije ništa drugo nego određivanje svakoj tehničkoj jedinici šta sa svojim ljudstvom i alatima treba i može ura-



diti na tehničkim sredstvima u određenoj vremenskoj jedinici. A to zahtijeva određeni broj radnika raznih stručnosti, zatim vrste i broj alata, mašina i uređaja i količina rezervnih dijelova i potrošnog materijala koji se nalazi u kompletu. Dakle, stepenovanje jedinica ili nomenklatura radova u remontu je tehnička kategorija bez koje se ne može zamisliti funkcija jedne organizacije koja raspolaže kompletnom opremom i raznim preciznim uređajima. Ili, konkretnije: može li se dozvoliti vozačima ili posadi oruđa da rastavljaju i oprave komplikovane uređaje na tehnicima, a za to nemaju ni alata niti stručnih kvalifikacija? Ako su oni osposobljeni i naviknuti da redovno obavljaju svoje osnovne dužnosti na tehničkim sredstvima: preglede, pranje i podmazivanje, ne samo što neće biti potrebe da sami vrše opravke za koje nisu nadležni, nego će biti manje potreba da to rade i nadležne više jedinice. Jer, tamo gdje su vozači dobro obučeni i redovno obavljaju svoje osnovne dužnosti, javlja se najmanje kvarova. Ili, ako se tehničkoj radionici u nižim jedinicama, umjesto svakodnevne brige i stručnog nadzora nad funkcijom složenih mehanizama tehničkih sredstava i određenih stručnih intervencija, da zadatak da vrši demontiranje pojedinih sklopova ili podsklopova bez specijalnih alata i stručno obučениh ljudi, to bi išlo ne samo na uštrb osnovnih zadataka nego bi se gubilo i dragoceno vrijeme, a umjesto stručne opravke uz primjenu određenih instrumenata i uređaja, dolazilo bi do raznih improvizacija, pa i oštećenja tehnike.

Pri nomenklaturi radova u remontu polazi se od bitne činjenice: mjesta i zadataka jedinice u borbenom poretku. Prema tome, ako bi se, na primjer, proširila nomenklatura radova tehničkoj radionici u nižim jedinicama, morali bi joj se davati još neki radionički uređaji, proširiti komplet rezervnih dijelova i potrošnog materijala, povećati broj ljudstva i dr. Bio bi to balast koji bi jedinicu učinio nesposobnom za njene osnovne zadatke. Ilustracije radi uzmi-mo zamjenu motora na običnom ili vučnom vozilu. Po nomenklaturi radova to se vrši u tehničkoj radionici III stepena, odnosno u združenim jedinicama, a potrebno je, uz neophodne uređaje (ručnu dizalicu) oko 6 radnih časova.

Motor može zamijeniti i svaka radionica a za nuždu čak i kvalifikovani automehaničar uz pomoć vozača i njegovog pomoćnika. Ali, ako je za to potrebno 6 časova uz neophodne naprave, dakle pod najpovoljnijim uslovima, koliko će vremena biti potrebno ako se upotrebljava fizička snaga ljudi? Nije u pitanju ni to koliko će se izgubiti vremena, već da li će borbena situacija dozvoliti takve zahvate.

U remontu moraju postojati osnovni principi i tehničke norme, jer se na tome izgrađuje čitava organizacijsko-tehnička struktura jedinica i njihovo materijalno-tehničko obezbjeđenje. Upravo time se tehničkoj službi obezbjeđuje mogućnost da se brzo prilagođava komplikovanim ratnim situacijama. Osnovna tendencija mora biti da se remont tehnike vrši pod najpovoljnijim uslovima, uz težište da više tehničke jedinice brzo i efikasno pomognu nižim. Kad se ukaže potreba i kad to dozvoli konkretna situacija, zamjenu motora oštećenog vozila moći će da izvrši i sam vozač sa pomoćnikom i niko ga neće pozvati na odgovornost zbog prevazilaženja nadležnosti.

Agregatni sistem remonta sam po sebi unosi mnoge korekcije u postojeće nadležnosti određene nomenklaturom radova. Na primjer, pod generalnim ili remontom u V stepenu se u mirnodopskim uslovima podrazumijeva rastavljanje svakog tehničkog sredstva na sastavne dijelove, opravka ili zamjena dijelova i ponovno montiranje. Čak i u mirnodopskim uslovima ima suvišnih radova. U ratu, niti će biti potrebe ni vremena za radovima takve vrste, te remont u V stepenu u današnjem smislu najvjerovatnije neće ni postojati. U stvari, takvi zahvati se mogu vršiti samo u stabilnim pogonima uz glomazne uređaje i postrojenja koji će se teško moći koristiti u ratu. Ukoliko bi se i koristio neki dio pogona remontnog zavoda, svi naponi će se usmjeravati na to da to u prvom redu bude pogon koji će proizvoditi rezervne dijelove ili opravljati i kompletirati pojedine sklopove i agregate za potrebe pokretnih tehničkih jedinica.

*Obezbjeđenje rezervnim dijelovima, sklopovima i agregatima.* Rezervni dijelovi predstavljaju osnovni problem

remonta ne samo u miru nego i u ratu. Razlika je u tome što nedostatak dijelova u miru u nedogled produžava ciklus remonta, jer pojedina tehnička sredstva često gotovo završena čekaju mjesecima zbog neke sitnice, dok bi takvo stanje u ratu sasvim paralisalo remont. Prema tome, najvažnije pitanje koje stoji pred tehničkom službom u doba mira jeste stvaranje potrebnih količina rezervnih dijelova, sklopova, podsklopova i agregata za ratne potrebe. U rješavanju toga važnog zadatka, posebno mjesto zauzima služba tehničkog snabdijevanja. Jer, dok tehnička služba kroz tipizirani remont stvara materijalno-tehničke uslove za proizvodnju rezervnih dijelova u velikim serijama, i dok izrađuje normative rezervnih dijelova i rješava sva ostala stručna — tehnička pitanja, službi tehničkog snabdijevanja su stvoreni uslovi za dugoročnije planiranje, kompletiranje i zanaavljanje rezervi, za stokiranje rezervnih dijelova prema broju, vrstama i rasporedu tehničkih sredstava itd. Proizvodnjom rezervnih dijelova u dobi mira postiže se u prvom redu visoka produktivnost rada, što znači rentabilnost. Mogućnost (zbog velikih serija) da se relativno brzo zadovolje potrebe zavisi od finansijskih sredstava i, što je najbitnije, to je u stvari konzervacija ljudskog rada izvršenog u najpovoljnijim uslovima, kojim se uz relativno malo utrošenog živog rada, u tehničkim jedinicama (za montažu i eventualne dorade) osposobljavaju oštećena tehnička sredstva. Znači, obezbjeđuje se produktivnost rada i efikasnost tehničke službe kroz prethodno uloženi i svojevrsno konzervisani ljudski rad, što se može uporediti sa produženjem funkcija ljudskog organizma pomoću konzervisane krvne plazme.

Naročiti problemi u pogledu rezervnih dijelova javljaju se kod tehničkih sredstava koja se ne proizvode u sopstvenim preduzećima. Pri osvajanju rezervnih dijelova za ovu tehniku treba savladivati niz tehničkih i tehnoloških teškoća. Što se tiče tehnike iz domaće proizvodnje, takve teškoće sasvim otpadaju, i samim usvajanjem i uvođenjem nekog tehničkog sredstva u naoružanje ili opremu armije riješena su i sva tehnička pitanja u cjelini i u de-

taljima. Ostaje samo da se odredi asortiman i količina rezervnih dijelova koje treba proizvesti imajući u vidu i tehnički i ekonomski aspekt pitanja. Na taj način može se postići rentabilitet u proizvodnji, jer se radi o velikim serijama i proizvodnji na visoko produktivnim mašinama.

Za rješenje pitanja rezervnih dijelova tehnike sopstvene proizvodnje važna su četiri osnovna elementa: normativi, dobro prostudiran plan, finansijska sredstva i čvrsta obaveza proizvođača prema održavanju i remontu tehnike tokom eksploatacije. U tom smislu treba i proizvođača obavezati ugovorom o isporuci novih tehničkih sredstava.

Posebno je pitanje kako čuvati rezervne dijelove. Ako se, na primjer, neki agregat rastavi na sastavne dijelove i tako čuva u skladištima, to ne odgovara ratnim potrebama, nego sistemu remonta u kojem, prema nomenklaturi radova, tehničke jedinice rastavljaju pojedine sklopove i agregate, zamjenjuju ili opravljaju pojedine dijelove i ponovo ih montiraju. Pošto takav način remonta nužno otpada u ratu, to se imperativno nalaže kompletiranje i pretvaranje svih detalja u sklopove, podsklopove i agregate i njihovo čuvanje u skladištima u takvom stanju. Pored ostalog, time se uprošćava i funkcionisanje skladišne službe, jer se uveliko olakšavaju evidencija, identifikacija i brzo realizovanje prispjelih trebovanja. Zato takav način skladištenja odgovara i u doba mira.

Nije teško shvatiti na kakve bi se teškoće naišlo kad bi jedinica u ratu u ograničenom vremenu morala izvršiti dugi marš i pripremiti tehniku za odlučni boj izuzimajući iz skladišta rezervne dijelove u rasutom stanju. Pored teškoća oko identifikacije dijelova, jer se na ažurnost ratne kartoteke ili bilo kakve druge evidencije ne može računati, tehnička jedinica ne bi dospjela da iskoristi ni najmanje količine dijelova jer se u takvim uslovima može računati samo sa gotovim sklopovima i podsklopovima. Vrijeme je presudan činilac u takvim situacijama. Pored toga, dovoljno je da nedostaje samo neka sitnica pa da se čitav sklop ne može koristiti.

*Osnovne karakteristike pokretnih radionica.* Pokretne radionice naslijeđene iz II svjetskog rata konstruisane su prema tadašnjim zahtjevima i potrebama te ne odgovaraju u novim uslovima. Na njima treba mnogo šta mijenjati i podešavati da bi odgovarale u eventualnom ratu. Na primjer, u jedinicama III stepena postoji velik broj specijalizovanih radionica (radioničkih vozila) sa glomaznom i nepotrebnom opremom gdje se gro opštih alata multiplicira. Postoje i neka udvojena sredstva za opskrbljenje jedinice na više pravaca. Kad se dodaju vozila za prevoz rezervnih dijelova, koja u stvari predstavljaju pokretna skladišta sa ladicama i detaljima prema sistemu poslovanja u miru, dobija se kolona od nekoliko desetina vozila, koja bi se u eventualnom ratu teško mogla probiti zakrčnim drumovima i pratiti svoju jedinicu. Drugi problem je organizacijsko-tehnološke prirode. Univerzalne mašine i drugi komplikovani uređaji namijenjeni su raznim doradama i izradi prostijih rezervnih dijelova. S obzirom na vrijeme potrebno za instaliranje ili pripremu za premještanje ovih tehničkih jedinica u vrlo dinamičnim borbenim dejstvima, sigurno je da oni ne bi bili efikasni, pa se ne bi moglo ni računati sa korištenjem ovog zamašnog mašinskog parka i ostalih uređaja. Nije teško shvatiti da za vrijeme borbenih dejstava u budućem ratu dvadesetak pa i više kilometara od prednje linije neće moći da se razviju nikakve pokretne radionice niti će se tu vršiti remont po obrascima iz II svjetskog rata. To ne znači da grupe mehaničara sa lakim vozilima i garniturama ručnih alata neće uspjevati da na licu mjesta opravljaju lakše oštećena vozila, ili da ih dovezu ili odvuku na sklonjeno mjesto gdje će ih osposobiti za dalju upotrebu. Po svemu sudeći biće neophodno da se mijenja i u II svjetskom ratu usvojen sistem evakuacije oštećene tehnike. Trupne jedinice moraće se u budućem ratu osloboditi evakuacije tehnike, kao i vozila predviđena za tu svrhu, s tim što će taj zadatak da preuzmu pozadinske jedinice viših komandi.

Da bi radionice, naslijeđene iz II svjetskog rata, odgovorile svojoj namjeni u eventualnom budućem ratu treba prije svega smanjiti ukupan broj radioničkih vozila za

1/3 do 1/2. Uzimajući u obzir da se remont tehnike za vrijeme trajanja borbenih dejstava neće moći izvoditi, otpala bi i radionička vozila predviđena za podršku jedinica na posebnom pravcu. Smanjivanje broja radioničkih vozila može se postići fuzijom pojedinih radionica, na primjer, za opravku pješadijskog naoružanja i artiljerijska u radionicu za naoružanje; odjeljenje za opravku motora i odjeljenje za opravku transmisija, uređaja i mašina mogu se svesti na jedno; uz instaliranje nekih uređaja i instrumenata u mehaničarskoj radionici može se ukinuti posebna električarska radionica itd. Uz to je neophodno da se razmotri i upotreba opštih i standardnih alata da bi se izvršila dopuna specijalnim za opravku pojedinih dijelova ili sklopova tehničkih sredstava i na taj način radionice učinile univerzalnijim. Što se tiče svrsishodnosti skupih i komplikovanih uređaja i univerzalnih mašina namijenjenih za izradu pojedinih rezervnih dijelova, vrlo su male mogućnosti da će oni biti korišteni u jednoj dinamičnoj borbenoj situaciji. Upravo, ti vrlo skupi i deficitarni uređaji i čine pokretne radionice glomaznim i po broju vozila i po konstruktivnom rješenju karoserije. Prema tome, da bi ta radionička vozila odgovarala svojoj namjeni u eventualnom ratu, moraju imati lake i jednostavnije karoserije, opremljene alatima i uređajima koji će obezbjeđivati efikasno izvođenje onih radova koji će biti mogućni pri vrlo brzim borbenim dejstvima. Bez dobre snabdjevenosti remonta rezervnim dijelovima, sklopovima, podsklopovima i agregatima, ne može se računati na efikasan remont i pored najbolje opremljenih radionica. Dakle, radionice moraju biti opremljene uređajima i alatima za brzo i jednostavno obavljanje montažno-demontažnih, bravarsko-zavarivačkih i ostalih radova. U sastavu tehničke jedinice su neophodna laka vozila, koja će se sa garniturama alata i grupom mehaničara isturiti kao pomoć nižim jedinicama.

Postojeća uska specijalizacija radioničkih vozila odraz je toga što su postojale samostalne tehničke službe po rodovima. Objedinjavanje nekih od njih u jedinstvenu tehničku službu, povlači neophodnost revizije radioničkih

alata i opreme tih radionica kako bi one postale univerzalne. To je neophodno učiniti i sa radioničkim vozilima namijenjenim opravci inženjerske tehnike, gdje inače postoje velike mogućnosti, jer je težište na remontu motora i vozila, uz dodatak specijalnih uređaja, za što se moraju obezbijediti odgovarajući alati i stručni majstori.

*Korišćenje remontnih radionica iz privrede.* Prelaskom na ratno stanje neće se u cjelini moći računati sa remontnim zavodima, kao krupnim industrijskim postrojenjima, niti sa cjelokupnom organizacijom i sistemom remonta iz doba mira. Međutim, pri organizovanju agregatnog sistema remonta, ne treba sasvim odbaciti mogućnost korištenja izvjesnih dijelova tih kapaciteta i postrojenja, uglavnom za izradu nekih važnih dijelova ili sklopova. Zato su neophodne opsežne pripreme u miru, kao što su izrada plana proizvodnje, kompletna i precizna tehnička dokumentacija, obezbjeđenje kritičnim sirovinama, polufabrikatima i reprodukcijom materijalom, izvorima energije itd. imajući u vidu rad u raseljenim pogonima.

Slična je situacija i sa privrednim remontnim radionicama, mada se tu pojavljuju i izvjesne specifičnosti. Veliki broj vozila iz privrede popunjava potrebe ratne armije. U doba mira ta vozila su oslonjena na mnogobrojne remontne radionice i servise širom zemlje, na mreže prodavnica rezervnih dijelova i slično. Najviše tih radionica je u privrednim i administrativnim centrima, te na njihovo korištenje u ratu treba računati sa velikim rezervama. No, činjenica je da će sva vozila koja budu u opremi ratne armije obezbjeđivati tehnička služba, i to se mora imati u vidu i u tom pravcu vršiti pripreme. Obim i vrsta tih priprema izlaze iz domena ovog razmatranja. Ukoliko u voznom parku javnog saobraćaja preovlađuju vozila sopstvene proizvodnje, utoliko će biti tehničkoj službi lakše da organizuje održavanje u ratu. Takođe će to biti lakše ako prilikom konstruisanja sopstvenih vozila za potrebe privrede više učestvuju armijski tehnički instituti, naročito u pogledu pogodnijih i jednostavnijih tehničkih rješenja u cilju lakšeg održavanja i remonta pri najtežim

uslovima eksploatacije. Jer, nije teško zamisliti kakve teškoće će predstavljati za tehničku službu održavanje kamiona ako se, na primjer, na 200 mjesta za podmazivanje upotrebljava 8 ili 12 vrsta maziva. A takvih slučajeva ima kod vozila koja se nalaze u javnom saobraćaju. Težnja je konstruktora da nove konstrukcije cijene više po tome koliko odgovaraju funkcionalnoj, radnoj namjeni tokom eksploatacije, a ne i po tome koliko su pogodne za održavanje i remont.

Ne treba ispuštati iz vida ni mnogobrojne manje i veće radionice privrednih saobraćajnih preduzeća, poljoprivrednih organizacija i sl. koje se nalaze širom zemlje, jer one mogu u eventualnom ratu korisno poslužiti, bilo da se na njih oslone pokretne remontne radionice, ili da se opskrbe potrebnim materijalom za samostalan rad na remontu armijske tehnike. No, i u ovom se slučaju, bez obezbjeđenja rezervnih dijelova, može računati samo sa opštim radovima na tehničkim sredstvima, kao što su bravarski, zavarivački, stolarski i dr. što u izvjesnim momentima može biti značajno za osposobljavanje što većeg broja tih sredstava.

Postoji još jedan način za korišćenje civilnih i vojnih stabilnih remontnih radionica. U specijalizovanim pogonima, slično proizvodnji pojedinih rezervnih dijelova i sklopova, može se organizovati opravka ili regeneracija dijelova koji idu dalje u ostale radionice na doradu, montažu i kompletiranje, odakle bi se kompletni sklopovi upućivali tehničkim radionicama.

Regeneraciji rezervnih dijelova poklanja se danas velika pažnja i u industrijski najrazvijenijim zemljama. To se višestruko isplati, jer se sa relativno malo utrošenog rada i materijala vrlo skupi i vitalni dijelovi vraćaju u prvobitno stanje i ugrađuju u vozila ili oruđa, zamjenjujući nove, koji ne samo da su nekoliko puta skuplji već se često ne mogu ni nabaviti. Regeneracija dijelova je naročito važna kad je u pitanju tehnika inostranog porijekla, pošto su nabavke novih dijelova skopčane sa velikim teškoćama, a za neka tehnička sredstva, koja se više ne



proizvode, novi dijelovi se ne mogu uopšte nabaviti jer i ne postoje.

Ako se izuzmu vrlo visoka tehnička i tehnološka dostignuća u metodu zavarivanja pomoću kojeg se mnogobrojni dijelovi naprslih površina ponovo osposobljavaju, ostali metodi regeneracije obuhvataju sve dijelove osim kotrljajućih ležajeva i zupčanika.

Pored zavarivanja u praksi se primjenjuju još dva metoda regeneracije: metalizacija i tvrdo kromiranje. Metalizacija je nabacivanje rastopljenog metala pod pritiskom na ishabane površine, a tvrdo kromiranje je kad se to isto radi galvanskim putem.

Rentabilnost regeneracije može se najbolje sagledati na konkretnom primjeru. Nova radilica za motor TAM-pionir, na primjer, staje nešto preko 100.000 dinara. Troškovi regeneracije takve iste radilice koja se ni po čemu ne razlikuje od nove, iznosi manje od 10.000 dinara.

Regeneracija dijelova će biti naročito aktuelna u eventualnom ratu kad se neće moći računati na redovne izvore snabdijevanja. Ovo tim prije što postrojenja i uređaji za regeneraciju nisu glomazni i moguće ih je vrlo brzo instalirati.

Danas se u svijetu još dalje otišlo u pronalaženju novih i efikasnijih metoda regeneracije. Ti novi metodi su za nekoliko puta jeftiniji, uređaji jednostavniji i efikasniji i, što je najvažnije, lako i brzo se instaliraju i u najtežim uslovima.

S obzirom da su se i kod nas na regeneraciji dijelova postigli veliki rezultati, nema prepreka da se u mirnodopskom periodu regenerišu svi neispravni dijelovi i ugrade u sklopove i podsklopove, a ujedno savladaju i svi metodi regeneracije, kako bi se na najefikasniji način mogli primijeniti u eventualnom ratu.

## METODI PREGLEDA U SISTEMU ODRŽAVANJA VAZDUHOPLOVA

Brz razvoj tehnike na svim poljima imao je vanredan odraz na unapređenje konstrukcije i osobina vazduhoplova, povećavajući mogućnosti njihove svestranije i masovnije upotrebe. Zbog brzog razvoja tehnike vazduhoplovi su postali skup najvećih tehničkih dostignuća sabranih u jednom proizvodu. Ne osvrćući se na probleme konstruisanja i izrade aviona koji zahtevaju obučen kadar, sredstva i instalacije za održavanje, opravke i ispitivanja, to jest ova vrhunska tehnika zahteva posebnu organizaciju održavanja koju je potrebno neprestano usavršavati, a u nekim slučajevima i iz osnove menjati.

Više nego kod drugih vrsta tehničkih proizvoda, metod održavanja je vanredno velik, pa i mala poboljšanja u sistemu održavanja donose veliku ekonomsku korist i obrnuto. U ratnom vazduhoplovstvu ekonomska korist se može svrstati pod pojam borbene gotovosti.

Karakteristično je da je civilna avijacija u izvesnom smislu prednjačila u pronalaženju i izboru metoda održavanja što nije čudno, jer su u povoljnijem položaju pri odlučivanju kakav metod održavanja primeniti, s obzirom da ih ne ograničava borbena gotovost. Pritisnuta problemom rentabilnosti civilna avijacija dolazi do originalnih ideja u održavanju vazduhoplova, koje se u nekim slučajevima mogu primeniti i na ratno vazduhoplovstvo.

Cilj ovog članka je da u kratkim crtama objasni razne metode održavanja vazduhoplova u ratnom vazduhoplovstvu i načne diskusiju o korišćenju iskustva civilne avijacije za potrebe ratnog vazduhoplovstva.

Osnovni zahtevi pri izboru metoda održavanja vazduhoplova u civilnoj avijaciji su:

— smanjenje vremena (u satima i danima) u kome je vazduhoplov van upotrebe zbog osnovnih radnji u opsluživanju i održavanju,

— ravnomerno opterećenje vazduhoplova u prosečnom mesečnom naletu i povećanje ukupnog naleta pojedinog vazduhoplova,

— povećanje brojnog odnosa u korist vazduhoplova u upotrebi, od onih na kojima se vrši remont,

— ravnomerno opterećenje osoblja koje radi na održavanju vazduhoplova.

Nabrojani zahtevi odnose se i na ratno vazduhoplovstvo. Međutim, dok je u civilnoj avijaciji rentabilnost iskorišćenja vazduhoplova u prvom planu, dotle se ratnom vazduhoplovstvu u prvi plan stavlja sposobnost vazduhoplova za izvršenje borbenog zadatka. Prema tome, pored opštih zahteva za uspešno održavanje, u ratnom vazduhoplovstvu se traži:

— održavanje vazduhoplova u borbenoj spremnosti posle izvršenog zadatka, bez obzira na doba dana, uobičajeno radno vreme, godišnje doba, meteorološke uslove, ili neki drugi uticajni činitelj,

— što veća operativnost jedinica pri prebaziranju, brzini dejstva i prilagođavanja različitim uslovima života i rada,

— što veća osposobljenost pojedinaca, jedinica i organizacija za izvođenje većih radova na aerodromima, opsluživanje, održavanje i prihvatanje većeg broja raznih tipova vazduhoplova, uzimajući u obzir rentabilnost samo u nužnoj meri.

Ostvarenje navedenih zahteva ne sme uticati na bezbednost letenja. Pad ili porast broja tehničkih udesa po času letenja služi kao pokazatelj vrednosti organizacije.

Velik deo tehničkih problema, koji smanjuju mogućnost što većeg iskorišćenja ili otežavaju održavanje vazduhoplova, rešava se još u fazi projektovanja. Saradnja između konstruktora, proizvođača i korisnika je od vanrednog značaja, jer pored novosti u konstruktivnom rešenju

nekada u fazi projektovanja ili izrade i minimalna izmena može uveliko smanjiti broj radnih časova u održavanju i smanjiti potrebu za nabavkom posebnih uređaja za održavanje. Kao rezultat toga, na mnogim tipovima savremenih vazduhoplova mogu se uočiti vrlo praktična konstruktivna rešenja, koja olakšavaju održavanje, kao na primer: izrada strukture po sekcijama sa međusobno nezavisnim uređajima, ili s jednostavnom međusobnom vezom uređaja; ugradnja kompletnih elektronskih uređaja sa mogućnošću lakog pronalaženja kvara i zamene sklopa; ugradnja naoružanja na platformi kojoj se može lako prići, skidati ili otvarati; rešenje automatskih spojeva na cevovodima za gorivo, mazivo, hidroulje, alkohol, vazduh i kiseonik; korišćenje skoro potpuno pripremljenih klipnih i mlaznih motora sa nosačima i oblogama, čime se zamena motora skraćuje na minimum; punjenje goriva na jednoj tački pod pritiskom, kao i razna druga rešenja.

#### VRSTE PREGLEDA U SISTEMU ODRŽAVANJA VAZDUHOPLOVA

Opštepoznati pregledi i radovi u sistemu održavanja vazduhoplova izvode se posle određenog broja časova letenja ili vremenskog perioda i svode se na: predletne preglede, međuletne preglede, povremene preglede u jedinicama i radove u višem stepenu u kojima se vrši obnova resursa vazduhoplova. Neki od ovih radova su tokom vremena u suštini menjani, bar za izvesne tipove vazduhoplova, jer sistem održavanja mora obezbediti zahteve u upotrebi vazduhoplova, koji se stalno dopunjuju ili menjaju.

No, pre nego što pređemo na razmatranje pojedinih vrsta pregleda, osvrnućemo se na uticaj vrsta vazduhoplova i njihovih resursa na sistem održavanja.

Znamo da je nalet između pojedinih povremenih pregleda uglavnom isti, bez obzira na tip vazduhoplova. Međutim, resursi vazduhoplova (ukoliko postoje) su veoma različiti i daju se u časovima leta uz vremensko ograni-

čenje u godinama upotrebe, ili samo u časovima, ili u godinama upotrebe. Svaki tip vazduhoplova ima različit časovni resurs koji se kreće od oko 400 časova do više hiljada časova letenja. Slično je i sa motorima čiji se resursi kreću od oko 200 do 2.000 časova rada. Ovako velike razlike u resursima onemogućuju jednoobrazno planiranje obnove resursa, već se svaki tip vazduhoplova mora posebno razmatrati.

Razni tipovi osnovnih školskih aviona u većini slučajeva imaju skoro iste resurse, a za obnovu resursa se troši podjednak broj radnih časova. Kod transportnih aviona i helikoptera resursi su neujednačeni, pa je utrošak radnih časova za obnovu različit. Uzrok ovome je izrazita razlika konstruktivnih osobina i taktičko-tehničkih mogućnosti raznih tipova transportnih aviona i helikoptera. Usled toga naročito je važno utvrditi na koji način treba vršiti planiranje i obnovu resursa. Tako na primer dok transportni avion jednog tipa može poneti teret od 3.000 kg, dotle isti avion drugog tipa može da nosi 10.000 kg. Sigurno je, prema tome, da će transportna jedinica s avionima veće nosivosti imati za nekoliko puta veće kapacitete, tj. biće joj potreban toliko puta manji broj aviona, iako po pravilu neuporedivo skupljih. Da li će se prema tome dozvoliti da jedan avion bude više meseci van jedinice radi obnove resursa ili da poslovi oko opsluživanja traju suviše dugo? Sigurno ne, jer vazduhoplov velike nosivosti može za kratko vreme preneti na neku tačku jaku borbenu grupu ili odgovarajući teret, a u civilnoj avijaciji doneti veću korist. Ovaj problem se ne ističe naročito za jedinice i korisnika koji raspolaže avionima male nosivosti.

Ovakva situacija zahteva pronalaženje i izbor najpogodnijeg načina opsluživanja i održavanja vazduhoplova radi brže pripreme za letenje, kao i što dužeg zadržavanja vazduhoplova u jedinicama ili u prometu u civilnoj avijaciji. Sličan problem je kod borbenih vazduhoplova u ratnom vazduhoplovstvu. Iz ovoga izlazi, da borbene avione treba što duže zadržati u jedinicama kako bi se postigao veći momentalni efekat u slučaju njihove upotrebe.

S obzirom da vazduhoplovstvo u ratu prvo prima udare i prvo udara sa najvećom mogućnošću i da je zbog toga potrebno da brzina prelazi iz mirnodopskog u ratno stanje bude tako reći trenutna, to svaki vazduhoplov koji se nalazi u jedinici treba da bude ispravan i sa resursom da bi doprineo udarnoj snazi. Ako se izvestan broj vazduhoplova nalazi u ustanovama ili industriji radi obnove resursa, biće potreban veći broj dana dok ti vazduhoplovi dođu u jedinicu i da se koriste za borbene zadatke. Međutim, postavlja se pitanje da li će svi ti vazduhoplovi uopšte stići u jedinicu, jer su veća postrojenja vazduhoplovne industrije pogodni ciljevi za neprijateljsku avijaciju, te je verovatno da će usled njenog dejstva nastati štete i gubici. Prema tome, obnova resursa se mora izvoditi na način koji omogućava što kraće zadržavanje vazduhoplova u stalnim remontnim ustanovama. Situacija sa povremenim pregledima, međutim, nije kritična jer se tom prilikom skidaju samo neki sklopovi koji se lako mogu vratiti na svoje mesto i nastaviti sa letenjem, i izvršiti borbeni zadatak sa relativno malim rizikom gubitka vazduhoplova zbog skraćenog pregleda. Pored toga vazduhoplovi na kojima se vrši takav pregled predstavljaju manji cilj, lakše se zaštićuju i maskiraju.

## ODRŽAVANJE U JEDINICAMA

### PREDLETNI I POSLELETNI PREGLEDI

Predletni i posleletni pregledi su osnov za pravilno opsluživanje i održavanje vazduhoplova i kao takvi predstavljaju dve usko povezane radnje. Predletni pregled ima za cilj da utvrdi sposobnost vazduhoplova za izvršenje zadatka, a posleletni se vrši u cilju osposobljavanja i opsluživanja vazduhoplova za dejstvo posle izvršenog ili više dnevnih (noćnih) borbenih zadataka. Predletni pregled obuhvata kontrolu stanja vazduhoplova spremnog za let, a posleletni pregled i kontrolu stanja posle leta sa otklanjanjem sitnih kvarova nastalih za vreme leta.

Lista radova jednog i drugog pregleda je usko vezana, s tim što je načelna lista predletnog pregleda kraća i sadrži jednostavne radove, a lista posleletnog pregleda duža i sadrži složenije radove.

Dok je upotreba vazduhoplova bila ograničena, a konstruktivna izvedba jednostavnija, moglo se lako odrediti kada će se koji od ovih pregleda vršiti. Rešenje je najjednostavnije ako se predletni pregled vrši pre poletanja, a posleletni, ili na kraju letenja u jednom danu. Međutim, osobine vazduhoplova i rentabilnost korišćenja zahtevaju i drugačija rešenja. Najveći uticaj na izmenu ovih termina imali su avioni velikih kapaciteta, naročito u civilnoj avijaciji i helikopteri. Radi rentabilnijeg korišćenja vazduhoplova u putničkom saobraćaju, lista posleletnog pregleda pretapa se u listu pregleda pre leta, a izvesne radnje iz posleletnog pregleda se odlažu za kasnije i stvara nova lista pregleda. Na osnovu ovoga nastaje pojam o posleletnom pregledu koji bi mogao zadržati samo staro ime. Naime, na nekim letelicama posleletni pregled se izvodi nakon nekoliko dana, a na drugima posle određenog broja časova leta.

Za izvesne tipove vazduhoplova sam proizvođač preporučuje kada bi trebalo vršiti ove preglede; tako na primer, da se predletni pregled vrši pre početka letenja za sva letenja tog dana, a posleletni nakon svakih 5 do 10 časova letenja.

Prema tome, postoji više principa za vršenje predletnih i posleletnih pregleda, tako na primer:

— predletni pregled sa skraćenom listom radova izvršava se pre početka letenja u jednom danu, a posleletni pregled sa većom listom radova po završetku letenja u u istom danu.

Ovaj način je pogodan za borbene jedinice, gde se zahteva da vazduhoplovi budu spremni za dejstvo odmah posle završenog leta,

— predletni pregled sa produženom listom radova i posleletni pregled sa manjom listom radova vrši se u isto vreme kao i pregledi sa skraćenom, odnosno većom listom

radova s tim što lista posleletnog pregleda sadrži samo najnužnije radove (punjenje vazduhoplova i pregled samo poneke kritične tačke). Pored primene u civilnoj avijaciji, ovaj način je pogodan za školske jedinice ratnog vazduhoplovstva, gde se ne zahteva naročita borbena gotovost. Prednost je u tome što je ukupan utrošak vremena za vršenje oba pregleda manji jer ne treba dva puta skidati obloge, prenositi prislušna sredstva itd., ali zavisi od kvaliteta vazduhoplova jer veći broj kvarova koji bi se konstatovali posle letenja mogli bi omesti plan letenja za sledeći dan,

— predletni pregled sa listom šireg sadržaja pre početka letenja, a posleletni pregled nakon određenog broja časova letenja primenjuje se u civilnoj avijaciji, a može imati primenu za izvesne tipove vazduhoplova i u ratnom vazduhoplovstvu, naročito u školskim jedinicama,

— predletni pregled sa produženom listom radova i posleletni pregled nakon određenog broja časova letenja, ali vezanog sa određenim brojem dana letenja po izvršenom predletnom pregledu (uz izvršenje kratkih međuletnih pregleda) primenjuje se u civilnoj avijaciji, a njegova primena je moguća i u transportnim jedinicama ratnog vazduplovstva.

#### POVREMENI PREGLEDI

Obim radova na povremenim pregledima i učestalost vršenja u odnosu na časove leta reguliše određena komanda ili proizvođač. Broj radnji u početku ovih pregleda je po pravilu velik dok se kasnije brišu nepotrebni pregledi i ubacuju u radove pri predletnim i posleletnim pregledima, odlažu do sledećeg povremenog pregleda, ili se vrše modifikacije na vazduhoplovu radi pojednostavljenja održavanja. Daljim korišćenjem vazduhoplova nastaju novi problemi u održavanju jer izvesni delovi popuštaju, te se moraju povećati sigurnosti proširenjem obima radova ili povećanjem učestalosti pregleda. Iz ovoga izlazi



da je korisnik dužan pratiti ponašanje vazduhoplova u eksploataciji i zahtevati izmene u pregledima.

Organizacija izvođenja povremenih pregleda u jedinicama zahteva umešnost tehničkih rukovodilaca da bi obezbedili izvršenje svih propisanih radova i održavali predviđen procenat ispravnosti. Uslovi rada su naročito složeni pri forsiranom letenju, jer se tada brzo skupi veći broj vazduhoplova za povremene preglede.

Da bi obnova resursa povremenim pregledima bila što brža, potrebno ih je vršiti, ili bar počinjati u neletačke dane. Mogućnost za odabiranje najpovoljnijeg vremena radi izvođenja povremenih pregleda pruža se i time što nalet između povremenih pregleda nije strogo ograničen, već se dozvoljava izvesno odstupanje.

Povremene preglede u odnosu na izvršioca mogu izvoditi:

— avio-mehaničari zaduženi dotičnim vazduhoplovom, uz pomoć posebnih specijalista i avio-mehaničara čiji avioni ne lete,

— osoblje posebne operativne organizacije za vršenje povremenih pregleda i manjih opravki,

— osoblje polustalnih organizacija.

Sva tri načina imaju dobrih i loših strana, a zavise od tipa vazduhoplova. Za školske i borbene vazduhoplove manjih veličina najpogodnija su prva dva načina, jer to doprinosi poboljšanju praktičnog obučavanja čitavog osoblja koje održava i opslužuje vazduhoplove.

## ODRŽAVANJE U VIŠEM STEPENU

### OPŠTI PREGLEDI VAZDUHOPLOVA I PREGLEDI PO POTREBI

Najstariji način obnove resursa u časovnom ili vremenskom ograničenju su »opšti pregledi«. Karakteristika radova u tom stepenu je potpuno rastavljanje vazduhoplova na sklopove, a sklopove na sastavne delove. Očito je da ovaj način rada povlači za sobom dugo zadržavanje vazduhoplova u ustanovi koja vrši rad, te se kao

takav sve više napušta. Oправка komplikovanog, modernog vazduhoplova u jednoj ustanovi je po tom principu neizvodljiva, jer se nailazi na probleme specijalizovanja za sve vrste radova na opravkama i ispitivanju pojedinih sklopova. Poslovi se zbog toga šire te je nemoguće obučiti ljudstvo i opremiti ustanovu potrebnim uređajima za opravku, podešavanje i ispitivanje sklopova.

Tipični »opšti pregledi« odnose se više na vazduhoplove drvene konstrukcije. Izradom pretežno metalnih vazduhoplova omogućeno je produženje vremenskog i časovnog resursa vazduhoplova, zbog čega se postepeno smanjuje vreme zadržavanja na pregledu.

Da bi se postiglo što duže zadržavanje vazduhoplova u operativnoj upotrebi i smanjili finansijski izdaci po času leta, pristupa se savremenijim načinima obnove resursa, tj. »pregledu po potrebi«.

*Pregled po potrebi* je noviji način obnove resursa pri kome se ne vrši rastavljanje vazduhoplova i sklopova, već se vrši pregled onih delova koji najčešće popuštaju, a po potrebi i opravka sklopova. Zahvaljujući solidnom konstruktivnom materijalu, napretku u tehnologiji izrade i poboljšanoj zaštiti površina i delova, smanjen je uticaj opterećenja u letu, vibracija, atmosferskih i ostalih pojava na letelicu, te su te prednosti omogućavale nove načine obnove resursa. Tako na primer, za neke tipove vazduhoplova čak i nema propisanog vremenskog i časovnog resursa, no to ne znači da je time smanjen opšti broj časova za održavanje vazduhoplova. Na nekom tipu vazduhoplova može se povećati obim povremenih pregleda radi sigurnije dugotrajnije upotrebe i u te pregledi uneti časovna ograničenja za pojedine sklopove.

Načini održavanja vazduhoplova zavise od vrste vazduhoplova, kao i od ekonomskih mogućnosti zemlje. Ukoliko je neka zemlja u mogućnosti da uvodi u naoružanje, na primer, borbene avione u kraćem vremenskom periodu i ako se resurs aviona poklapa sa vekom njegovog trajanja, tada se uopšte neće predviđati »opšti pregled«, odnosno određivati resurs. Ekonomski slabije zemlje naj-

češće će duže vremena koristiti jedan tip vazduhoplova, pa će samim tim morati primenjivati »opšte preglede« ili »preglede po potrebi« čak i za isti tip vazduhoplova.

Ukidanje »opštih pregleda« i »pregleda po potrebi« kod bogatijih zemalja ili smanjenje operacija pri tim radovima kod siromašnijih, može imati neželjene posledice lomova i otkaza materijala. Poznato je da se ustanove koje vrše veće preglede i radove nazivaju »filterom održavanja« i sve što se propusti pri pregledima u jedinicama temeljno se pregleda i opravlja pri velikim opštim pregledima van jedinica. Međutim, bez obzira da li neki vazduhoplov uskoro odlazi na pregled ne sme se dozvoliti da leti sa postojanim uzročnikom udesa, oslanjajući se na to da će se kvar otkloniti kada vazduhoplov dođe na taj pregled.

#### POSTEPENE REVIZIJE VAZDUHOPLOVA

Iznalaženje načina obnove resursa za vazduhoplove koji moraju biti više godina u upotrebi i postizati što veći nalet bez upućivanja u stalne ustanove za obnovu resursa, dalo je pozitivne rezultate. Tako se praktikuju dva takva slična načina obnove resursa i to »postepene« i »posebne« revizije.

Razlika između njih je što se pri posebnim revizijama grupe radova izvode u ciklusima posle različitog broja časova letenja. U slučaju postepene revizije radovi su obimniji, ali se vrše nakon većeg broja časova letenja, dok se u slučaju posebne revizije vrši manji broj pregleda (zmena ili opravka sklopova), posle manjeg broja časova letenja. Po završenom ciklusu takvih pregleda, smatra se da je izvršena potpuna obnova resursa.

Ovakav način obnove resursa pogodan je za vazduhoplove sa velikim časovnim resursom, a to su najčešće transportni vazduhoplovi koji se koriste više godina i sporije zastarevaju. Prednost je u tome što se vazduhoplov povlači iz upotrebe na kraće vreme.

Vodeću reč u uvođenju ovakvog načina obnove resursa imala je civilna avijacija. Korisniku nije bilo rentabilno da upućuje vazduhoplov u neku fabriku ili preduzeće za opravku, radi izvođenja »opšteg pregleda« ili »pregleda po potrebi« (koji se stvarno vrši posle propisanog resursa), jer bi gubitak avio-dana bio velik. Zbog toga je razrađen takav sistem obnove resursa pri kome su pojedini sklopovi i uređaji razvrstani u grupe sa različitim vremenom izvođenja pregleda. Ovome je mnogo dopri-nela i konstruktivna izvedba vazduhoplova na kojima je moguće brzo zameniti čitav sklop i taj sklop kasnije opravljati a ne zadržavati vazduhoplov »na zemlji« dok se deo pregleda i izvrši obnova resursa. Pri ranijem tzv. klasičnom resursu znalo se da će posle propisanog broja časova letenja biti izvršena »revizija« i resurs će se beležiti ponovo od početka. Međutim, u novije vreme pojavljuje se sve više sklopova sa ograničenim resursom, tj. manji no što je resurs osnovne strukture vazduhoplova. Obnovom resursa tih sklopova obnavlja se ukupan resurs vazduhoplova, no pošto su opšti resursi vazduhoplova načelno veliki, dolazi do jačeg izražaja »period opšte opravke dela« i »konačan resurs« dela. U prvom slučaju deo će se pri »postepenoj reviziji« opraviti prema uputu i ugraditi na vazduhoplov (bilo na taj ili neki drugi), dok se deo koji ima »konačan resurs« ne sme više upotrebljavati, već se mora uništiti posle utroška resursa. U protivnom neki osetljivi sklop bi zbog dugotrajne upotrebe mogao dovesti do lomova i udesa.

Kao zaključak po pitanju metoda obnove resursa može se reći da su nabrojani pregledi poznati i uhodani, sem obnove resursa vazduhoplova putem »postepene revizije«. Taj način obnove resursa se uspešno primenjuje u civilnoj avijaciji i omogućuje veliki nalet vazduhoplova. Ovaj metod održavanja moguće je primeniti i u ratnom vazduhoplovstvu, naročito na vazduhoplovima koji moraju biti u stanju da bez prekida izvršavaju zadatke.

## OBNOVA RESURSA MOTORA

Dok se časovni resurs strogo zadržao za klipne vazduhoplovne motore, dotle za mlazne nije strogo ograničen i moguće su češće promene. Propisani resurs za neke tipove mlaznih motora služi više kao opšta orijentacija za proračun potrebnih motora nego kao stvaran propis o veličini resursa.

Dugogodišnje iskustvo je pokazalo da nema naročite potrebe slati izvesne tipove mlaznih motora na opšti pregled, posle strogog časovnog ograničenja, naročito ako se tokom eksploatacije menjala turbina, ležajevi turbinske osovine, komore sagorevanja, ili neki od glavnih agregata. Međutim, ipak ostaje kompresor kao važan deo od koga će zavisiti časovni resurs mlaznog motora. No, ako se i taj najkomplikovaniji deo lako menja u jedinici, to otpada ili se bar odlaže potreba za opštim pregledom. Liste povremenih pregleda se u ovom slučaju mogu dopuniti rado vima na zamenu pojedinih sklopova, čiji je resurs ograničen na osnovu stanja i iskustva u održavanju.

Znači da se obnova resursa na motorima može vršiti na sličan način kao i kod vazduhoplova.

Klipni motori zadržavaju klasičan način obnove resursa kroz opšte opravke posle njegovog utroška.

Mlazni motori mogu imati više vidova obnove resursa i to:

— klasičan način obnove resursa posle njegovog utroška opštom opravkom,

— obnovu resursa tehničkim pregledom sličnom »pregledu po potrebi« na vazduhoplovima,

— obnovu resursa kod korisnika postepenom zamenom neispravnih delova ili delova koji imaju strogo propisan resurs, s tim što ovakav motor može biti u eksploataciji duže nego što mu je propisan resurs. (Na primer, motor ima osnovni resurs 500 časova rada. Postepeno se menjaju neispravni delovi i delovi sa manjim resursom a motor se i dalje koristi do 1.000 časova rada. Kad postigne

taj broj časova rada upućuje se u stalnu ustanovu bez obzira da li je ispravan ili ne). Ovakav način obnove resursa propisuje samo određena komanda ili ustanova.

## ZAKLJUČAK

Savremena vazduhoplovna tehnika zahteva neprekidan proces pronalazjenja novih metoda održavanja ili poboljšanja postojećih. Za razliku od civilne avijacije, koja obično raspolaže malim brojem raznih tipova vazduhoplova i koja nema poseban sektor naoružanja, ratno vazduhoplovstvo je u složenijoj situaciji, jer sem održavanja raznorodnih tipova vazduhoplova i naoružanja, mora rešavati specifične oblike borbene gotovosti. No, ipak postoje mogućnosti da se izvesna iskustva civilne avijacije koriste u ratnom vazduhoplovstvu.

Da li će se primenjivati istovetan način svih stepena održavanja vazduhoplova, ili će se za svaki tip vazduhoplova propisati poseban način izvođenja predletnih, poslednjih i ostalih pregleda zavisi od mnogih činilaca.

U članku je samo pomenuta problematika održavanja vazduhoplova, na osnovu koje bi se mogla pokrenuti razmena mišljenja. Tematika je preširoka da se temeljito obuhvati u jednom članku, jer bi za svaki postojeći pregled u sistemu održavanja trebalo dati temeljni opis, šemu radnih operacija, dobre i loše strane i ostale pojedinosti koje karakteriše taj pregled. Sem toga, nije svejedno da li se radi o jednomotornom ili višemotornom vazduhoplovu; vazduhoplovu sa podzvučnim, krozzvučnim i prekozvučnim brzinama; vazduhoplovu koji se koristi na stalnom ili pomoćnom aerodromu itd.

Pri razmatranju ove problematike treba voditi računa i uzimati u obzir sve činioce koji se pojavljuju kod održavanja savremenih vazduhoplova. Jedino svestrano proučavanje uslova rada, stanja vazduhoplova, načina korišćenja vazduhoplova, materijalnih i ostalih mogućnosti, može obezbediti pravilan izbor pojedine vrste pregleda u sistemu održavanja vazduhoplova.

## MOGUĆNOSTI REGENERACIJE SASTAVNIH DELOVA ELEKTRONSKIH UREĐAJA

Pre svega, navešćemo nekoliko uzroka koji skraćuju vek pojedinih sastavnih delova elektronskih uređaja. Do kvarova na ovim uređajima najčešće dolazi usled nepravilnog rada sa njima. Većina sastavnih delova elektronskih uređaja dotraje pretežno usled dejstva vlage, pa se zbog toga ovi delovi zalivaju raznim smolama, lakovima ili impregnišu (natapaju na razne načine). Cilj ove zaštite je da se popune pore, ili da se oko pojedinog dela stvori sloj koji bi sprečavao prodiranje vlage u unutrašnjost tog dela elektronskog uređaja.

Za vreme opravke uređaja, usled raznih neizbežnih radova (najčešće pri radu sa vrućim lemilom, ili nekim čvrstim predmetom) ošteti se zaštitni sloj. Oštećenje zaštitnog sloja ne čini da uređaj momentano postane neispravan. Međutim, deo oštećenog zaštitnog sloja uvek predstavlja potencijalnu opasnost za pojavu kvara. Zbog toga zaštitu treba odmah obnoviti, a ukoliko je to nemoguće, deo sa oštećenom zaštitom zameniti ispravnim.

Prema podacima proizvođača otpornika, promene temperature koje duže vremena dejstvuje na otpornik menjaju strukturu otporne mase. Otpornost otpornika naročito se smanjuje pri naglim promenama temperature, tako da je dovoljno da se otpornik u toku opravke zagreje i da mu se otpornost promeni kao da je na upotrebi proveo ceo vek. Takav otpornik ne može se posle zagrevanja ostaviti u uređaju, pošto bi menjao performanse celog uređaja. Međutim, prilikom opravke uređaja u većini slučajeva se ne vodi dovoljno računa o otpornicima. Zbog

kova kojima su zaštićeni pojedini delovi od vlage. Često benzin omekša i tvrde delove napravljene od materijala neotpornih prema benzinu, usled čega se ovi delovi deformišu, tako da su neupotrebljivi. Zbog toga za pranje i čišćenje delova u elektronskim uređajima ne treba upotrebljavati benzin već isključivo tetrahlor.

Poznato je da su u svakom elektronskom uređaju ugrađeni elektrolitski kondenzatori. Kondenzatori se prilikom izrade formiraju i tom prilikom im se postepeno, od minimuma do maksimuma, povećava napon u određenom vremenskom roku. Pod dejstvom napona stvara se na pozitivnoj elektrodi oksidni sloj koji služi kao dielektrik između polova kondenzatora. Kada se uređaj nalazi u dejstvu stalno ili u kraćim razmacima, sloj oksida se obnavlja. Međutim, ako se uređaj ne upotrebljava preko godinu dana, oksidni sloj oslabi. Slabljenjem sloja smanjuje se izolacija između polova kondenzatora i kondenzator nije u stanju da izdrži napon za koji je predviđen. Usled slabljenja sloja smanjuje se otpor između polova kondenzatora i povećava se struja koja teče kroz elektrolitski kondenzator, što prouzrokuje nedozvoljeno zagrevanje kondenzatora. Usled toga otporni sloj sve više slabi i dolazi do kratkog spoja u elektrolitskom kondenzatoru. Kratak spoj ne samo da uništava kondenzator, nego i redovno dovodi do pregorevanja ispravljačica ili selenskog ispravljača, mrežnog ili vibratorskog transformatora, vibratorske patrone, prigušnica i ostalih delova preko kojih teče struja nedozvoljene jačine.

Selenski ispravljači su pogodna kombinacija gvozdene ili aluminijumske pločice, selenskog sloja i sloja zaštitne legure. Pošto se izradi selenska pločica da bi postala ispravljač, ona se opterećuje strujom određenog napona, odnosno formira se. Ako se uređaj sa ugrađenim ispravljačem nalazi na upotrebi, napon na ispravljaču održava osobine ispravljača i neprekidno je sposoban da ispravlja određenu struju. Ako uređaj ne radi duže vreme, selenski ispravljač gubi osobine isto tako kao i elektrolitski kondenzator. Zbog toga svakom uređaju koji nije upotreb-



ljen preko godinu dana mora da se pre puštanja u rad ispita preprečno svojstvo, odnosno formiranost selenskih ispravljača i elektrolitskih kondenzatora. Da bi se elektrolitski kondenzatori i selenski ispravljači ispitali i regenerisali, treba napraviti pogodan uređaj koji će davati napone potrebne za formiranje, a ti naponi treba da su u mogućnosti da se menjaju od minimuma do maksimuma. Uređaj treba da ima instrumenat na kome se očitava jačina struje koju troši uređaj ili deo uređaja koji je stavljen pod napon. Za svaki elektronski uređaj koji se ispituje treba da se vidi na koji kontakt priključnih glava treba priključiti pozitivan, a na koji negativan pol uređaja za ispitivanje. Uz to, za svaki elektronski uređaj koji se ispituje treba napraviti tablicu iz koje treba da se vidi koliki napon i u koje vreme treba priključiti da bi se na instrumentu pokazao stvarni utrošak struje. Ako se i posle određenog vremena ne dobije odgovarajuća struja, znači da se neki od sastavnih delova ne može formirati i da mora da se zameni. Ispitivanje mora biti jednostavno kako bi ga mogao vršiti svaki vezista. Sve uređaje koji bi trošili veću struju nego što je predviđeno u tablici treba da pregleda stručno lice i otkloni neispravnosti pre nego što se oni puste u eksploataciju. Pored toga, održavanje čistoće ima vrlo važnu ulogu u produženju veka uređaja.

Povišenje temperature takođe štetno deluje na delove u elektronskim uređajima. Zbog toga većina uređaja poseduje otvore za hlađenje. Međutim, kroz otvore ulazi prašina i vlaga koje stvaraju oksidni sloj na pojedinim delovima uređaja. Taj sloj otežava hlađenje delova zbog toga što je slab odvodnik toplote, pa dolazi do većeg zagrevanja nego što je normalno predviđeno. Oformljeni sloj prašine na otporniku, elektronki, kondenzatoru itd. povisuje temperaturu, dok na transformatorima može da stvori odvod između kontakata i da prouzrokuje električni luk koji uništava transformator. Sloj prašine može čak da smanjuje kvalitet VF kola. Zbog toga sve naslage prašine treba odstraniti na pogodan način odgovarajućom četkicom ili pranjem tetrahlorom.

Ovih nekoliko uzroka oštećenja sastavnih delova elektronskih uređaja posebno je naglašeno sa željom da se skrene pažnja na njih, kako se ovakvi i slični propusti više ne bi dešavali.

#### MOGUĆNOSTI REGENERACIJE SASTAVNIH DELOVA ELEKTRONSKIH UREĐAJA

Pod pojmom »regeneracija« treba shvatiti sve postupke koji će određeni deo uređaja dovesti u ispravno stanje, uključujući tu i rastavljanje delova i zamenu pojedinih njihovih komponenata. Poznato nam je da svi sastavni delovi elektronskih uređaja imaju svoj vek i da će vremenom postati neispravni, bez obzira na to da li se nalaze ugrađeni u uređaju ili se čuvaju u skladištima. Delovi čuvani u skladištima verovatno bi duže trajali zbog boljih mogućnosti pakovanja i zaštite od štetnih uticaja, ali ne mnogo više nego kada su u upotrebi. Zbog toga se delovi u skladištima, koji služe kao rezerva, moraju povremeno znavljati. Međutim, mnogim sredstvima ne bi trebalo znavljati neke delove, nego ih regenerisati zbog toga što su postali neispravni, a potom ih stavljati u rezervu, a ispravne iz rezerve stavljati u uređaje.

Dobro bi bilo da se ujednače gledišta o mogućnosti regeneracije i njenoj ekonomičnosti. Pre svega, treba odrediti delove koji se mogu regenerisati. Prema mojoj oceni, a ona se bazira na iskustvima, mogu se regenerisati sledeći delovi: žičani otpornici i potenciometri, promenljivi i polupromenljivi kondenzatori sa vazdušnom izolacijom, VF transformatori i kalemovi, VF i NF prigušnice, niskofrekventni i mrežni transformatori, osigurači, vibratorski ulošci, gumeni kablovi, kablovske glave, releji, keramički preklopnici, kristali kvarca, pretvarači i generatori, instrumenti, čepovi i utikači, slušalice i mikrofoni, zvučnici, tasteri i sklopovi koji su sastavljeni od nekoliko komponenata.

Međutim, svi navedeni delovi ne mogu da se regenerišu u jednakoj meri. Pojedini bi se regenerisali u istoj ko-

ličini koliko ih je primljeno a neki u manjoj. Smatram da bi bilo opravdano vršiti regeneraciju i tamo gde bi svega 50% delova bilo regenerisano; na primer, mogli bi da se regenerišu svi transformatori, a od kristala određenih konstrukcija mogli bi se regenerisati samo oni koji su usled udarca izgubili kontakt, kojima je prekinut dovod, ili su masni i sl. Zamena pločica kristala verovatno se ne bi ekonomski isplatila.

Treba izrađivati dokumentaciju za regeneraciju svakog dela posebno, jer je regeneracija bez dokumentacije skuplja i ne garantuje dobar kvalitet. Dokumentaciju valja da izradi izvršilac regeneracije. Takvu dokumentaciju trebalo bi dostaviti u jedan centar koji bi proverio kvalitet i regeneracije i dokumentacije. Dokumentacija bi bila zvanično završena, odobrena i dostavljena svim zainteresovanim i na osnovu nje bi se vršila regeneracija odgovarajućih delova. Dokumentacija treba da sadrži sve podatke potrebne za merenje i ispitivanje delova koji su regenerisani. Merenje se mora zasnivati na onim tipovima instrumenata kojima raspolažu svi zainteresovani. U dokumentaciji mora da stoji kakav je materijal potreban za regeneraciju i koja ga preduzeća proizvode.

Najbolje bi bilo da se sve dokumentacije izrade za grupu srodnih delova zajedno, a samo za karakteristične razlike posebno za svaki deo po tipu i skladišnom broju.

Redovna je pojava da se konstatuje da jedan uređaj nema određene performanse, iako su svi delovi prividno ispravni. Uzrok tome je što se ne raspolaže potrebnim podacima o ispravnosti delova i o tome na koji se način može odrediti ispravnost. Smatram da je i za rešenje ovog problema potrebno izraditi određenu dokumentaciju i u njoj obavezno dati uputstva na koji se način treba ispitati deo i ustanoviti da li njegove performanse zadovoljavaju. Uputstvo bi trebalo da se nalazi kod svih zainteresovanih, odnosno kod onih koji opravljaju uređaje putem zamene sastavnih delova, tako da se, posle konstatacije da jedan deo ne zadovoljava, pristupi njegovoj zameni ili regeneraciji.

Regeneracija malog broja delova obično je ekonomski neopravdana — preskupa. Zbog toga treba regenerisati veći broj delova, što znači da ih treba prikupljati na nekoliko mesta i regenerisati. Pored toga, smatram da bi se za manje mesta lakše obezbedio i reprodukcioni materijal, a samim tim pojeftinila regeneracija. Regeneracija delova koji se teško nabavljaju ekonomski se isplati iako košta i preko 60% novog dela.

Praksa je potvrdila opravdanost izrade jedinstvene tehničke dokumentacije koja treba da je zasnovana na iskustvima u radu više organa. Zbog toga bi pri izradi jedne tehničke dokumentacije trebalo tražiti mišljenje od svih organa koji su radili na sličnom poslu. Zbog toga ću izneti deo svojih iskustava stečenih u radu na regeneraciji sastavnih delova.

Mrežni transformatori često pregore. Uzrok pregorevanja u većini slučajeva su kratki spojevi koje prouzrokuju pojedini delovi u uređaju, a često i vlaga koja je prodrla u transformator. Prilikom premotavanja transformatora, naročito kada je na sekundaru visoki napon, dešava se da transformator prepори. To se ponovilo nekoliko puta i pored toga što je premotavanje izvršeno vrlo kvalitetno, tako da je uzrok otkriven sasvim slučajno. Prijemnik koji je bio u radu kada je uključen novonamotani transformator, primao je velike smetnje, odnosno nije se mogla slušati emisija. Isključenjem transformatora smetnje su prestale. Pristupilo se daljem ispitivanju i ustanovljeno je da je, zbog slabe impregnacije, zaostatka vlage prilikom premotavanja i pojave korona oko namotaja posle izvesnog vremena, upropašćena izolacija pa prema tome i transformator. Ovakvi i slični slučajevi desili su se sigurno i drugima zbog čega su izgubljeni mnogi časovi i materijal. Posle otkrivanja uzroka nije bilo teško otkloniti nedostatak, pa je novonamotani transformator impregnisan kuvanjem i smetnji na prijemniku više nije bilo.

Kod jednog radio-prijemnika postojali su veliko izobličenje i dosta slaba snaga. Ispitani su svi elementi i konstatovano je da su ispravni i svi pokušaji da se nađe

uzrok izobličenja ostali su bez uspeha. Najzad, upotrebom ton-generatora i oscilografa ustanovljeno je da je uzrok izobličenja izlazni transformator. Pristupilo se merenju otpornosti izolacije koja je bila sumljiva. Posle toga transformator je očišćen od smole i bez jezgra stavljen da se suši. Pošto je transformator osušen, otpornost izolacije bila je zadovoljavajuća. Posle izvršene ponovne impregnacije, transformator je stavljen u prijemnik i izobličenja su nestala. Verovatno je ovakvih i sličnih slučajeva bilo dosta, zbog čega je utrošeno i vremena i truda dok su se pronašli uzroci neispravnosti.

Sličan slučaj imali smo kod NF transformatora koji je bio oštećen. Transformator je premotan žicom iste debljine, međutim, kada je stavljen u uređaj, nije radio, odnosno imao je velike gubitke. Prvenstveno se sumnjalo u kvalitet premotavanja, pa je izvršeno novo premotavanje, ali su rezultati bili isti. Posle nekoliko ponovljenih pokušaja, utrošena je sva žica kojom se raspolagalo. Nabavljena je druga žica i transformator je premotan na zadovoljavajući način. Slučajno je ustanovljeno da je žica koja je bila nova i izgledala ispravna u stvari bila neispravna, jer nije imala dobru izolaciju, pa je otpor laka bio mali a gubici veliki. Prema tome, u dokumentaciji obavezno treba navesti vrstu i kvalitet reprodukcionog materijala, da se ne bi gubilo vreme prilikom regeneracije sastavnog dela uređaja.

Pri zameni vibratorskog uloška konstatovano je da svi ulošci iz magacina nisu mogli da startuju. Pristupili smo ispitivanju uzroka i posle niza eksperimenata zaključili da su oksidisali kontakti pa je zbog toga povećan prelazni otpor, tako da predviđeni napon od 6 V nije bio u stanju da savlada otpor oksida. Posle dugog razmišljanja došli smo do zaključka da na kontakte vibratora dovedemo veći napon koji će moći da savlada otpor i uništi oksid. Međutim, pojavila se druga opasnost — da će, pošto jači napon probije oksid, poteći jača struja koja će da ošteti namotaje elektromagneta i kontakte. Da bismo ovaj problem rešili, došli smo na ideju da u seriji sa vibratorskom patronom vežemo sijalicu odgovarajućeg ot-

pora koja će da ograniči jačinu struje i da zaštiti namotaj i kontakte. Isto tako, umesto sijalice može se staviti dopunski otpornik. Na ovaj način patrone su dovedene u ispravno stanje, bez otvaranja, što je vrlo važno za njihov dalji rad.

U jednom uređaju bio je neispravan polarizovani relej. Zamenili smo ga novim, ali mu je osetljivost bila slaba. Nastavili smo sa zamenjivanjem dok nismo ustanovili da su releji bili nedovoljno osetljivi. Na kraju je konstatovano da su releji bili uskladišteni blizu zvučnika, pa su jaki magneti zvučnika svojim dejstvom oslabili stalni magnet polarizovanog releja, zbog čega mu je osetljivost oslabila. Prema tome pri uskladištenju pojedinih delova mora se voditi računa da oni sačuvaju svoje karakteristike. Skidanjem stalnog magneta sa polarizovanog releja i ponovnim magnetisanjem doveli smo relej u položaj da ima normalnu osetljivost i uređaj je normalno proradio.

Iz ovih nekoliko primera može se zaključiti da je vrlo važno raditi dokumentaciju za sve delove koji se regenerišu. To je zbog toga da bi kvalitet regeneracije bio jednak i da se ne bi gubilo vreme u traženju pojedinih rešenja.

Posebno treba naglasiti da je vrlo važno odrediti delove koje treba slati na određeno mesto radi regeneracije, s obzirom na to da se veći deo delova posle zamene upropasti i postane neupotrebljiv, čime se gube velike sume novca i ostaje se bez delova koji se često ne mogu nabaviti.

Potpukovnik Milan ZARAC

## PRORAČUN OPASNOSTI O VISOKIH NAPONA NA PROVODNICIMA TT VODOVA SVTT LINIJA

### (UPLIV ELEKTRIČNOG POLJA)

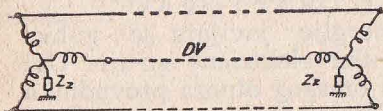
Električni vodovi se dele na dve opšte grupe: na vodove sa jednosmernim naponom i vodove sa naizmjeničnim naponom. Električni vodovi sa jednosmernim naponom služe za prenos električne energije pomoću koje se pokreću prevozna sredstva kao što su: tramvaji, trolejbusi i električne lokomotive. Naponi na ovim vodovima se kreću u granicama do 5 kV (1600 V i 3300 V). Pošto u praksi sa njima nemamo problema, to njihov upliv nećemo ni analizirati. Električni vodovi sa naizmjeničnim naponom se dele po veličini radnog napona na vodove niskog napona i vodove visokog napona, a po broju faza na monofazne, dvofazne i trofazne. Monofazni vodovi mogu biti niskog napona (vodovi za rasvetu) i visokog napona (vodovi elektrifikovanih železnica čiji je monofazni napon od 22 do 25 kV) Dvofazni vodovi se vrlo retko upotrebljavaju. Trofazni vodovi su uglavnom sa visokim radnim naponom od 6 kV, 10 kV, 35 kV, 110 kV i 220 kV.

Pri prenosu električne energije javljaju se gubici usled omskog otpora provodnika električne struje. Ovi gubici su srazmerni proizvodu omskog otpora provodnika električnog voda i kvadrata veličine struje koja protiče kroz dati provodnik. Veličina snage koja se prenosi preko električnog voda je srazmerna proizvodu napona i struje. Da bi se smanjili nepoželjni gubici, pribegava se takvom načinu prenosa električne energije kod koga je smanjena struja, a povećan napon. Na taj način se dobijaju električni vodovi sa visokim radnim naponom. Mesto proizvod-

nje i mesto potrošnje električne energije su obično međusobno udaljeni po nekoliko desetina kilometara pa i više. Gubici pri prenosu električne energije su takođe srazmerni i dužini prenosnog voda, pa je veličina radnog napona zavisna od daljine, na koju se električna energija prenosi i od veličine energije koju treba preneti. Ukoliko se preko električnog voda prenosi veća energija i na veću daljinu to je radni napon viši. Takve električne vodove nazivamo dalekovodima.

Potrošnja električne energije u proseku vremena je zavisna od vrste potrošača (rasveta, industrija ili jedno i drugo). Potrošnja može da varira kako u toku dana tako i u toku godine. Pored toga, i sama prizvodnja električne energije iz sistema hidrocentrala je zavisna od količine vode na rekama. Sve ovo može da učini da pojedini dalekovodi budu povremeno preopterećeni, a drugi nedovoljno opterećeni. Da bi se ovo izbeglo dalekovodi se povezuju u jednu mrežu (paralelno) čime se svako opterećenje raspodeljuje na sve dalekovode koji su povezani u mreži. Kod nas su za sada samo dalekovodi od 110 kV vezani u mreži.

Trofazni električni vod (sl. 1) može biti sa izolovanom neutralnom tačkom ( $Z \rightarrow \infty$ ), sa uzemljenom neutralnom tačkom ( $Z = 0$ ) i sa uzemljenom neutralnom tačkom preko otpornika ( $Z = R$ ). U prvu grupu dolaze svi trofazni električni vodovi sa međufaznim radnim naponom do 35 kV zaključno, a u drugu trofazni električni vodovi sa međufaznim radnim naponom preko 35 kV. U električne vodove sa izolovanom neutralnom tačkom spadaju i oni vodovi kod kojih je neutralna tačka uzemljena preko prigušnice



Sl. 1

— Petersenovog kalema ( $Z = j\omega L_p$ , gde je  $\omega = 314$ ,  $L_p$  — induktivnost Petersenovog kalema). Petersenov kalem ograničava struju zemljospoja na oko 10 A. Omski otpor preko koga se uzemljuje neutralna tačka



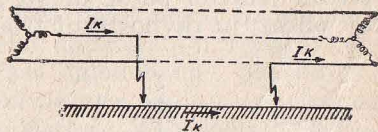
trofaznog električnog voda ( $Z = R$ ) ima namenu da ograniči struju zemljospoja na neku određenu vrednost, na primer na 1000 A. No, ovako ograničena struja još uvek može biti velika, pa se mora proračunavati magnet-ski upliv. Pored toga se mora proračunavati i upliv električnog polja, jer se dešava da se unapred ne zna da li je upliv električnog polja veći od upliva magnetskog polja.

Pri havariji na električnom vodu — zemljospoji jedne faze dalekovoda — mogu se indukovati visoki naponi na provodnicima uplivisanog TT voda, koji predstavljaju opasnost kako po ljudstvo koje radi na TT vodu ili uređajima priključenim na TT vod, tako i po same uređaje. Opasnost može da nastupi pri uplivu električnog ili magnetskog polja.

Pri zemljospolju faze dalekovoda sa uzemljenom neutralnom tačkom javlja se velika struja zemljospoja reda i do nekoliko hiljada ampera, čije magnetsko polje može indukovati visoke napone na provodnicima uplivisanog TT voda. Za ovakve električne vodove se proračunavaju opasnosti od magnetskog upliva pri struji zemljospoja.

Indukovani napon na provodnicima TT voda je srazmeran veličini uplivisanog magnetskog polja, odnosno veličini struje zemljospoja. Struja zemljospoja približno linearno opada sa rastojanjem mesta zemljospoja od mesta napajanja dalekovoda, pa pri izgradnji SVTTL treba izbegavati mesta u kojima su locirane elektrane i trafostanice.

Kod trofaznih električnih vodova sa izolovanim neutralnom tačkom pojaviće se velike struje zemljospoja samo pri jednovremenom zemljospoju dve faze ali na različitom mestu (sl. 2), što se prak-



Sl. 2

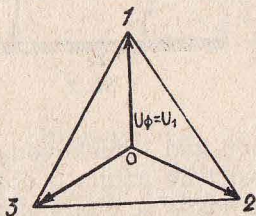
tično vrlo retko događa, pogotovo kod »dalekovoda visoke sigurnosti«, pa se ova mogućnost i ne uzima u obzir. Pod pojmom »dalekovod visoke sigurnosti« se podrazumeva takav dalekovod kod koga se retko dešavaju kvarovi (zem-

ljospoji faze), a i kad se dese dalekovod se automatski isključuje za vreme od oko 0,1—1 sekunde.

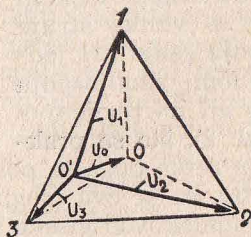
Za dalekovode sa izolovanom neutralnom tačkom moraju se proračunavati opasnosti od električnog polja. Pri normalnom radu dalekovoda, na SVTT vodove upliviše rezultantno električno polje faza dalekovoda. Pošto su naponi faza dalekovoda po amplitudi skoro iste veličine, a međusobno fazno pomereni za  $120^\circ$ , to je rezultantni uplivišuci napon mali, pa je i rezultantno uplivišuce električno polje malo. Pri zemljospoju jedne faze dalekovoda sa izolovanom neutralnom tačkom narušava se simetrija napona faza, tako da se javlja veliki rezultantni uplivišuci napon, odnosno veliko rezultantno uplivišuce električno polje, koje preko kapacitivnih sprega između provodnika dalekovoda i provodnika TT vodova indukuje visoke naponе na provodnicima TT vodova. Zbog toga se za dalekovode sa izolovanom neutralnom tačkom proračunava upliv električnog polja.

#### PRORAČUN OPASNOSTI OD VISOKIH NAPONA

Da bi se dobila predstava o veličini upliva električnog polja u normalnom radu dalekovoda i pri zemljospoju jedne faze, potrebno je da se pokaže veličina rezultantnih uplivišucih napona kod ova dva slučaja. U normalnom radu trofaznog električnog voda međufazni naponi su po veličini jednaki pa se mogu grafički prikazati vektorima koji obrazuju ravnostrani trougao (sl. 3). Kad su potenci-



Sl. 3



Sl. 4

jali svih provodnika trofaznog voda jednaki i kad su međusobno fazno pomereni za  $120^\circ$ , onda se naponi provodnika u odnosu na zemlju mogu predstaviti vektorima 01, 02, 03 trougla na slici 3.

U tom slučaju je:

$$U_1 = U_{\Phi 1}; \quad U_2 = U_{\Phi 2}; \quad U_3 = U_{\Phi 3}; \quad U_1 = U_2 = U_3$$

$$\text{Vektori } 1-2=2-3=1-3=U_L=2U_{\Phi} \cos 30^\circ = 1,73 U_{\Phi}$$

$$\text{Vektorski zbir } U_1 + U_2 + U_3 = U_1 + U_1 e^{-j120^\circ} + U_1 e^{-j240^\circ} = 0$$

Pošto je vektorski zbir uplivišućih napona jednak 0, to će i upliv električnog polja biti sveden na minimum.

Ako trofazni vod ima ostatni napon (unifaznu komponentu), koji je posledica nejednakog opterećenja faza, onda su potencijali faza različiti i vektori napona su kao na slici 4,

$$\text{gde je: } U_1 = 0'1; \quad U_2 = 0'2; \quad U_3 = 0'3$$

Pri tome je:  $U_1 = U_{\Phi 1} + 0'0$ ;  $U_2 = U_{\Phi 2} + 0'0$ ;  $U_3 = U_{\Phi 3} + 0'0$   
i rezultirajući uplivišućí napon je:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 3 U_0$$

gde je  $U_0$  — ostatni napon trofaznog električnog voda.

Pri zemljospoju jednog provodnika, na primer treće faze, potencijal tog provodnika u odnosu na zemlju biće ravan nuli, tj.  $U_3 = U_{\Phi 3} + 0'0$ , odnosno  $0'0 = U_0 = U_{\Phi 3}$ . Tada je rezultatni uplivišućí napon  $U = U_1 + U_2 = 1,37 U_1$ , pošto je za vreme zemljospoja treće faze  $U_1 = U_2 = U_L$ .

Upliv električnog polja faza dalekovoda na provodnike TT vodova se vrši preko kapacitivnih sprega koje postoje između provodnika faza dalekovoda i provodnika TT vodova. Indukovani naponi na provodniku uplivišanog TT voda određuju se pomoću sistema Maskvelovih jednačina koje za slučaj na slici 5 glase:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= k (q_1 \alpha_{11} + q_2 \alpha_{12} + q_3 \alpha_{13} + q_A \alpha_{1A}) \\ U_2 &= k (q_1 \alpha_{21} + q_2 \alpha_{22} + q_3 \alpha_{23} + q_A \alpha_{2A}) \\ U_3 &= k (q_1 \alpha_{31} + q_2 \alpha_{32} + q_3 \alpha_{33} + q_A \alpha_{3A}) \\ U_A &= k (q_1 \alpha_{A1} + q_2 \alpha_{A2} + q_3 \alpha_{A3} + q_A \alpha_{AA}) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

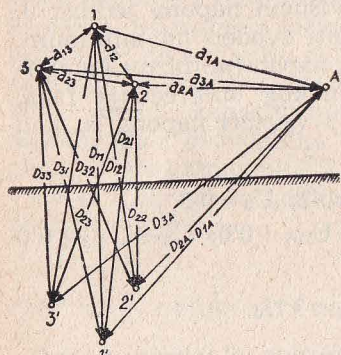
gde je:  $K = 18 \cdot 10^6$ ;

$q_1$ ;  $q_2$ ;  $q_3$  i  $q_A$  — električno punjenje koje nose provodnici faza i posmatrani provodnik veze;

$U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  — naponi provodnika trofaznog električnog voda;

$U_A$  — indukovani napon na provodniku veze;

$\alpha_{11}$ ;  $\alpha_{22}$ ;  $\alpha_{33}$ ;  $\alpha_{AA}$ ;  $\alpha_{12}$ ;  $\alpha_{13}$  itd, koeficijenti koji se izračunavaju po sledećem opštem obrascu:



Sl. 5

$$\alpha_{tp} = \ln \frac{D_{tp}}{a_{tp}}$$

Na primer,

$$\alpha_{11} = \ln \frac{D_{11}}{a_{11}}$$

gde je:  $D_{11}$  — rastojanje provodnika 1 od njegovog lika u ogledalu (ovde površina zemlje zamenjuje ogledalo).

$a_{11}$  — poluprečnik provodnika 1.

Pošto se može zanemariti uticaj indukovanog napona  $U_A$  kod provodnika veze na napone provodnika faza električnog voda, to se u prve tri jednačine, koje se odnose na  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ , mogu zanemariti članovi koji sadrže  $q_A$ . Takođe se mogu, da bi se uprostile jednačine, uvesti sledeće smene

$$\alpha'_{12} = \alpha_{12} \approx \alpha_{23} \approx \alpha_{31} \quad i$$

$$\alpha'_{11} = \alpha_{11} \approx \alpha_{22} \approx \alpha_{33}$$

Posle uprošćavanja učinjenih napred i uzimajući da je

$$U_A = U'_A + k q_{AA} \alpha_{AA'}, \quad \text{gde je } U'_A = \\ = k (q_1 \alpha_{A1} + q_2 \alpha_{A2} + q_3 \alpha_{A3}), \quad \text{dobija se}$$

$$U'_A = \frac{U_\Phi \left[ -\alpha_{A1} + \frac{1}{2}(\alpha_{A2} + \alpha_{A3}) + j \frac{\sqrt{3}}{2}(\alpha_{A2} + \alpha_{A3}) \right]}{\alpha'_{11} - \alpha'_{12}} + \frac{U^?(\alpha_{A1} + \alpha_{A2} + \alpha_{A3})}{\alpha'_{11} + \alpha'_{12}} = U_n + U_z \quad (2)$$

Prvi član jednačine 2 karakteriše električni upliv potpuno simetričnog trofaznog električnog voda koji je uslovljen samo nesimetričnim položajem provodnika faza električnog voda prema provodniku veze. Drugi član karakteriše električni upliv trofaznog električnog voda sa izolovanom neutralnom tačkom pri zemljospoju jedne faze, upravo onaj upliv koji može predstavljati opasnost. Zbog toga ćemo samo njega analizirati.

Kada se izvrši zamena

$$\frac{\alpha_{A1} + \alpha_{A2} + \alpha_{A3}}{3} \approx \alpha'_{A1} = \frac{2bc}{a^2 + b^2 + c^2}$$

i uzme da je za praktične vrednosti poluprečnika i visinu provodnika električnog voda i provodnika veze

$$\alpha_{11} = 8,5; \alpha = 2,5$$

i da je pri zamljospoju jedne faze

$$U_0 = \frac{U_L}{\sqrt{3}} \text{ dobija se } U_z = 0,25 U_L \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2}$$

gde je  $U_z$  — indukovani napon na provodniku veze kada je dužina deonice upliva jednaka dužini provodnika veze na pojačavačkoj deonici. Međutim, kada je dužina deonice upliva ( $l_m$ ) manja od dužine provodnika veze ( $l_0$ ) dobija se da je

$$U_z = 0,25 U_L \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} \cdot \frac{l_m}{l_0} \quad (3)$$

Veličina upliva električnog polja dalekovoda na provodnike TT je srazmerna veličini kapaciteta preko koga se upliv prenosi, a taj kapacitet je srazmeran dužini deonice upliva, pa je i veličina indukovanog napona na provodniku veze srazmerna dužini deonice upliva. No, provodnik veze se istovremeno i prazni kroz kapacitet koji obrazuje sa zemljom, a koji je srazmeran dužini provodnika. Tako se može napisati da je

$$U_z = U_0 \frac{C_{3 \Phi OA}}{C_A} \dots \dots \dots (4)$$

gde je:  $C_{3 \Phi OA}$  — kapacitet između provodnika električnog voda sa jednom fazom u zemljospoju i provodnika veze u F/km;

$$C_A = \frac{18 \cdot 10^{-9}}{n+2} \text{ — kapacitet provodnika veze prema}$$

zemlji u F/km;

$n$  — broj provodnika na uplivosanoj liniji veze.

Električni upliv smanjuju zaštitno uže na električnom vodu i drvored u blizini električnog ili TT voda, tako da se za jednu složenu trasu približavanja električni upliv izračunava po sledećem obrascu:

$$U_z = \frac{0,25 U_L}{l_0} \sum_{m=1}^{m'} \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} P q l_m \leq 430 \text{ V} \dots (5)$$

gde je:  $U_z = E$  — međufazni napon trofaznog električnog voda;

$b$  — srednja visina provodnika trofaznog električnog voda u metrima;

$c$  — srednja visina provodnika veze u metrima;

$a_m$  — rastojanje između SVTTL i trofaznog električnog voda u metrima;

$l_m$  — dužina deonice upliva u kilometrima;

$l_0$  — dužina SVTTL na pojačavačkoj deonici u kilometrima;

$p$  — 0,75, ako je električni vod snabdeven zaštitnim užetom;

$q$  — 0,7, ako se nalazi neprekidan drvored u neposrednoj blizini električnog voda ili SVTTL na deonici upliva.

### PRORAČUN OPASNOSTI OD STRUJE PRAŽNJENJA

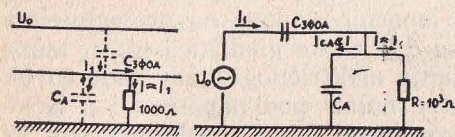
Veličinu dopustivih opasnih napona na provodnicima veze treba posmatrati sa dve tačke gledišta i to: s tačke gledišta opasnosti dobijanja električnog udara kada čovek dodirne provodnik koji se nalazi pod naponom i s tačke gledišta opasnosti proboja izolacije na uređajima koji su priključeni na provodnike veze.

Da bi se zaštitili uređaji veze, dopustivi opasni napon, koji se izračunava pomoću obrasca 5, ograničen je na 430 V kako je to preporučeno od strane CCIF.

Sa aspekta zaštite ljudstva od opasnih napona treba drukčije prići problemu. Naime, pored veličine napona kome može biti podvrgnut čovek treba uzeti u obzir i vreme za koje će biti izložen dejstvu tog napona. Upravo kao merilo opasnosti bolje je uzeti u obzir struju koja protiče kroz organizam, jer je bol i konačno smrt direktna posledica protoka struje u nekom vremenskom trajanju. Ovo pogotovo ima smisla kada se uzme u obzir da omski otpor ljudskog organizma zavisi od mesta na telu gde je priključen napon i vlažnosti kože i veličine priključenog napona. Tako je pri naponu od 50 V otpor čovečjeg organizma oko 10.000 oma, a pri naponu većem od 500 V oko 1000 oma. Neznatan bol nastupa pri protoku struje od 4—5 mA, dok pri protoku struje od 8—10 mA nastupa bolno grčevito skraćivanje ruke. Dodirnuvši provodnik koji se nalazi pod naponom, čovek se može samostalno

otrgnuti od takvog provodnika pri strujama u proseku: za žene 10—14 mA, a za muškarce 16—22 mA. Preko ovih vrednosti obično nastupa smrt. Ukoliko je lice duže podvrgnuto struji ukoliko su posledice veće. Struja čije je dejstvo manje od 0,1 sekunde može da se ne poklopi sa momentom najveće osetljivosti srca i u tome slučaju čak i struja od nekoliko ampera ne izaziva paralizu srca. U proseku se mogu uzeti dopustive vrednosti struja, i to: 100 mA pri  $t = 0,1$  sekundi i 30 mA pri  $t = 1,5$  sekundi.

Po preporukama CCIF usvojena je dozvoljena struja od 15 mA, koja protiče kroz telo čoveka kada on slučajno dodirne provodnik podvrgnut uplivu trofaznog električnog voda pri zemljospoju jedne faze.



Sl. 6

Francuskoj 30 mA, u Zapadnoj Nemačkoj 20 mA, u Švedskoj 10 mA.

Impedancija između provodnika električnog voda i provodnika veze je daleko veća od impedancije koju obrazuju kapacitet provodnika veze prema zemlji i otpor lica koje je u dodiru sa provodnikom veze, pa je struja na putu: provodnici električnog voda — provodnik veze — zemlja, praktično zavisna samo od impedancije između provodnika električnog voda i provodnika veze, odnosno  $C_{3\Phi 0A}$ . Impedancija ljudskog tela (1000 oma) je dosta manja od impedancije kondenzatora koji obrazuje provodnik veze sa zemljom, tako da se može uzeti da celokupna struja koja protiče kroz  $C_{3\Phi 0A}$  protiče i kroz telo lica koje je dodirnuo provodnik veze. Iz obrasca 3 i 4 se dobija da je:

$$C_{3\Phi 0A} = \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ bc}}{(n+2)(a^2+b^2+c^2)}$$



pa je prema slici 6, struja koja protiče kroz čovečiji organizam

$$I = \frac{U_0}{\frac{1}{j\omega C_3\Phi_{0A}} + \frac{1000/j\omega C_A}{1000 + \frac{1}{j\omega C_A}}} \approx j\omega C_3\Phi_{0A} U_0$$

Konačan obrazac za izračunavanje struje pražnjenja je:

$$I = 1,4 \cdot U_L \sum_{m=1}^{m'} \frac{l_m}{n+2} \cdot \frac{bc}{a_m^2 + b^2 + c^2} \cdot P \cdot q \cdot 10^{-3} \leq 15 \quad \dots (6)$$

#### PRORAČUN OPASNOSTI OD AKUSTIČNOG UDARA

Kada se provodnici jednog TT voda nalaze pod naponom može se desiti da jedan provodnik dođe u dodir sa zemljom i da se isprazni kondenzator koji taj provodnik obrazuje sa zemljom. Drugi provodnik će se takođe isprazniti preko istog zemljospoja, s tim što će struja pražnjenja tada teći preko potrošača. Pražnjenje preko potrošača izaziva prasak u telefonskoj slušalici — akustični udar — koji nekada može da ošteti bubnu opnu. Veličina struje pražnjenja je zavisna od napona pod kojim se nalazi provodnik TT voda i od veličine kondenzatora koji se prazni odnosno kondenzatora koji obrazuje provodnik TT voda sa zemljom. Da ne bi došlo do akustičnih udara, upliv električnog voda se ograničava tako da energija pražnjenja bude manja od 0,02 džaula.

Energija koja sadrži provodnik TT voda je data sledećim obrascem:

$$W = \frac{1}{2} C_A U^2 l_0 \text{ [Joule]} \quad \dots \quad (7)$$

gde je:  $C_A = \frac{18 \cdot 10^{-9}}{n+2}$  — kapacitet provodnika TT voda

prema zemlji u F/km;

$U$  — potencijal provodnika TT voda dat jednačinom 5;

$l_0$  — dužina provodnika TT voda na pojačavačkoj deonici u kilometrima.

Smenom vrednosti za  $U$  iz obrasca 5 u obrazac 7 i sređivanjem dobija se obrazac za proračun od akustičnog udara

$$W = \frac{9 \cdot 10^{-9}}{n+2} \cdot l_0 \cdot \left( \frac{0,25 U_L}{l_0} \cdot \sum_{m=1}^{m'} \frac{bc}{a^2_m + b^2 + c^2} \cdot P q l_m \right)^2 \leq 0,02 \quad (8)$$

#### UPROŠĆAVANJE PRORAČUNA

Električno polje upliva više na svim odstojanjima, ali intenzitet upliva brzo pada sa povećanjem rastojanja. Ako se deonica upliva podeli na više poddeonica onda će se kod svake poddeonice, usled upliva električnog polja, indukovati na provodnicima veze neki određen napon. Zbir indukovanih napona svih poddeonica čine ukupan indukovani napon. U praksi se obično dešava da je upliv uglavnom koncentrisan na mali broj poddeonica, a da je upliv na ostalim poddeonicama, gde je rastojanje od električnog voda znatno, vrlo mali. Da se ne bi proračunavao upliv na celoj dužini TT voda, uzima se da je zbir indukovanih napona na svim poddeonicama, čija su rastojanja od trofaznog električnog voda veća od neke određene vrednosti, ograničen na 135 V. Iz jednačine 5, a pri uslovu da je  $U = 135$  V, dobija se da je rastojanje

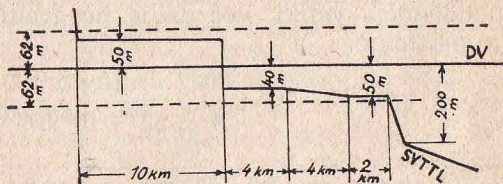
$$a = \frac{1}{3} \sqrt{E} \text{ [m]} \quad (9)$$

Znači da je zbir indukovanih napona u slučaju zemljospoja jedne faze trofaznog električnog voda sa izolovanom neutralnom tačkom manji od 135 V na svim poddeonicama čije je rastojanje  $a \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ . S obzirom na to

da je dozvoljeni ukupan indukovani napon 430 V, to je na poddeonicama upliva, gde je  $a \leq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ , upliv ograničen tako da zbir indukovanih napona bude manji od 295 V. Time je regulisano da se za rastojanje  $a \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$  ne proračunava opasnost od visokog napona, a za rastojanje  $a \leq \frac{1}{3} \sqrt{E}$  vrši proračun, i to po sledećem obrascu:

$$U_z = \frac{0,25 U_L}{l_0} \sum_{m=1}^m \frac{bc}{a^2 + b^2 + c^2} P \cdot q \cdot l_m \leq 295 \text{ V} \quad \dots (10)$$

Uprošćavanje proračuna opasnosti od moguće struje pražnjenja preko čovečijeg organizma i opasnosti od akustičnog udara, na način sličan prethodnom, nije preporučljiv, jer se mogu dobiti netačni rezultati. Ovde je u većini slučajeva teže zadovoljiti norme nego pri proračunu opasnosti od visokih indukovanih napona. Da ne bi vršio proračun na celoj dužini gde se pojavljuje određen električni vod, sam projektant treba da ograniči proračun samo na izvesne poddeonice, i to tako što će pretpostaviti da sve ostale poddeonice, čije je rastojanje od uplivišućeg električnog voda veliko, doprinose jedan deo dozvoljene struje pražnjenja, odnosno električne energije. Zatim će za taj doprinos izračunati najmanje potrebno rastojanje za koje neće vršiti proračun.



Sl. 7

Pretpostavimo slučaj kao na slici 7, gde je na trasi jedan TT vod čija je dužina između pojačavačke stanice 100 km, međufazni napon uplivišućeg trofaznog električnog voda  $E = 35 \text{ kV}$ , srednja visina provodnika električ-

nog voda  $b = 10$  m i srednja visina provodnika veze  $c = 6$  m.

Kada se ne bi vršio proračun za  $a \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ , onda bi se morao uzeti doprinos svih poddeonica za koje je  $a \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ , i to tako što bi se taj doprinos računao

kao da je za sve te slučajeve baš  $a = \frac{1}{3} \sqrt{E} = 62$  m.

Ovo bi, naravno, dovelo do velike greške jer je na većem delu dužine upliva (oko 80 km)  $a > 200$  m. Zbog toga treba uzeti da je najmanje rastojanje za koje se ne vrši proračun  $a \geq 200$  m i pri tome izračunati doprinos upliva na tom delu trase za koje se uzima da je  $a = 200$  m:

$$I \leq 1,4 \cdot 35 \cdot 10^3 \cdot \frac{80}{4} \cdot \frac{10 \cdot 6}{200^2 + 10^2 + 6^2} \cdot 10^{-3} \approx 1,5 \text{ mA}$$

Na delu trase gde je  $a < 200$  m i gde se vrši proračun za svaku poddeonicu, dozvoljena struja pražnjenja će biti  $I = 15 - 1,5 = 13,5$  mA.

Kada bi se pošlo od toga da se proračun ne vrši za  $a \geq 62$  m, konstatovalo bi se ne samo da je doprinos tih poddeonica veliki, već da je na granici dozvoljenog, jer je pri tome:

$$I \leq 1,4 \cdot 35 \cdot 10^3 \cdot \frac{80}{4} \cdot \frac{10 \cdot 6}{62^2 + 10^2 + 6^2} \cdot 10^{-3} = 14,8 \text{ mA}$$

Kao što se vidi, greška je suviše velika jer stvarna struja je  $I \leq 1,5$  mA, a ne  $I \leq 14,8$  mA. Na ovu mogućnost projektant treba dobro da obrati pažnju.

Na isti način se postupa i pri proračunu električne energije koju poseduju provodnici uplivanog TT voda pri uplivu električnog polja, odnosno pri proračunu opasnosti od akustičnog udara, a koji se vrši po obrascu 8.

## OSVRT NA PRORAČUN UPLIVA ELEKTRIČNOG POLJA PO PTT PROPISIMA

PTT propisi su prihvaćeni i u JNA, pa se do sada po njima i postupalo.

»Iz Komentara tehničkih propisa o zaštiti vodova elektrovezne od električnih vodova i vodova elektrovuče« se može videti da se za iznalaženje obrazaca za proračun upliva električnog polja polazi od istih teoretskih postavki (Maksvelovih jednačina), ali se navedene konačne formule (5, 6 i 8) dosta razlikuju od odgovarajućih obrazaca datih u citiranom »Komentaru«, odnosno PTT propisima, a samim tim se razlikuju rezultati proračuna. Po PTT propisima se ne predviđa proračun opasnosti od struje pražnjenja.

Na strani 23 navedenih propisa pod tač. 105 i naslovom »Opasnost« piše: »Ne uzimaju se u obzir za proračunavanje opasnosti približavanja kod kojih rastojanje trase elektrovezne i električne trase zadovoljava uslov  $a_1 \geq \frac{1}{3} \sqrt{E}$ .

U obrascu je  $a_1$  u metrima, a napon između faza  $E$  u voltima«. Ova postavka se može prihvatiti samo pri proračunu opasnosti od visokih napona.

Ali se ne može prihvatiti postavka »Ako izvesne deonice trase elektrovezne ili cela trasa ne zadovoljava gornji uslov, treba ograničiti projektovana približavanja tako da pri stavljanju pod napon električnog voda sa jednom fazom u spoju sa zemljom, električna energija koja se usled ovog pojavi u vodu elektrovezne ne prekorači vrednost od 0,02 džaula«. Ova postavka je neprihvatljiva jer bi se, kad bi se vodilo računa o opasnosti od akustičnog udara koji nastaje pri pražnjenju provodnika preko potrošača, zapostavila opasnost od visokog napona i opasnost od protoka struje kroz čovečije telo čiji se proračuni razlikuju od proračuna opasnosti od akustičkog udara.

Da bih pokazao nedostatak citiranog propisa analiziraću formulu datu za proračun opasnosti od akustičkog udara i utvrditi u kojim se granicama može kretati

napon provodnika pri određenoj dužini provodnika, a da pri tom ne dođe do akustičnog udara, odnosno da energija koju sadrži provodnik veze ne bude veća od 0,02 džaula.

Iz jednačine 7 se dobija:

$$U \leq \sqrt{\frac{2W}{C_A l_0}} = \sqrt{\frac{0,04(n+2)}{18 \cdot 10^{-9} l_0}} = 2980 \sqrt{\frac{n+2}{l_0}} \dots (11)$$

Uzimajući najpovoljniji slučaj, tj. da je  $n = 2$  i ta vrednost stavi u obrazac 11 dobija se

$$U \leq \frac{2980}{\sqrt{l_0}} \dots \dots \dots (12)$$

Dakle, napon provodnika veze biće manji od 430 V samo ako je dužina provodnika veze veća od 48 km. Ukoliko je vod kraći napon će biti veći od dozvoljenog. U praksi se dešava da je vod kraći i da na SVTT liniji postoji više vodova. Neka je, na primer,  $n = 8$  i  $l_m = 16$  km. Koristeći obrazac 11 dobija se  $U \leq 1176$  V, što je nedopustivo. Iz ovog primera se jasno vidi kolike netačnosti mogu da nastupe kada se opasnost od upliva električnog polja tretira na način kako je to propisima predviđeno.

Ne samo da je neprihvatljivo ovako jednostrano tretiranje opasnosti, nego je neprihvatljiv i sam obrazac za izračunavanje opasnosti od akustičnog udara.

$$W_{PTT} = \frac{1}{2} CA.$$

$$\sum_{m=1}^m \left( \frac{0,525 E b_c}{a^2 m + b^2 + c^2} P_{qr} \right)^2 l_m \dots \dots \dots (13)$$

Upoređivanjem ovog obrasca sa tačnim obrascem (8) dobija se  $\frac{W_{PTT}}{W} = \frac{4 l_0}{l_m}$ , odnosno  $W_{PTT} = W \frac{4 l_0}{l_m}$ ,

gde je:  $W_{\text{PTT}}$  — električna energija provodnika izračunata po PTT obrascu 13;

$W$  — električna energija provodnika (stvarna) izračunata po obrascu 8.

Izračunata vrednost energije po PTT propisima je često daleko veća od stvarne, čak i preko 10 puta. Na primer, ako je dužina TT voda na pojačavačkoj deonici 100 km, a dužina deonice upliva 10 km, onda je energija izračunata po PTT propisima 40 puta veća od stvarne. Upotreba pogrešnog PTT obrasca 13 često dovodi do toga da se pri izgradnji trasa elektrovezne nepotrebno udaljava od dalekovoda i izgrađuje po daleko nepovoljnijem terenu, ili se pak, zbog nemogućnosti udaljavanja od uplivišućeg dalekovoda neopravdano zabranjuje izgradnja.

Kapetan inž. *Milan PAVLOVIĆ*

## PRORAČUN OPASNOSTI OD VISOKIH NAPONA NA PROVODNICIMA TT VODOVA SVTT LINIJA

(UPLIV MAGNETSKOG POLJA)

Proizvodnja električne energije je u stalnom porastu. Izgradnjom novih dalekovoda nameće se u sve oštrijoj formi pitanje zaštite TT vodova od upliva dalekovoda. Da bi se izbegao upliv, ili da bi se zadovoljile norme za veličinu elektromagnetskog upliva, dalekovodi i stalne vazdušne TT linije se često izgrađuju po veoma nepovoljnim terenima, što iziskuje velike materijalne izdatke i otežava njihovu eksploataciju i održavanje.

Postojeći propisi o zaštiti TT vodova stalnih vazdušnih TT linija (SVTTL) od električnih vodova rađeni su u vremenu kada su uglavnom postojali samo dalekovodi (DV) sa međufaznim naponom do 35 kV, odnosno DV sa izolovanom neutralnom tačkom. Međutim, danas je sve više DV sa međufaznim naponom od 110 kV i 220 kV čija je neutralna tačka uzemljena. Usvojeni obrasci za proračun upliva ovih dalekovoda su nepouzđani i daju grubo orijentirne vrednosti upliva. Pored toga, nisu razrađene metode zaštite TT vodova SVTTL, pa se pri projektovanju nastojalo da se po svaku cenu zadovolje postojeći propisi, odnosno postigne potrebno rastojanje između DV i TT vodova. Umesto da se troši nekoliko hiljada na postavljanje zaštitnih sredstava, troši se po nekoliko miliona na otežane uslove gradnje DV i SVTTL.

Do sada se najviše grešilo pri proračunu opasnosti od visokih napona na provodnicima TT vodova, i to pri



uplivu magnetskog polja, koji je daleko veći i opasniji od upliva električnog polja.

U ovom članku će biti ukratko objašnjen način na koji se proračunava opasnost od upliva magnetskog polja i proračun izvođenja zaštite od tog upliva.

Postavljanjem zaštite na TT vodovima omogućuje se daleko veće približavanje TT vodova i DV, tako da merilo za približavanje i paralelno vođenje TT vodova i DV nije više veličina magnetskog upliva, koji predstavlja opasnost, već veličina smetnji — šumova — koji uglavnom potiču od upliva električnog polja faza DV. Dakle, sada pri približavanju treba voditi računa da se ne prekorači norma za dozvoljenu veličinu smetnji.

#### PRORAČUN UPLIVA MAGNETSKOG POLJA DV SA UZEMLJENOM NEUTRALNOM TAČKOM, A PRI ZEMLJOSPOJU JEDNE FAZE

Proračun upliva magnetskog polja trofaznog električnog voda sa uzemljenom neutralnom tačkom i jednom fazom na provodniku veze svodi se na proračun magnetskog upliva jednogprovodnog električnog voda na jednogprovodnu liniju veze.

Pri uplivu magnetskog polja jednogprovodne električne linije na jednogprovodnu liniju veze, indukuje se na provodniku veze napon koji je zavisan od odnosa provodnika veze prema zemlji. Najnepovoljniji slučaj nastupa kada je provodnik veze na jednom kraju izolovan, a na drugom kraju uzemljen. Tada je napon na izolovanom kraju

$$U = \omega \cdot M \cdot l \cdot I_z \dots \dots \dots (1)$$

gde je  $\omega = 314$ ;

M — koeficijent magnetske sprege između jednogprovodne električne linije i jednogprovodne linije veze u H/km;

$l$  — dužina deonice upliva u km;

$I_z$  — struja koja protiče kroz provodnik električne linije (struja zemljospoja) u A.

Da bi se primenio gornji obrazac, treba prethodno izračunati koeficijent magnetske sprege. Zbog teškoća da se izračuna ovaj koeficijent do sada se obrazac 1 nije primenjivao.

Veličina koeficijenta magnetske sprege je, pored ostalog, zavisna od specifične provodnosti zemlje na deonici upliva. Zemlja je sredina sa veoma raznorodnom provodnošću, pa je određivanje koeficijenta magnetske sprege skopčano sa velikim teškoćama. Rezultati mnogobrojnih merenja pokazuju da se zemlja ne može smatrati jednorodnom. Obrasci koji uzimaju u obzir dvoslojnu strukturu zemlje obično daju tačnije rezultate.

Za jednoslojnu strukturu zemlje najbolje priznanje su dobili obrasci Karsona i Polačeka, ali su oni dosta komplikovani i zato nepogodni za praktičnu primenu. Kostenko je uprošćavanjem obrasca Karsona i Polačeka dobio prostiju i za praksu primenljiviju formulu za izračunavanje uzajamne indukcije:

$$M = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \sum_{m=1}^{m'} \ln \frac{\sqrt{a_m^2 + (b+c + 800 \sqrt{\frac{1}{\gamma f}})^2}}{\sqrt{a_m^2 + (b-c)^2}} \text{ [H/km]} \quad (2)$$

gde je:

$a_m$  — rastojanje između električne linije i linije veze u metrima;

$b$  — visina provodnika električne linije u metrima;

$c$  — visina provodnika linije veze u metrima;

$\gamma$  — specifična provodnost zemlje u simensima po metru;

$f$  — frekvencija uplivišuće struje u hercima.

Greška pri upotrebi približnog obrasca 2 u većini slučajeva ne prelazi 10%, a vrlo retko greška može biti do 20%.

U praksi se koeficijent  $M$  najčešće iznalazi za frekvenciju  $f = 50$  Hz. Da bi se uprostilo izračunavanje, izrađen je, na bazi formula Karsona i Polačeka, nomogram pomoću koga se za različita rastojanja paralelnog vođenja jednogprovodne uplivišuće i jednogprovodne uplvisane linije i različite vrednosti specifične provodnosti zemlje može odrediti koeficijent  $M$ .

Prve tri vertikalne skale (sl. 1) predstavljaju rastojanje u metrima između uplivišuće i uplvisane linije i to:

- $a_1$  i  $a_2$  — rastojanje na krajevima deonice upliva i
- $a_m$  — srednje (ekvivalentno) rastojanje za deonicu upliva.

Četvrta skala predstavlja veličinu koeficijenta uzajamne indukcije  $M$  u  $\mu\text{H}/\text{km}$ .

Peta skala predstavlja specifičnu provodnost zemlje na deonici upliva u  $\text{sim}/\text{m}$ .

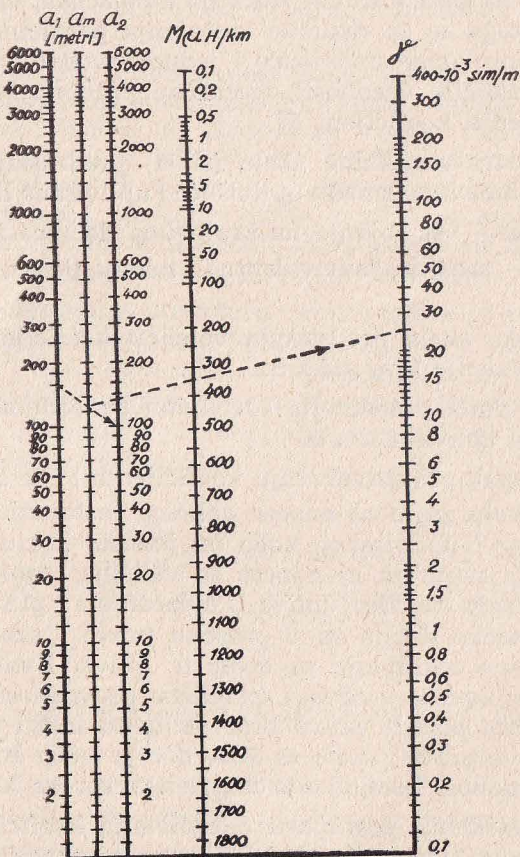
Postupak pri određivanju koeficijenta  $M$  je sledeći.

Na skalu za  $a_1$  se nanese veličina rastojanja između uplivišućeg i uplvisanog voda na jednom kraju deonice upliva. Na skalu za  $a_2$  nanese se veličina rastojanja na drugom kraju deonice upliva. Povlačenjem prave kroz ove dve tačke dobija se u preseku prave i skale za  $a_m$  ekvivalentno rastojanje za deonicu upliva. Zatim se na skalu za  $\gamma$  nanese vrednost specifične provodnosti zemlje i iz te tačke povuče prava kroz dobijenu tačku za  $a_m$ . U preseku ove prave i skale za  $M$  se dobija tačka koja predstavlja vrednost koeficijenta magnetske sprege  $M$ .

Iz navedenih postupaka određivanja koeficijenta  $M$  vidi se da je njegova vrednost zavisna od specifične provodnosti zemlje. Međutim, u nas još nije merena specifična provodnost zemlje i podaci za  $\gamma$  ne postoje. Zato

će se provodnost određivati na osnovi podataka o strukturi zemlje na deonici upliva, odnosno duž SVTTL.

Provodnost zemlje se menja u širokim granicama, i to od  $\gamma = 0,3 \cdot 10^{-3}$  sim/m za škriljce, gnajs i druge stene vulkanskog porekla, do  $\gamma = 500 \cdot 10^{-3}$  sim/m za laku glinu.



Sl 1. Nomogram za određivanje koeficijenta  $M$  u zavisnosti od  $a_m$  i  $\gamma$ , a pri  $f = 50$  Hz

U tablici 1 data je specifična provodnost za pojedine vrste zemlje.

Tablica 1

V r s t a z e m l j e	Pri godišnjim atmosferskim padavinama	
	> 500 mm	< 250 mm
	Specifična provodnost sim/m	
Humus i laka glina	0,5 – 0,1	0,2 – 0,001
Glina	0,2 – 0,05	0,1 – 0,01
Laporac	0,1 – 0,03	0,02 – 0,003
Porozni krečnjak	0,03 – 0,01	0,02 – 0,003
Porozni glinasti škriljac	0,03 – 0,003	manja od 0,001
Mermer i kristalasti krečnjak	0,01 – 0,001	„
Granit	oko 0,001	„
Škriljci, gnajs, stene vulkanskog porekla	oko 0,0005	„

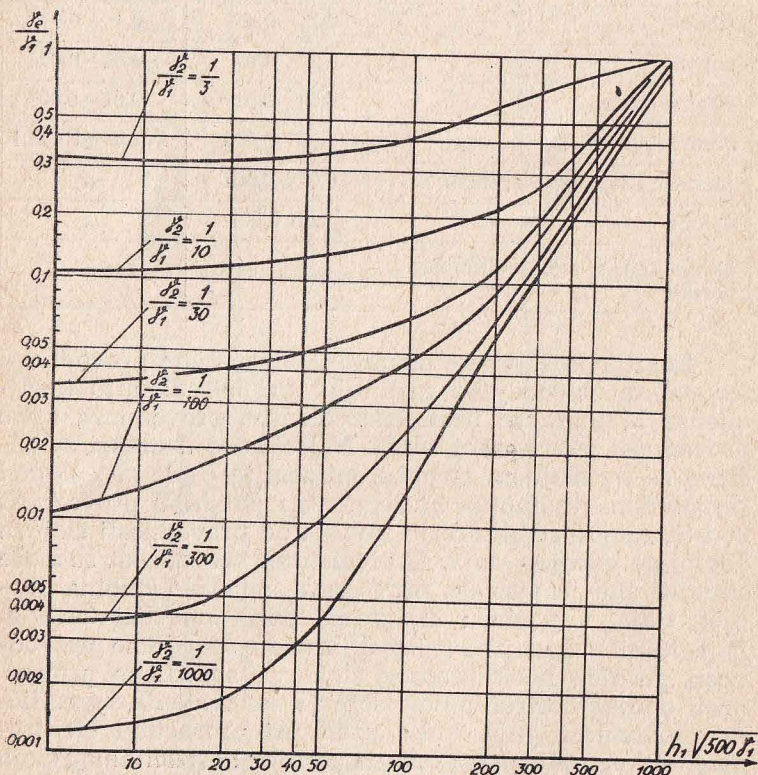
Zemlja je slojevite strukture. Specifične provodnosti slojeva se obično jako razlikuju. Pri određivanju koeficijenta  $M$  mora se uzeti ekvivalentna provodnost, a ne provodnost površinskog sloja. Najčešće se u praksi susrećemo sa dvoslojnom strukturom zemlje, gde su slojevi raspoređeni po dubini. Ekvivalentna (srednja) provodnost kod dvoslojne strukture je zavisna od provodnosti slojeva i debljine gornjeg sloja. Ekvivalentna provodnost se može odrediti ako je poznata provodnost slojeva i dubina gornjeg sloja, a pomoću dijagrama datih na slici 2 ili 3. Dijagrami pokazuju zavisnost između specifične provodnosti gornjeg horizontalnog sloja  $\gamma_1$ , specifične provodnosti donjeg horizontalnog sloja  $\gamma_2$ , ekvivalentne specifične provodnosti (nju treba uzeti pri proračunu elektromagnetskog upliva)  $\gamma_e$  i dubine gornjeg horizontalnog sloja  $h_1$ , i to za različite vrednosti odnosa  $\frac{\gamma_2}{\gamma_1}$ .

Na slici 2 su nacrtane krive za sledeće vrednosti odnosa između provodnosti gornjeg i donjeg sloja:

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{1}{3}; \frac{1}{10}; \frac{1}{30}; \frac{1}{100}; \frac{1}{300}; \frac{1}{1000}$$

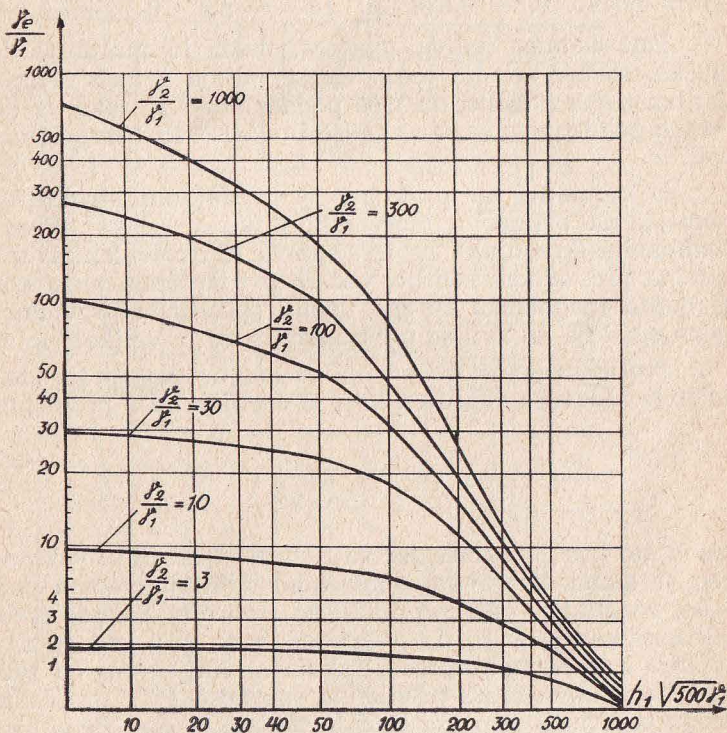
a na slici 3:

$$\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = 3; 10; 30; 100; 300; 1000.$$



Sl. 2. Krive zavisnosti  $\frac{\gamma_e}{\gamma_1}$  od parametra  $h_1 \cdot \sqrt{500 \gamma_1}$  pri  $\gamma_1 > \gamma_2$

Iz praktičnih primera će se najbolje videti upotreba navedenih dijagrama na slici 2 i 3. Pretpostavimo da treba odrediti ekvivalentnu specifičnu provodnost zemlje kada se ona sastoji iz dva horizontalna sloja. Neka se gornji sloj, debljine  $h_1 = 50$  m, sastoji iz gline čija je specifična provodnost  $\gamma_1 = 30 \cdot 10^{-3}$  sim/m i neka je donji sloj granit, dijapaz ili gnajs čija je specifična provodnost  $\gamma_2 = 0,3 \cdot 10^{-3}$  sim/m.



Sl. 3. Krive zavisnosti  $\frac{\gamma_2}{\gamma_1}$  od parametra  $h_1 \cdot \sqrt{500 \cdot \gamma_2}$  pri  $\gamma_1 < \gamma_2$

Pošto je u datom slučaju  $\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{1}{100}$ , to se koristi treća odozdo kriva na slici 2. Nalazeći parametar

$$P = h_1 \sqrt{500 \gamma_1} = 50 \sqrt{500 \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = 194$$

i nanoseći vrednost za  $P$  na apscisu, dobija se, na trećoj krivoj odozdo, tačka čija je ordinata  $\frac{\gamma_e}{\gamma_1} = 0,074$ , a odatle  $\gamma_e = 0,074 \cdot \gamma_1 = 0,074 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 2,2 \cdot 10^{-3}$  sim/m.

Duž deonice upliva, pogotovu kada je ona dosta dugačka, sastav zemlje može da se menja i tada deonicu upliva treba podeliti na više poddeonica i to tako da duž svake poddeonice sastav zemlje bude isti ili bar približno isti.

U rejonima sa praktično jednoslojnom strukturom zemlje, na primer u Vojvodini (humus i laka glina) i Dalmacija (krečnjak), ne izračunava se ekvivalentna specifična provodnost zemlje, već se pri izračunavanju koeficijenta magnetske sprege uzima specifična provodnost gornjeg sloja za koji se pretpostavlja da je velike dubine.

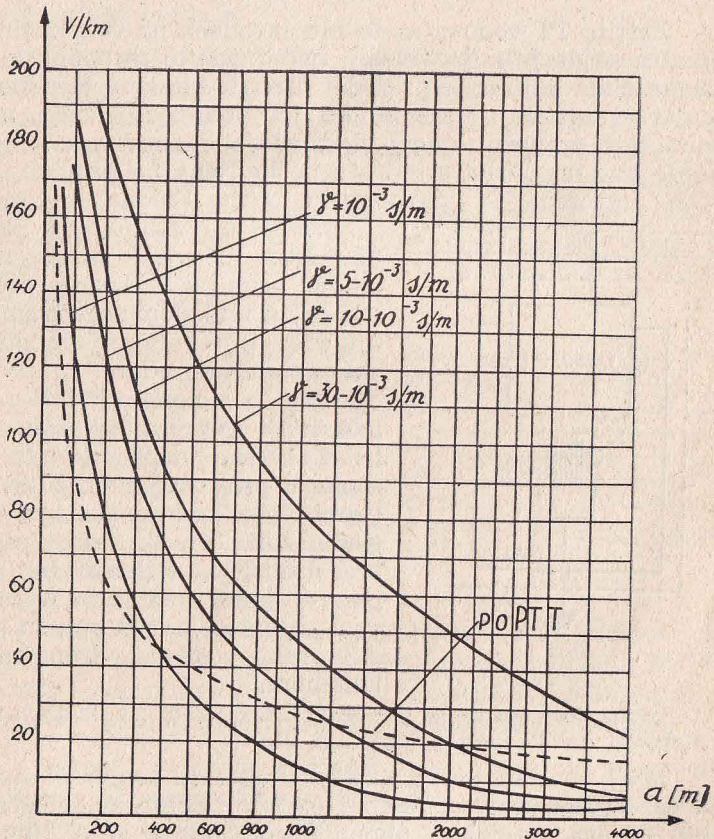
Proračun opasnosti od upliva magnetskog polja električnih vodova po obrascu koji je usvojen PTT propisima.

$$\Sigma G = 0,7 \cdot I_z \cdot \omega \cdot \Sigma \frac{l}{\sqrt{a}} \leq 107.500 \quad . \quad . \quad (3)$$

treba što pre zabraniti, jer se u slučaju da je provodnost zemlje slaba, njegovom upotrebom dobijaju veoma pogrešni rezultati — daleko manji od stvarnih. Takođe treba odbaciti konstataciju da se proračun ne vrši kad su rastojanja između uplivišuće i uplvisane linije veća od 1000 metara. Za ovu vrstu proračuna opasnosti PTT propisi se mogu prihvatiti samo za slučajeve kada je specifična provodnost zemlje  $\gamma \geq 30 \cdot 10^{-3}$  sim/m. U svim ostalim slučajevima opasnost treba obavezno proračunati po obrascu 1.



Ako je na deonici upliva mala specifična provodnost zemlje, reda  $10^{-3}$  sim/m, upliv magnetskog polja se ne može zanemariti čak i za rastojanja i od 5 km. Na slici 4 su prikazane krive koje pokazuju veličinu indukovanog napona na provodniku uplivišanog TT voda u zavisnosti od rastojanja između uplivišućeg dalekovoda i uplivišanog TT voda, a na deonici upliva dužine 1 km i struji zemljo-

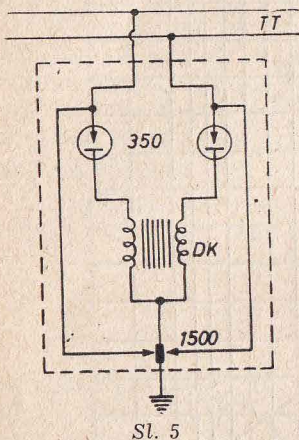


Sl. 4

spoja od 1000 A. Isprekidana kriva predstavlja napon izračunat po obrascu 3 (PTT), a ostale krive predstavljaju napone (stvarne) izračunate po obrascu 1, a za različite slučajeve provodnosti zemlje. (O ovom problemu je detaljnije pisano u VTG-u br. 4/1961. god., str. 264).

## ZASTITA TT VODOVA OD VISOKIH INDUKOVANIH NAPONA

Zaštita TT vodova može biti izvedena na više načina. Smatra se da je najpovoljniji način zaštite sa naponskim osiguračima kojima je pridodat drenažni kalem. Naponski osigurači zaštićuju provodnike TT voda od visokih napona, dok drenažni kalem obezbeđuje: jednovremeno paljenje oba naponska osigurača postavljena na provodnike voda, normalan TT saobraćaj za vreme »rada« osigurača



i uravnotežuje struje koje protiču kroz potrošač za vreme »rada« osigurača. Drugim rečima, drenažni kalem znatno smanjuje smetnje i otklanja mogućnost akustičnog udara. Ispitivanja koja su vršena u SSSR-u, u leto 1954. god., su pokazala da je za vreme nepogoda (atmosferskih pražnjenja) broj udara (izobličenja) kod kanalskog telegrafa, koji je radio preko voda bez drenažnog kalema, bio 23 puta u junu i 32 puta u julu veći nego kod kanala koji su radili preko voda sa drenažnim kalemom.

Sema uključivanja naponskih osigurača sa drenažnim kalemom na TT vod je data na slici 5.

Naponski osigurači. Naponski osigurači služe da od visokih napona zaštite uređaje telefonsko-telegrafskih stanica, aparaturu abonenata i kablove veze. Napon paljenja naponskog osigurača se bira tako da pri proiz-

voljnom obliku privedenog napona bude manji od napona koji će povrediti izolaciju ili predstavljati opasnost po ljudstvo.

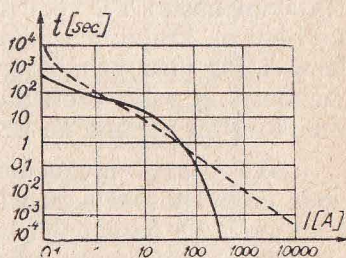
Osnovni delovi naponskog osigurača su elektrode postavljene na rastojanju preskoka iskre. Kapacitet koji obrazuju elektrode kreće se u granicama od  $5 \cdot 10^{-12}$  F do  $80 \cdot 10^{-12}$  F, tako da praktično ne guši struju telefonsko-telegrafske predaje.

Glavne karakteristike naponskog osigurača su napon paljenja i propusna moć struje pražnjenja — ampersekundna karakteristika. Napon paljenja je oko 350 V. Za naše potrebe su pogodni vakumski osigurači koje proizvodi »Iskra«, a od stranih: RA350 (SSSR), keramički sa cilindričnim elektrodama (Zapadna Nemačka) i 3R350 (Engleska). Svi oni imaju približno iste karakteristike. Na slici 6 je data ampersekundna karakteristika za RA350 (isprekidana kriva) i nemački keramički osigurač (puna kriva)

Ukoliko preko elektroda proteče veća struja od dozvoljene, elektrode se obično istope i međusobno spoje, tako da provodnik TT voda spoje sa zemljom, što je uočljiva indikacija da je osigurač neispravan. Međutim, osigurač

može da bude probijen a da provodnik TT voda ne spoji sa zemljom. Zbog toga lice koje pregleda i održava SVTTL treba uvek posle nepogoda (atmosferskih pražnjenja) da proveri ispravnost osigurača i da neispravne zameni.

Napon paljenja osigurača se kreće u granicama  $350 \pm 40$  V, pa drenažni kalem treba da omogući povišenje potencijala provodnika TT voda za 80 V i na taj način obezbedi jednovremeno paljenje osigurača.



Sl. 6

## ODREĐIVANJE MESTA DUŽ UPLIVISANOG TT VODA NA KOJE ĆE SE POSTAVITI OSIGURAČ

Osiguranje od visokih indukovanih napona se sastoji od naponskih osigurača sa drenažnim kalemom. S obzirom na to da je drenažni kalem dodatni elemenat, to ćemo ubuduće govoriti samo o naponskim osiguračima, s tim što se podrazumeva da uz osigurače dolazi i kalem.

Mesta osiguranja i broj tih mesta duž uplivisanog TT voda zavise od načina napajanja uplivišućeg dalekovoda, veličine upliva i dužine deonice upliva.

Poznato je da se dalekovodi mogu napajati samo sa jedne strane, kad je potrošač sa druge strane, i sa obe strane — rad u mreži. Pošto se proračuni upliva za ova dva slučaja razlikuju, to je najbolje da se posebno izlože.

Dalekovod napajan sa jedne strane. Na svim našim TT vodovima naponski osigurači su postavljeni na krajevima pojačavačkih deonica (drenažni kalemovi još nisu primenjeni), pa ćemo pri analizi upliva magnetskog polja uzeti u obzir njihov uticaj na veličinu indukovanih napona na provodnicima TT voda.

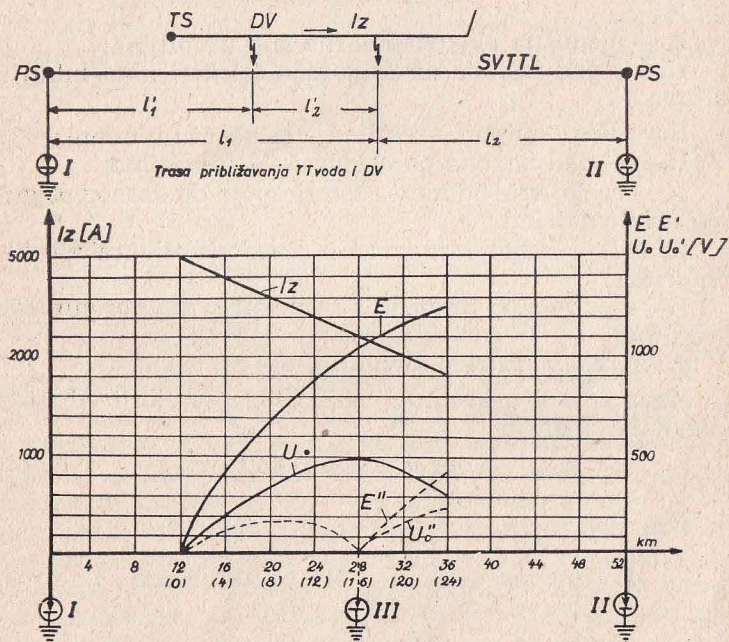
Ako postoji mogućnost da se na provodnicima TT voda pojavi visoki napon (velika podužna elektromotorna sila), onda se na deonici upliva postavljaju naponski osigurači, tako da napon između provodnika TT voda i zemlje ni na jednom mestu ne bude veći od dozvoljenog. Da bi se ovo ostvarilo treba odrediti mesto na koje će se postaviti osigurač i ustanoviti koja se veličina podužne elektromotorne sile može dozvoliti između dva susedna naponska osigurača.

Pretpostavimo da imamo slučaj kao na slici 7, gde je dužina deonice upliva 24 km, dužina TT voda na pojačavačkoj deonici 52 km, struja zemljospoja faze uplivišućeg dalekovoda  $I_z$  kao na dijagramu i da je duž cele deonice upliva  $M = 10^{-4}$  H/km.

Podužna elektromotorna sila na provodnicima veze:

$$E = \omega \cdot M \cdot I_z$$

je zavisna od dužine deonice upliva, odnosno od mesta zemljospoja. U konkretnom slučaju je izračunata i prikazana krivom  $E$ . Tako, na primer, ako je zemljospoj na 8 km deonice upliva, indukovana  $E = 620$  V, a ako je na 20 km, onda je  $E = 1200$  V.



Sl. 7. Krive koje predstavljaju rezultate proračuna za postavljanje osigurača

Kada se na provodnicima uplivosanog TT voda ne bi nalazili naponski osigurači, onda bi napon tih provodnika prema zemlji bio jednak polovini podužne elektromotorne sile, odnosno, u najgorem slučaju (provodnik TT voda na

jednom kraju uzemljen, a na drugom izolovan) jednak podužnoj elektromotornoj sili. No pošto se na provodnicima kod pojačavačkih ili krajnjih stanica nalaze naponski osigurači, napon provodnika je manji i određuje se pomoću obrasca 4

$$U_o = \frac{(E - 2U_N) \cdot (Z \cdot l_2 - R_{U2})}{Z(l_1 + l_2) + R_{U1} + R_{U2}} + U_{N2} \dots (4)$$

gde je:

$E$  — podužna elektromotorna sila u voltima;

$U_N$  — pad napona na osiguraču (električnom luku) u voltima;

$R_{U1}$  i  $R_{U2}$  — otpori uzemljenja osigurača u omima;

$U_{N2}$  — pad napona na osiguraču 2 u voltima;

$l_2$  — rastojanje od mesta zemljospoja do desnog osigurača u kilometrima;

$l_1 + l_2$  — rastojanje između susednih osigurača u kilometrima;

$U_o$  — potencijal provodnika veze pri »radu osigurača« u voltima;

$Z$  — impedancija provodnika veze u omima.

Kada su svi provodnici veze istog preseka i od istog materijala, onda je

$$Z = R + j 314 [L + (n - 1) M_T] \Omega/\text{km} \dots (5)$$

gde je:

$$L = \left[ 2 \cdot \ln \frac{17,9}{r \sqrt{0,1 \cdot \gamma}} + 1 \right] \cdot 10^{-4} \text{ H/km} \dots (6)$$

$$M_T = \left[ 2 \cdot \ln \frac{17,9}{a \sqrt{0,1 \cdot \gamma}} + 1 \right] \cdot 10^{-4} \text{ H/km} \dots (7)$$

$R$  — omski otpor jednog provodnika veze na dužini od 1 km;

$\gamma$  — srednja specifična provodnost zemlje duž provodnika, a na relaciji između dva susedna osiguračka mesta;

$n$  — broj provodnika veze;  
 $r$  — poluprečnik provodnika veze u metrima;  
 $a$  — srednje rastojanje između provodnika veze dato obrascem

$$a = \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_n};$$

$a_1, a_2, a_3 \dots a_n$  — rastojanje između referentnog provodnika veze i ostalih provodnika.

Ako se zanemari otpor uzemljenja osigurača i pad napona na električnom luku osigurača, onda se obrazac 4 može uprostiti, tako da je

$$U_0 = \frac{E \cdot l_2}{l_1 + l_2} \dots \dots \dots (8)$$

Kada se za proračun koristi obrazac 8, onda treba na maksimalnu izračunatu vrednost za  $U_0$  dodati još 150 V. Ovo se čini zbog učinjenih zanemarivanja pada napona na električnom luku (oko 30 V) i pada napona na otporu uzemljenja (oko 120 V). Na krajevima provodnika veze, kod pojačavačkih ili krajnjih stanica, dozvoljava se kratkovremen napon od oko 150 V.

Vrednosti za  $U_0$  sa slike 7 su izračunate po obrascu 8. Iz grafikona se vidi da će  $U_0$  biti maksimalno kada je zemljospoj faze dalekovoda na 16 km deonice upliva. Izračunato  $U_{om}$  iznosi 490 V. Pošto su zanemareni otpori uzemljenja osigurača i pad napona na električnom luku osigurača, to se mora na  $U_{om}$  dodati još 150 V, pa je stvarna maksimalna vrednost  $U_{omax} = 640$  V. Pošto je napon provodnika veći od dozvoljenog ( $U_d = 430$  V), to se moraju postaviti naponski osigurači i to na mestu gde je  $U_{omax}$ . Tako je u konkretnom primeru treći osigurač postavljen na 16 km deonice upliva.

Pošto se odredi mesto za treći osigurač, treba proveriti da li još negde treba postaviti osigurače. Dalji način proračuna je isti kao i prethodni, samo se odvojeno posmatraju vodovi na relaciji od prvog do trećeg osigurača, a odvojeno vodovi od trećeg do drugog osigurača.

Na relaciji između prvog i trećeg osigurača deonica upliva je od 12 do 28 km. Grafikon podužne indukovane elektromotorne sile se u ovom slučaju poklapa sa ranije izračunatom kada je deonica upliva bila od 12 do 36 km.

Pri izračunavanju veličine napona veze prema zemlji, kada »rade« osigurači I i III, koristi se obrazac 8 (ili 4)

$$U'_0 = \frac{E' l'}{l'_1 + l'_z} = \frac{E' l_2}{28} \dots \dots \dots (8)$$

gde je  $l_2$  — rastojanje od posmatrane tačke na posmatranoj deonici upliva do osigurača III.

Iz prikazanog grafikona se vidi da je  $U'_{om} = 180$  V, a  $U'_{omax} = 180 + 150 = 330$  V, pa ne treba postavljati nove osigurače duž TT voda.

Takođe je po obrascu 8 izračunat i grafički prikazan napon provodnika veze prema zemlji  $U''_0$  pri radu osigurača III i II. Pošto je  $U''_0 = 250$  V i  $U''_{omax} = 400$  V, to i na ovoj relaciji nije potrebna dalja zaštita.

Struje koje prolaze kroz naponske osigurače za vreme pražnjenja mogu imati različite vrednosti u zavisnosti od impedancije petlje provodnici veze — zemlja.

Kod svakog osiguračkog mesta broj osigurača je jednak broju provodnika veze. Svi osigurači imaju zajedničko uzemljenje, čiji otpor treba da bude takav da pri prolazu indukovane struje kroz sve osigurače koji su postavljeni na jednom osiguračkom mestu pad napona na uzemljenju ne bude veći od dozvoljenog. Po podacima iz literature, u SSSR-u je dozvoljen pad napona na uzemljenju kod pojačavačkih i krajnjih stanica oko 120—150 V i nešto više u slučaju da se osigurači postave duž linije.

Otpor uzemljenja krajnjih osigurača, tj. osigurača koji su postavljeni na krajevima pojačavačke deonice, određuje se po sledećem obrascu:

$$R_{U1} \approx R_{U2} \leq \frac{120 \cdot Z \cdot l}{n(E - 300)} \dots \dots \dots (9)$$



a struja koja prolazi preko osigurača:

$$I_{N1} = I_{n2} \approx \frac{E - 300}{Z \cdot l} \dots \dots \dots (10)$$

gde je:

Z — impedancija provodnika veze data obrascem 5;

l — dužina provodnika veze između osiguračkih mesta;

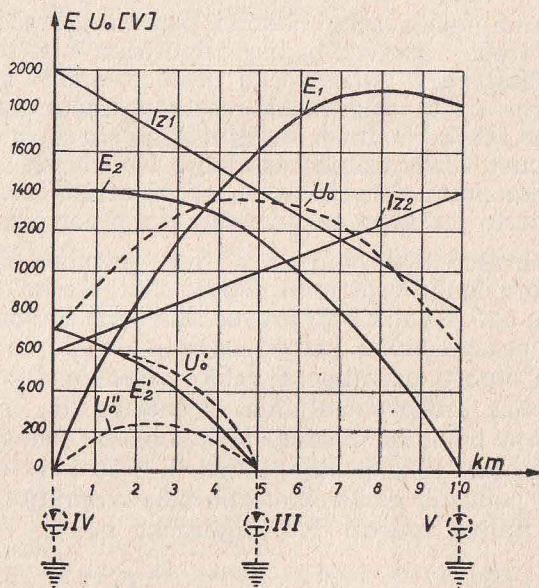
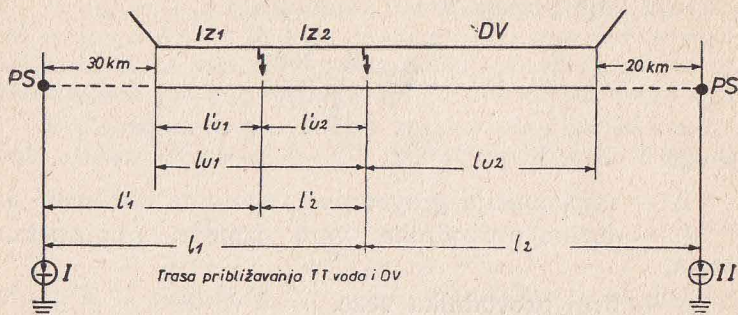
n — broj provodnika veze.

Ako na pojačavačkoj deonici, pored osigurača na krajevima, treba postaviti jedno osiguračko mesto ili više takvih mesta duž pojačavačke deonice, onda se otpor uzemljenja za ta osiguračka mesta proračunava na isti način kao i u prethodnom slučaju, samo što se za dužinu l, u obrascu 9 i 10, uzima rastojanje između dva susedna osiguračka mesta između kojih se postavlja novo osiguračko mesto za koje se proračunava otpor uzemljenja.

Iz obrasca 9 se vidi da će biti potrebno da otpori uzemljenja budu vrlo mali, što je često teško ostvariti, pogotovu ako je velik broj provodnika veze. Svi provodnici veze se prazne preko jednog uzemljenja, pa je pad napona na otporu uzemljenja velik usled velike struje koja protiče preko uzemljenja. U slučaju da se otpor uzemljenja ne može postići, onda umesto jednog osiguračkog mesta treba postaviti dva ili više i na taj način smanjiti podužnu elektromotornu silu smanjujući dužinu deonice upliva između dva osiguračka mesta.

Dalekovod napajan sa obe strane. Neka se na dužini  $l_1$  od struje  $I_{z1}$  indukuje na provodniku veze elektromotorna sila  $E_1$ , a na dužini  $l_2$  od struje  $I_{z2}$  elektromotorna sila  $E_2$ , pri čemu je  $E_1 > E_2$  (sl. 8).

Ako je veličina napona na krajevima provodnika veze gde su postavljeni osigurači veća od napona paljenja osigurača (napona uspostavljanja električnog luka), onda



Sl. 8

će osigurači proraditi. Za vreme rada osigurača napon na provodnicima veze je

$$U_o = E_1 \frac{(E_1 - E_2) \cdot (Z \cdot l_1 + R_N + R_U)}{Z \cdot l + 2R_N + 2R_U} \quad (11)$$

Ako su otpor uzemljenja ( $R_u$ ) i otpor osigurača za vreme pražnjenja ( $R_N$ ) mali u odnosu na impedanciju provodnika ( $Z$ ) i ako se kao takvi zanemare, onda se obrazac 11 može uprostiti, pa je:

$$U_o = \frac{E_1 \cdot l_2 + E_2 \cdot l_1}{l_1 + l_2} \quad \dots \quad (12)$$

Ovaj obrazac je dosta prostiji od obrasca 11 i daje dovoljno tačne rezultate, pa je zato pogodniji za praktičnu upotrebu od obrasca 11.

U obrascu 11 i 12 je:

$$E_1 = \omega \cdot M \cdot I_{z1} \cdot l_{u1} \quad \dots \quad (13)$$

i:

$$E_2 = \omega \cdot M \cdot I_{z2} \cdot l_{u2} \quad \dots \quad (14)$$

Veličine indukovanih elektromotornih sila  $E_1$  i  $E_2$  su, pored ostalog, zavisne i od mesta zemljospoja faze dalekovoda, naime od dužine deonice upliva na koje uplivišu struje zemljospoja  $I_{z1}$  i  $I_{z2}$ , odnosno od dužina  $l_{u1}$  i  $l_{u2}$ .

Kad se izračunaju vrednosti za  $E_1$  i  $E_2$  duž deonice upliva, onda se izračunava  $U_o$  za tu istu deonicu. Iz dijagrama za  $U_o$  se konstatuje gde je maksimalna vrednost ( $U_{omax}$ ), odnosno gde treba postaviti naponske osigurače ukoliko je  $U_{omax} > 430$  V. Posle određivanja mesta na koje valja postaviti treći osigurač, proverava se da li će se negde pojaviti na provodnicima veze napon veći od 430 V kada duž pojačavačke deonice ima tri osiguračka mesta. Postavljanjem trećeg osiguračkog mesta pojačavačka deonica se deli na dva dela, tako da se u daljem proračunu odvojeno posmatra jedan deo, a odvojeno drugi. Ukoliko se pokaže da će se na jednom od ova dva dela pojaviti napon  $U_{omax}$  veći od 430 V, mora se odrediti gde će se nalaziti sledeće osiguračko mesto. Na taj način se postupak ponavlja.

Pretpostavimo da imamo slučaj kao na slici 8, gde se uplivišući dalekovod od 110 kV napaja sa dve strane. Specifična provodnost zemlje je  $\gamma = 10^{-3}$  sim/m. Struje zemljospoja faze dalekovoda  $I_{z1}$  i  $I_{z2}$  date su u vidu grafi-

kona, a u zavisnosti od mesta zemljospoja. Dužina deonice upliva je 10 km, a dužina TT voda na pojačavačkoj deonici je 60 km. Rastojanje na deonici upliva između uplivišućeg dalekovoda i uplivilisanog TT voda je 75 mm.

Pomoću obrasca 13, a u zavisnosti od mesta zemljospoja, izračunata je i grafički prikazana indukovana podužna elektromotorna sila  $E_1$  koju izaziva struja zemljospoja  $I_{z1}$ . Na isti način, a pomoću obrasca 14, izračunata je i grafički prikazana (sl. 8) podužna elektromotorna sila  $E_2$  koju izaziva struja  $I_{z2}$ .

Pošto na krajevima TT-voda postoje osigurači, treba po obrascu 12 izračunati napon duž provodnika TT-voda u slučaju zemljospoja, a pri »radu« osigurača na krajevima TT-voda. Ovaj napon, koji je označen kao  $U_0$ , zavisan je od mesta zemljospoja. U obrascu 12 je  $l_1$  rastojanje između tačke zemljospoja i osigurača na levom krugu TT-voda,  $l_2$  između tačke zemljospoja i desnog osigurača. Maksimalnu vrednost ima ovaj napon u slučaju zemljospoja na petom kilometru deonice upliva DV i iznosi 1370 V. Prema tome, treće osiguračko mesto treba postaviti na petom kilometru.

Pošto se odredi mesto na koje će se postaviti treći osigurač, proverava se da li treba još negde postaviti osigurače duž TT-voda. Po obrascu 13 i 14, vršen je proračun podužnih elektromotornih sila  $E'_1$  i  $E'_2$  levo od trećeg osigurača. Na ovom delu je  $E'_1 = E_1$  dok je  $E'_2$  dato posebnim grafikonom, jer sada za struju  $I_{z2}$  deonica upliva počinje od trećeg osigurača, pošto odatle pa do početka deonice upliva dalekovoda raste veličina struje  $I_{z2}$ .

Prema slici 8 indukovane podužne elektromotorne sile između prvog i trećeg osigurača izračunavaju se po sledećim obrascima:

$$E'_1 = \omega M I_{z1} l'_{u1} = E_1$$

$$E'_2 = \omega M I_{z2} l'_{u2}$$

Za vreme zemljospoja na relaciji između prvog i trećeg osigurača, a pri radu ova dva osigurača, napon na

provodnicima veze će biti  $U'_0$ . Ovaj napon se, kao što je ranije rečeno, izračunava po orbascu 12 koji u ovom slučaju, a prema slici 7, glasi:

$$U'_0 = \frac{E'_1 l'_2 + E'_2 l'_2}{l + l'_2}$$

Izračunate vrednosti za  $U'_0$  su prikazane grafikonom iz koga se vidi da je maksimalna vrednost na početku deonice upliva dalekovoda i da tu treba postaviti novo (četvrto) osiguračko mesto.

Posle ovoga se proverava da li treba na relaciji između trećeg i četvrtog osigurača postaviti novo osiguračko mesto. Postupak proračunom se ponavlja kao u prethodna dva slučaja, samo što se tada posmatra TT vod od trećeg do četvrtog osiguračkog mesta.

Kada se proračun vršio za određivanje potrebe i mesta postavljanja trećeg osigurača, u proračun su ulazili elementi dužine i veličine upliva između dva krajnja (prvog i drugog) osigurača. Pri određivanju mesta četvrtog osigurača postupak je ponovljen, samo su tada krajnji osigurači bili prvi i treći, odnosno pojava je analizirana samo na toj relaciji. Dakle, stvar se uvek svodi na određivanje mesta i potrebe trećeg (srednjeg) osigurača.

Na napred navedeni način izračunate su i grafički prikazane ostale potrebne veličine, iz kojih se vidi da je na deonici upliva potrebno postaviti tri osiguračka mesta koja obezbeđuju da napon provodnika veze za vreme zemljospoja faze dalekovoda bude manji od 430 V, nezavisno od toga gde će se zemljospoj dogoditi.

Otpor uzemljenja za naponske osigurače i struje koje prolaze preko osigurača proračunava se na sličan način kao i kada je u pitanju upliv dalekovoda koji se napaja samo sa jedne strane.

Ukoliko na provodnicima veze postoje osigurači samo na krajevima pojačavačke deonice, onda obrazac za izračunavanje otpora uzemljenja glasi:

$$R_{U1} \approx R_{U2} \leq \frac{120 \cdot Z \cdot l}{(E_1 - E_2) - 300} \quad (15)$$

a obrazac za struje koje prolaze preko osigurača

$$I_{N1} \approx I_{N2} = \frac{(E_1 - E_2) - 300}{n \cdot Z \cdot l} \quad (16)$$

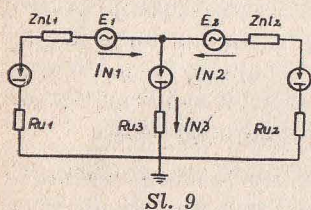
gde je:

$E_1$  — indukovana podužna elektromotorna sila od struje  $I_{z1}$  za koju se pretpostavlja da je veća od  $E_2$ ;

$E_2$  — indukovana podužna elektromotorna sila od struje  $I_{z2}$ . Ostale veličine su iste kao i u obrascima 9 i 10.

Ukoliko je  $E_1 < E_2$ , onda se u obrascima 15 i 16 uzima  $E_2 - E_1$ .

Kada na provodnicima veze duž pojačavačke deonice ima tri osiguračka mesta ili više njih, potrebno je izračunati otpor uzemljenja trećeg osiguračkog mesta čiji se proračun razlikuje od prethodnog proračuna. Otpor uzemljenja svakog osiguračkog mesta koji se nalazi na krajevima pojačavačke deonice izračunava se na isti način kao i za treće osiguračko mesto.



Prema slici 9, koja predstavlja ekvivalentnu električnu šemu provodnika veze sa tri osiguračka mesta otpor uzemljenja trećeg osiguračkog mesta se izračunava po sledećem obrascu:

$$R_{U3} =$$

$$= \frac{(Z_n l_2 + R_{u1})(Z_n l_1 + R_{u2}) \cdot 120}{E_1(Z_n l_2 + R_{u2}) + E_2(Z_n l_1 + R_{u1}) - 120[Z_n(l_1 + l_2) + R_{u1} + R_{u2}]} \quad (17)$$

a struje

$$I_{N1} = \frac{(Zl_2 + R_{u2} + R_{u3})E_1 - R_{u3} E_2}{(Zl_1 + R_{u1})(Zl_2 + R_{u2}) + R_{u3}[Z(l_1 + l_2) + R_{u1} + R_{u2}]} \quad (18)$$

$$I_{N2} = \frac{(Zl_1 + R_{u1} + R_{u3})E_2 - R_{u3}E_1}{(Zl_1 + R_{u1})(Zl_2 + R_{u2}) + R_{u3}[Z(l_1 + l_2) + R_{u1} + R_{u2}]} \quad (19)$$

$$I_{N3} = I_{N1} + I_{N2} = \frac{(Zl_2 + R_{u2}) E_1 + (Zl_1 + R_{u1}) E_2}{(Zl_1 + R_{u1})(Zl_2 + R_{u2}) + R_{u3}[Z(l_1 + l_2) + R_{u1} + R_{u2}]} \quad (20)$$

gde je:

$$Z_n = \frac{Z}{n} \text{ — impedancija snopa provodnika veze.}$$

$n$  — broj provodnika veze.

Broj naponskih osigurača postavljenih na provodniku veze na pojačavačkoj deonici nekada iznosi 10—20 komada. Postavljanje većeg broja osigurača čine eksploataciju TT-vodova složenijom, pošto osigurači rade i pri prednaponima koji potiču od atmosferskog pražnjenja, naročito pri direktnom udaru groma u liniju veze. Zato je neophodno da ljudstvo koje održava liniju veze kontroliše i ispravnosti osigurača, i to naročito u vreme velikih atmosferskih pražnjenja.

Kapetan inž. *Milan PAVLOVIĆ*

## POJAVA I ISKLJUČIVANJE ABNORMALNIH REZULTATA MERENJA PRI ISPITIVANJU BALISTIČKIH FAKTORA

Pri analizi problema abnormalnih rezultata merenja pri ispitivanju balističkih faktora u većini slučajeva se polazi od toga da se sva merenja »a priori« potčinjavaju zakonu Gausa. No ako se pretpostavi da se sva merenja ne potčinjavaju ovom zakonu, onda se problem pojavljuje u sasvim drugom svetlu.

Može se smatrati da je abnormalan rezultat merenja proizašao usled nekih uzroka koji kasnije neće doći do izražaja. Ovo se može delimično potvrditi obnavljanjem istog ili većeg broja merenja, pa ako se pri ovoj kontroli ponovo dobije abnormalan rezultat merenja, naša pretpostavka je pogrešna. Pri ovome treba imati na umu da se abnormalni rezultati dobijaju vrlo retko, i to samo pri vrlo velikom nizu merenja. Ovo može da dovede u pitanje opravdanost ponovnog ispitivanja sa malim brojem merenja.

Sa druge, pak, strane, abnormalan rezultat merenja može da se smatra karakterističnim za dati niz (metod) merenja za ispitivani faktor i sl. Tada predstoji da se utvrdi kome zakonu podležu data merenja. U nekim slučajevima takvi zakoni odstupaju od Gausovog.

Kako se iz izloženog vidi, problem analize i isključivanja mogućnosti dobijanja abnormalnih rezultata u nizu



merenja je vrlo delikatan, pa mu zato treba prilaziti vrlo obazrivo.

U daljem izlaganju zadržaćemo se na analizi ovog problema pod pretpostavkom da se merenja uglavnom pokoravaju Gausovom zakonu. Ovaj se normalno primenjuje pri ispitivanju balističkih faktora kao što su: početna brzina projektila, maksimalan pritisak barutnih gasova u cevi vatrenog oružja i domet.

Najpre ćemo objasniti neke upotrebljene termine.

Sa oznakom »E« predstavljamo središnu ili verovatnu grešku (za domet — verovatno skretanje) koja se izračunava po jednom od sledećih obrazaca:

$$E = 0,67449 \sqrt{\frac{\sum \lambda_i^2}{n-1}}; \text{ ili}$$

$$E = 0,4769 \sqrt{\frac{\sum \mu_i^2}{n-2}}$$

gde je:

$\lambda_i$  — odstupanje pojedinih merenja od srednje vrednosti niza;  $\mu_i$  — odstupanje pojedinih merenja od jednog do drugog, po redu.

Sa oznakom  $E_2 = \sigma$  predstavljamo srednju kvadratnu grešku ili standardnu devijaciju koja se izračunava po obrascu:

$$E_2 = \sqrt{\frac{\sum \lambda_i^2}{n-1}}$$

U oba slučaja  $n$  je broj merenja u nizu.

U izlaganju su primenjene funkcije  $\phi(\beta)$  i  $\phi(\beta')$  pomoću kojih se nalazi verovatnoća odstupanja u granicama ( $\beta$ ) izraženim kroz središne greške odnosno standardne devijacije.

Za neke vrednosti  $\beta$  ili  $\beta'$  funkcije iznose po sledećem:

$\beta$ ili $\beta'$	$\phi(\beta)$	$\phi(\beta')$
0	0	0
0,5	0,26507	0,38292
1,0	0,5	0,68750
1,5	0,68833	0,86639
2,0	0,82266	0,95450
2,5	0,90825	0,98758
3,0	0,95698	0,99730
3,5	0,98176	0,99953
4,0	0,99302	0,99993
4,5	0,99760	
5,0	0,99926	

Iz gornjeg se vidi da je iznos verovatnoće pojave greške zavisan od njene veličine.

Verovatnoća je vrlo mala za greške veće od  $4E_2$  odnosno  $5E$ , jer je u tim granicama verovatnoće bliska maksimalnoj vrednosti, tj. vrednosti jedinice (0,99926, odnosno 99993).

U toku merenja neke balističke vrednosti, merni aparati, uređaji, ljudi koji pripremaju i vrše ispitivanja i sl. mogu da naprave grube greške usled kojih se dobijaju abnormalni rezultati. Ovakvi rezultati više ili manje odstupaju od niza merenja balističkog faktora.

Da bi se izvršila pravilna analiza jednog niza merenja, ovakvi abnormalni podaci čiji se uzrok ustanovi izbacuju se iz toga niza merenja. Ukoliko bi bili zadržani u nizu, abnormalni rezultati merenja bi prouzrokovali nepravilno određivanje srednje vrednosti (srednja vrednost bi uticajem abnormalnog podatka o merenju bila pomešana na izvesnu veličinu prema abnormalnosti). Isto tako, uzimanjem u obzir abnormalnog podatka pri proračunu mere rasturanja (središne greške, standardne devijacije ili raspona) čini se velika greška, jer se ove mere uvećavaju, a samim tim ne predstavljaju vernu karakteristiku datog niza merenja.

Pri dobijanju abnormalnog rezultata pri merenju, prvenstveno treba pristupiti iznalaženju uzroka toj pojavi, jer je redovan slučaj da ovakva odstupanja, ukoliko su zaista abnormalna, nastaju pod dejstvom spoljnih uticaja, nezavisno od zakona grešaka kome podležu merenja datog balističkog faktora u ispitivanim uslovima. Ukoliko se nađe taj spoljni uzrok, on se konstatuje u dokumentu o merenju, a abnormalni podatak merenja se isključi iz analize proračuna karakteristika jednog niza merenja.

Ako se ne ustanovi zašto je dobijen abnormalni rezultat pri merenju, onda treba izvršiti analizu i ocenu koliko je dobijeni rezultat merenja abnormalan. Ovo zato što se često dešava da se pri isključivanju abnormalnih rezultata merenja isključuje i neko od punovažnih merenja, te se proračunom karakteristika u takvom slučaju dobijaju pogrešne vrednosti, na bazi kojih se donese i pogrešna ocena u pogledu nivoa i ujednačenosti niza merenja. Isto tako, prilikom isključivanja abnormalnih merenja bez odgovarajuće analize, tj. netačno i neobazrivo, često se prikriju neke mane ispitivanog uzroka — u našem slučaju oružja i municije. Zato bez obzira na to o kakvom se merenju radi, pojavu abnormalnog rezultata merenja treba vidljivo registrovati u dokumentu o merenju, kako bi se eventualno sagledala zakonitost njegove pojave u kasnijim opitima i analizama. Pri ovome se treba pridržavati toga da je bolje konstatovati da za dato merenje nije pronađen uzrok abnormalnosti i da je ono izbačeno radi toga što navodno »kvari niz«, nego nepouzdana obrazložiti dobijanje abnormalnog rezultata merenja.

Ako bi se postavilo da je uopšte nemoguće dobiti abnormalan rezultat pri merenju, moglo bi da se padne u drugu grešku, tj. desilo bi se da i dobrom uzorku (balističkom nizu) pripisujemo lošije karakteristike, kao, na primer, što bi to moglo da se desi pri prijemu serije municije.

Prema svemu izloženom zaključuje se da treba isključivati iz niza ona merenja čiji se uzrok abnormalnosti pronađe, a isključivanju onih za koje uzrok abnormalnosti

nije pronađen treba prilaziti vrlo obazrivo uz primenu odgovarajuće analize.

Pre nego što pristupimo analizi dobijanja abnormalnih rezultata merenja pri ispitivanju balističkih faktora, treba naglasiti da svi abnormalni podaci nisu jednako važni, tj. da među njima postoji izvestan broj onih koji zaslužuju maksimalnu pažnju i analizu, dok su drugi više-manje statističkoevidentne prirode.

U najkritičnije abnormalne pojave balističkih faktora treba ubrojati: abnormalne podbačaje koji mogu prouzrokovati gubitke sopstvenih snaga, zatim abnormalno visok maksimalan pritisak barutnih gasova u cevi (skok pritiska u sferu tormentačnih pritisaka i iznad te sfere), usled koga može da se onespособi oruđe i nastrada posluga.

Ostale abnormalne pojave zahtevaju odgovarajuće analize i razmatranja, dok gornje pojave treba da se smatraju kao neobično kritične. Valja napomenuti da se ovde razmatraju samo: domet, brzina i pritisak, što treba da se ima u vidu kako se ne bi doneo pogrešan zaključak o gore izloženom.

Nameće se pitanje koje merilo treba usvojiti kao kriterijum za isključenje abnormalnih rezultata dobijenih u nizu merenja.

U praksi se primenjuju kriterijumi zasnovani na teorijskim analizama i praktičnim iskustvima ili samo na jednom od ovo dvoje.

Smatramo da se pri oceni abnormalnih pojava uglavnom moramo pridržavati pravila da, nezavisno od broja merenja, treba isključiti samo one rezultate kod kojih je verovatnoća pojave abnormalnosti vrlo mala — manja od jednog procenta — i to pri pojavama abnormalnosti ustanovljenih dovoljno velikim brojem opita.

Razmotrićemo ovu postavku primenjenu na nekoliko slučajeva.

Može li se isključiti odstupanje veće od 4E (4 središne greške) što približno iznosi 2,7 standardnih devijacija pri nizu od 10 merenja?

Verovatnoća da će jedno merenje biti u granicama  $\pm 4E$  po podacima naznačenim u ranijem brojnom pregledu pod  $\Phi(\beta)$  iznosi 0,99302 ili 99,30%.

Verovatnoća da će jedno merenje biti u granicama  $\pm 2,7E_2$ , po ranije naznačenim brojnim podacima po  $\Phi(\beta')$  iznosi 0,99307 ili 99,30%.

Verovatnoća da ni jedno merenje ne bude van granica  $\pm 4E$  odnosno  $2,7E_2$ , tj. da će svih 10 biti u datim granicama iznosiće:

$$P = p^{10} = 0,993^{10} = 0,933$$

Verovatnoća da se bar jedno od 10 merenja nađe van datih granica biće:

$$1 - p^{10} = 1 - 0,933 = 0,067 = 6,7\%$$

Razmotrićemo ovo sada u nizu od 100 merenja.

Verovatnoća da svih 100 merenja bude u granicama  $\pm 4E$  odnosno  $2,7E_2$  iznosiće:

$$P = p^{100} = 0,993^{100} = 0,499$$

a verovatnoća da će se pojaviti bar jedno merenje veće od datih granica biće:

$$1 - p^{100} = 0,501, \text{ ili } 50,1\%$$

Iz izloženog se vidi da se za razni broj merenja ne može uzeti isto merilo za ocenu abnormaliteta.

Tablica 1

Verovatnoća da će bar jedan rezultat merenja biti van granica pri n broju merenja

		n			
		4	10	16	100
E	$E_2$				
2,97	2,0	0,168	0,372	0,473	0,990
3,71	2,5	0,059	0,117	0,181	0,713
4,0	2,7	0,029	0,067	0,105	0,501
4,41	3,0	0,011	0,027	0,043	0,236
5,40	3,5	0,002	0,005	0,007	0,049
6,6	4,2	0,000	0,0003	0,0005	0,0032

Ako se na gornji način proračunaju verovatnoće za razne slučajeve, dobiće se podaci prikazani u tablici 1, iz koje se vidi da se odstupanja veća od  $4,2E_2$  odnosno  $6,6E$  pri svakom broju opita (merenja) vrlo retko pojavljuju. Isto tako, ovo važi i za odstupanja veća od  $5,4E$ , odnosno  $3,5E_2$ , pošto je pri broju opita većem od 80 verovatnoća dobijanja bar jednog van tih granica manja od 1%:

$$P = \Phi(3,5) \text{ a } 1 - p^n \leq 0,009.$$

Prema napred izloženom i iz tablice 1 se vidi da se o isključivanju merenja iz niza merenja može govoriti samo za ona merenja čija je verovatnoća pojave manja od jednog procenta, a to prema prikazanom izlazi da za isključivanje dolazi u obzir svako merenje čije odstupanje od srednje vrednosti prelazi  $5,4E$  ili  $3,5\sigma(E_2)$ .

Postoji i drugi način iznalaženja abnormalnih podataka merenja koji se zasnivaju na proračunavanju odstupanja  $\beta$  u srednjim kvadratnim greškama ( $E_2$ ), i to za sigurne verovatnoće 0,05; 0,02; 0,01 i 0,001, u zavisnosti od broja merenja. Prikazaćemo samo podatke dobijene pri sigurnoj verovatnoći  $P = 0,001$  (tablica 2).

Kao ilustracija da se vrlo velike greške mogu pojaviti u nekom nizu merenja, uzimajući u obzir postojeća svojstva Gausovog zakona, pomenućemo greške veće od  $6,3E$ . Verovatnoća njihove pojave bi iznosila:

$$1 - 0,9999779 = 0,0000221$$

Verovatnoća da se pri  $n$  merenja ne desi ni jedna greška veća od  $6,3E$  iznosiće:

$$(1 - 0,0000221)^n \approx 1 - 0,0000221 \cdot n$$

što predstavlja približnu vrednost, no ipak dosta tačnu kada je  $n = 100$  merenja.

Verovatnoća da se pri 100 merenja dobije greška veća od  $6,3E$  biće:  $0,00221 = 0,221\%$ .

Ovo pokazuje da ipak ima malo verovatnoće da se pojave i znatne greške, zbog čega se one i pojavljuju vrlo

retko. No, bitno je da se pojavljuju makar i vrlo retko, i da se do tog saznanja došlo putem analize mogućnosti pojave grešaka koja bazira na postavkama Gausovog zakona.

Gornja analiza i proračuni verovatnoće dobijanja nekog naoko nenormalnog rezultata merenja, pokazuju da treba vrlo obazrivo prilaziti ovim pitanjima. Bolje je i ostaviti u nekom nizu abnormalno merenje nego ulepšavati slučaj izbacivanjem normalnih i važećih merenja, proglašujući ih po zakonu, odnosno po nekom od uobičajenih merila abnormalnim.

Tablica 2

*Kriterijum za abnormalne rezultate merenja u srednjim kvadratnim greškama — standardnim devijacijama za merenja izvršena od 10 do 120 puta, pri sigurnoj verovatnoći  $p = 0,001$*

n		n		n		n	
10	5,014	16	4,198	22	3,905	28	3,755
11	4,791	17	4,131	23	3,874	29	3,737
12	4,618	18	4,074	24	3,845	30	3,719
13	4,481	19	4,024	25	3,819	31—40	2,602
14	4,369	20	3,979	26	3,796	41—60	3,590
15	4,267	21	3,941	27	3,775	61—120	3,500

Primeru radi, koliko može da se ide daleko u definiciji abnormalnih merenja, izvršiće se analiza jednog odomaćenog metoda isključivanja takozvanih abnormalnih merenja po Šovenu.

Podimo od osnovne postavke Gausovog zakona da je verovatnoća pojave greške veće od  $\beta$  središnjih grešaka određena integralom:

$$\frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-\rho^2 t^2} dt$$

Ako pri izvršenju opita izvršimo  $n$  merenja, broj merenja većih od  $\beta$  središnjih grešaka iznosiće:

$$n \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-\rho^2 t^2} dt$$

Ukoliko broj takvih grešaka iznosi manje od polovine, onda po mišljenju Šovena, »greška veličine  $\beta$  ima veću verovatnoću protiv sebe nego za sebe«, i zbog toga se ona isključuje. Da bismo ovo prikazali u analitičkom vidu i da bismo odredili granice grešaka za isključivanje pri odgovarajućem broju merenja, napisaćemo da je:

$$n \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_{\beta}^{\infty} e^{-\rho^2 t^2} dt = \frac{1}{2} \text{ ili}$$

$$n \left( 1 - \frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\beta} e^{-\rho^2 t^2} dt \right) = \frac{1}{2};$$

$$\frac{2\rho}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\beta} e^{-\rho^2 t^2} dt = \frac{2n-1}{n}$$

Iz prednjeg proizlazi da je:

$$\Phi(\beta) = \frac{2n-1}{n}$$

Na osnovu ovoga sastavljena je tablica po Šovenu čije su granice (preko kojih treba smatrati da su rezul-



tati dobijeni merenjem abnormalni), predstavljene u tablici 3.

Tablica 3

Pregled podataka abnormalnih rezultata merenja dobijenih po metodu Šovena

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	40
2n-1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	29	39	79
2n	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	80
$\beta$	1,71		2,27		2,51		2,77		2,91		3,32	
		2,05		2,44		2,68		2,84		3,16		3,70

- Analiziranjem podataka navedenih u tablici 3 došli bismo do zaključka da se pri velikom broju merenja ( $n = 40$  i više) isključuju greške koje prevazilaze oko 4 središnje greške (za 40 merenja to iznosi 3,7 središnjih grešaka), kao i da se za mali broj merenja granica za isključenje kreće za veličinu od oko 2 do 3 središnje granice.

Ako ova merila uporedimo sa merilima prikazanim u ranijem izlaganju o ovom problemu, uočićemo da isključivanje abnormalnih rezultata merenja po Šovenu omogućava njihovo prikazivanje u boljem svetlu od stvarnog, što opet nimalo ne obezbeđuje povećanja tačnosti karakteristika (srednje vrednosti i središnje tačke). Isključivanje tako malih grešaka po Šovenovoj i sličnim metodama ne obezbeđuje pravilnu ocenu niza niti realne vrednosti karakteristika.

Primeru radi dopustimo mogućnost da od 100 nizova merenja treba isključiti poneko merenje samo u 5% slučajeva. U ovom slučaju prema Šovenu u oko 50% nizova desiće se takve greške koje treba isključiti. Da li se ovakvim merilom zaista isključuju abnormalni rezultati merenja? Smatramo da se ne isključuju i da do sada izloženo u ovom članku najbolje pokazuje neodrživost ovoga merila.

Ostala merila, slična Šovenovom, daju slične, nešto više ili nešto niže granice, zato ih nećemo analizirati već možemo načelno zaključiti da sve izneto o merilu Šovena važi i za njih u pogledu zaključaka.

S obzirom na izloženo, stojimo na stanovištu da svako merenje koje pokazuje neku anomaliju treba podvrgnuti potrebnoj analizi, jer neodgovorno izbacivanje nekog podatka iz niza merenja dovodi kasnije do vrlo nezgodnih posledica.

Radi analize uzroka pojave abnormalnih rezultata merenja potrebno je kad god je moguće meriti više zavisnih faktora, kako bi se nenormalno merenje nekog faktora moglo isključiti na osnovi merenja drugog faktora. Isto tako, ovo se postiže i primenom više merila pri proceni datog balističkog faktora.

Pravilno je da se u svakoj prilici primeni uporedno merenje brzine, pritiska i dometa, i to sa više aparata, jer to omogućava lakšu analizu merenja sa gledišta abnormalnosti i pronalaženja uzroka dobijanja abnormalnog rezultata merenja.

S obzirom na raznovrsnost pojave abnormalnih rezultata merenja, smatramo da bi pogrešno bilo usvojiti jedinstveno merilo na bazi koga bi se isključivali abnormalni rezultati merenja, već o tome treba donositi ocenu za pojedine karakteristične slučajeve, što je tema posebnog razmatranja.

Potpukovnik Radoslav MILINKOVIĆ

## PROGNOZIRANJE PEL-a ZA TAKTIČKU UPOTREBU I TAKTIČKO PLANIRANJE

Uspešno korišćenje PEL-a zavisi od mogućnosti dobijanja jeke od podmornice i izdvajanja ove jeke od ostalih šumova koji se čuju u prijemniku. Pritom je svakako jasno da su mogućnosti otkrivanja a time i uništenja podmornica veće što je veći domet PEL-a. Svaki faktor koji utiče na slabljenje ili ometanje signala emisije, slabi i domet PEL-a. Jedan od najvažnijih faktora ove vrste je promenljivost temperature mora, naročito površinskih slojeva.

Te temperaturne promene u osnovi su posledica procesa grejanja, hlađenja, mešanja i različitih brzina strujanja vode u pojedinim slojevima. Svi ovi procesi su međusobno srodni, iako je svaki od njih posledica različitih uzroka na sva četiri dejstvuje atmosfersko stanje na površini mora, a svaki ima sopstveni učinak na temperaturne gradijente, što se može ustanoviti batitermogramom (grafički prikaz temperature vode u odnosu na dubinu).

Kako će se kasnije videti, uzroci koji dovode do pomenutih procesa po svojoj prirodi vrlo su promenljivi, radi čega su i temperature podložne čestim i stalnim promenama, tako da se menjaju ne samo od sezone do sezone odnosno dana do dana, nego čak i od sata do sata i mesta do mesta. Međutim, za jedno ograničeno područje postoji određena uslovljenost pojava do kojih dovode pomenuti procesi, što sa svoje strane omogućava da se sa izvesnom tačnošću mogu predvideti dometi PEL-a, tj. vršiti njihovo prognoziranje.

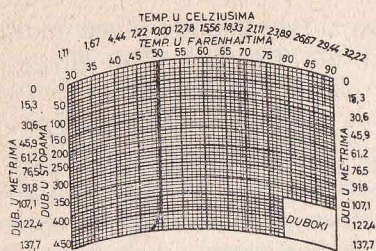
## EFEKTI OPŠTIH PROCESA NA STRUKTURU TEMPERATURE

*Grejanje* — progresivni efekti ili efekti u jenjavanju sva četiri procesa — grejanja, hlađenja, mešanja i cirkulacije — vode složenim i promenljivim uslovima koji su prikazani na sl. 1, dok je način na koji svaki od ovih procesa deluje na promenu batitermograma prikazan na sl. 2. Promena u raspodeli temperature uzrokovanoj sunčevom radijacijom prikazana je krivuljama 1, 2, i 3 na sl. 2. Za početno stanje, prikazano krivuljom 1 uzeta je izoterma.<sup>1)</sup> Primanje toplote, zajedno sa izvesnim mešanjem, prikazuje krivulja 2 i na kraju krivulja 3. Negativni gradijenti, koji se protežu od površine prema dnu, su karakteristike skorašnjeg zagrevavanja. Negativni gradijenti i konsekventna stabilnost postaju jači ukoliko mešanje koje se javlja za vreme grejanja postaje slabije. Pod takvim uslovima vetar je glavni uzročnik mešanja.

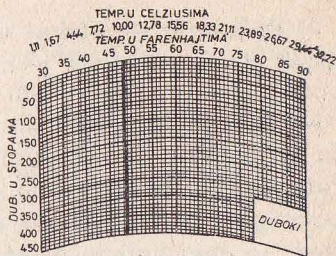
*Hlađenje* — se javlja noću i za vreme zime. Na krivulji 1 (sl. 2B), za koju je uzeto da je ista kao krivulja 3 na prethodnom dijagramu, hlađenje površine vertikalnim strujanjem stvara krivulju 2 i konačno krivulju 3. Ako bi se hlađenje nastavilo dovoljno dugo vremena na kraju bi se stvorila potpuna izoterma. Iako hlađenje počinje na površini mora, umereni pozitivni gradijenti ne javljaju se zbog mešanja koje prati »vertikalno strujanje« slojeva. Vetrovi pospešuju ovaj proces mešanja, ali »vertikalno strujanje« se javlja čak i pri vrlo mirnom moru. Teoretski, prenošenje toplote prema površini mora biti praćeno laganim pozitivnim gradijentima, ali su oni tako slabi da se obično ne mogu detektirati.

*Mešanje* — rezultat jakog mešanja zbog vetra, kada površinski sloj ne poprima niti gubi svoju toplinu, prikazan je na sl. 2C. Na ovom primeru može se zapaziti da se površinski izotermički sloj razvija upravno na isti način kao na sl. 2B, i da temperatura na površini opada, ali je raspored temperature različit u sloju ispod me-

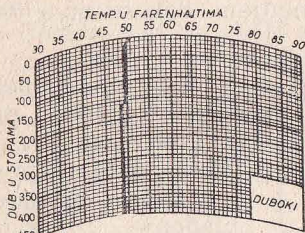
1) Izoterma — sloj mora u kojem se temperatura ne menja sa dubinom.



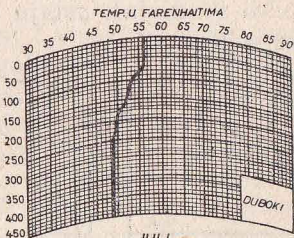
JANUAR



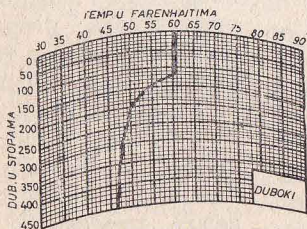
MART



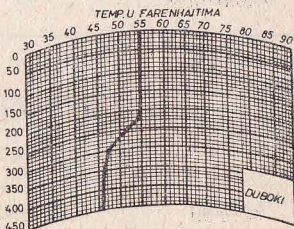
MAJ



JULI



SEPTEMBAR

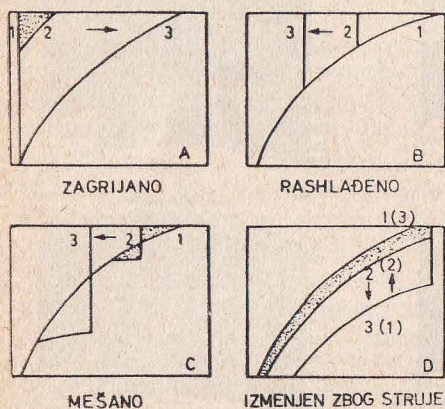


NOVEMBAR

Sl. 1

šanog. Vetar meša toplu vodu sa hladnom koja je ispod nje, povećavajući temperaturu na srednjim dubinama, i tako stvara vrlo ostru termoklinu umesto da zadrži početne gradijente (kao kad je hlađenje bilo primarni uzročnik mešanja). Krivulja 1 na sl. 2C ista je kao krivulja 1 na sl. 2B, ali posledica mešanja zbog vetra bez hlađenja proizvodi potpuno različit raspored od onog koji potiče samo zbog hlađenja. Jasno je da se često puta mogu razviti srednji uslovi između onih na sl. 2B i 2C pošto hlađenje i mešanje usled vetra može nastupiti jednovremeno.

*Strujanje* — efekat dizanja i spuštanja nivoa mora usled struja prikazan je na sl. 2D. Prenošenje ili gibanje vode nastaje usled raznih uzroka, među kojima su i vetrovi. Ako topla površinska voda dospe iznad hladnije, može se pojaviti progresivna promena rasporeda temperature, kao što je prikazano krivuljama 1, 2 i 3. Ako se tople površinske vode povuku može se pojaviti obrnuti redosled, — onaj koji je prikazan krivuljama 1, 2, 3. Kao što se vidi gradijenti ostaju nepromenjeni, dok se nivo vode spušta ili podiže.



Slika 2

Način na koji opšti procesi delujući svaki za sebe menjaju oblike. BT. (A) Razvoj neg. grad. usled zagr. površinskog sloja. (B) Razvoj izotermičkog sloja usled hlađenja. (C) Razvoj izot. površinskog sloja usled mešanja. (D) Učinak struja 1, 2, 3, pokazuju razvoj izot. sloja (1), (2), (3) pokazuju razvoj negativnog gradijenta

struja. Konačni raspored temperature prikazan na sl. 1, obično je posledica završenih dejstava sva četiri procesa.

*Raspored temperatura* — Opisani procesi vremenom ispoljavaju svoje dejstvo, tj. stalno grejanje, hlađenje, mešanje zbog vetra i strujanje vode stvara progresivne promene u rasporedu temperature. U moru je raspored temperature u datom predelu posledica međusobnog dejstva sva četiri procesa. U ograničenom vremenu, napr. za jedno posledne, jedan proces može dominirati, tako da stanje temperature blizu površine može biti rezultat (posledica) grejanja, hlađenja, ili mešanja usled vetra, odnosno

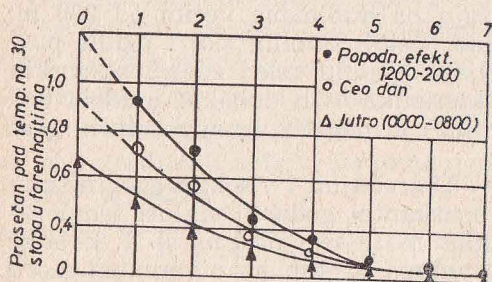
*Termičke strukture na velikim dubinama* — svi procesi osim strujanja započinju svoje dejstvo na površini, a njihovi učinci šire se na velike dubine putem »vertikalnog strujanja« (sprovođenja toplote) ili mešanja. Ovi efekti se retko zapažaju na dubinama većim od 200 m. Ispod toga nivoa stalno postoji stabilni sloj i jedine promene koje se tu javljaju nastaju usled sporih sezonskih struja. Stoga je karakteristika ovih dubokih predela tzv. permanentna termoklina<sup>2)</sup> ili negativni temperaturni gradijenti.

*Godišnji ciklus* — U srednjim i visokim geografskim širinama javljaju se markantni godišnji ciklusi temperature. Jedan takav ciklus može se videti na sl. 1, koja se bazira na batitermogramima uzetim na otvorenom moru na širini oko 40°N. Najbolje je najpre uzeti u razmatranje stanje u mesecu martu. Tada je izotermički sloj dubok preko 140 m, a nastaje usled hlađenja i mešanja za vreme zimskih oluja. U maju se javlja izvesno zagrevanje površinskog sloja, pa mešanje usled vetra daje jedan izotermički sloj blizu površine, sa malo većom temperaturom od početne; tako postoji mala termoklina na dubini od oko 50 m. Negativni gradijent na površini verovatno predstavlja grejanje u toku dana, ali će nestati zbog vetra ili noću zbog hlađenja i vertikalnih struja (prenošenja toplote). Progresivno grejanje nastavlja se leti tako da temperatura blizu površine raste, što pokazuju i batitermogrami od jula do septembra, ali vetrovi podržavaju mešani sloj sa oštrom termoklinom, koja raste prema dubini od letnje sezone sve do u ranu jesen; hlađenje ponovo jače od grejanja, površinski izotermički sloj postaje hladniji i, sa dodatnim efektom jakih vetrova, termoklina se javlja sve dublje dok u januaru ne dođe na ispod 125 m. Hlađenje i mešanje se nastavlja skoro do meseca marta.

Uopšte uzevši sistematske sezonske promene podložne su modifikacijama usled lokalnog stanja vremena. S tim u vezi vrlo je važno mešanje površinskog sloja usled vetra.

<sup>2)</sup> Termoklina — sloj mora u kojem je opadanje temperature sa dubinom jako izraženo.

Na slici 3 ucrtan je na dijagramu prosečni pad temperature u gornjem sloju mora na dubini od 10 m.



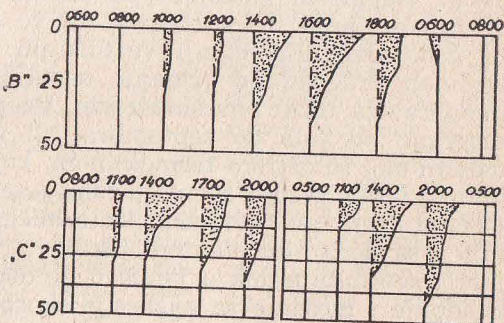
Sl. 3. Učinak vetra na prosečan temperaturni gradijent u površinskom sloju u koje bilo doba dana

dana sa laganim vetrovima u jesen, i kada se negativni gradijent formirao pre podne i zadržao skoro celo posle podne.

Počevši od 18.00 časova, pojavio se mešani sloj i hlađenje se nastavilo preko noći. Poslepodnevni efekt — općenito je izražen sa jakim negativnim gradijentom na površini i najčešće se javlja leti posle podne. Negativni gradijenti dostižu maksimum oko 16.00, a minimum oko 06.00 časova. U geografskim širinama između 40 i 50° N

za svako godišnje doba u funkciji jačine vetra. Jaki vetrovi mogu praktički poništiti sezonski pravac raspodele temperature.

Dnevni ciklusi temperature u mnogome su minijaturno ponavljajuće godišnjeg ciklusa. Na sl. 4. dat je primer grejanja za vreme jednog



Sl. 4. »B« Ciklus dnevne tipične promene temperature kod laganih vetrova vidi se lagani mali poz gradijent u 0600 h

»C« Promjenljivi vetrovi sa promjenljivim oblicima B. termograma. Nema progresivnog zagrijavanja.



javljaju se izrazite godišnje i dnevne promene temperature mora. Međutim i u ovim geografskim širinama jaki vetrovi jačine 4 ili više Bofora mogu poništiti negativni gradijenti koji se javlja leti.

## PROGNOZA DOMETA PEL-A

Sistem prognoziranja dometa PEL-a bazira se na napred opisanim efektima koji utiču na povećanje ili smanjenje dometa. Srećom, ne moraju se uvek uzimati u obzir svi ovi faktori da bi se sa dovoljnom verovatnoćom za praktične svrhe izvršila prognoza dometa PEL-a. Jer, neki faktori imaju toliko mali uticaj da se mogu i zanemariti, drugi su skoro konstantni, tako da se za njih može uzeti određena konstantna vrednost. S taktičke tačke gledišta najvažnija procena dometa PEL-a je promena maksimalnog dometa zbog dubine cilja (podmornica), a s tim u vezi jače smanjenje dometa zbog temperaturnih gradijanata. No, to se može prognozirati na osnovu relativno malog broja faktora, od kojih je najvažniji način na koji temperaturni gradijenti deluju na domet PEL-a.

Pre pristupanja objašnjenju sistema prognoziranja, napomenućemo da postoje dve vrste prognoziranja, koje se razlikuju kako po svojoj nameni tako isto i po metodu izvršenja.

- a) prognoza za taktičku upotrebu i
- b) prognoza za taktičko planiranje.

Prva prognoza koristi se za izvršenje proračuna vezanih za rastojanja između brodova pri protivpodmorničkom traženju, proračunima vezanim za obezbeđenje plovne jedinice na maršu, za određivanje dnevnog intervala i, uopšte za sve proračune pri traženju podmornice. Vršiti se na taj način što se pomoću batitermografa (instrumenat koji nam daje stalan grafički prikaz temperature vode po dubini) izmeri temperatura mora, te se na osnovu toga pomoću posebnih tablica određuje domet PEL-a.

Prognoza za taktičko planiranje koristi se pri planiranju protivpodmorničkih dejstava (izbor rute, vreme iz-

vršenja zadatka, proračun snaga itd.). Predviđanje dometa PEL-a u ovom slučaju vrši se na osnovu vremenske prognoze u atmosferi i podataka o temperaturi mora. Ona može biti dugoročna — nekoliko dana ili meseci unapred, ili kratkoročna — unapred samo nekoliko sati.

#### SISTEM PROGNOZE ZA TAKTIČKU UPOTREBU

Sistem prognoziranja za taktičku upotrebu je metod određivanja dometa PEL-a sa podmornicom na dve specifične dubine:

1. Domet na periskopskoj dubini (maksimalni domet sa podmornicom na periskopskoj dubini),

2. Domet na dubini (koji može biti bilo domet sa podmornicom na najnepovoljnijoj dubini ako postoji efekat slojeva,<sup>3)</sup> ili domet otkrivanja podmornice do 100 metara dubine ukoliko ne postoji ovaj efekat).

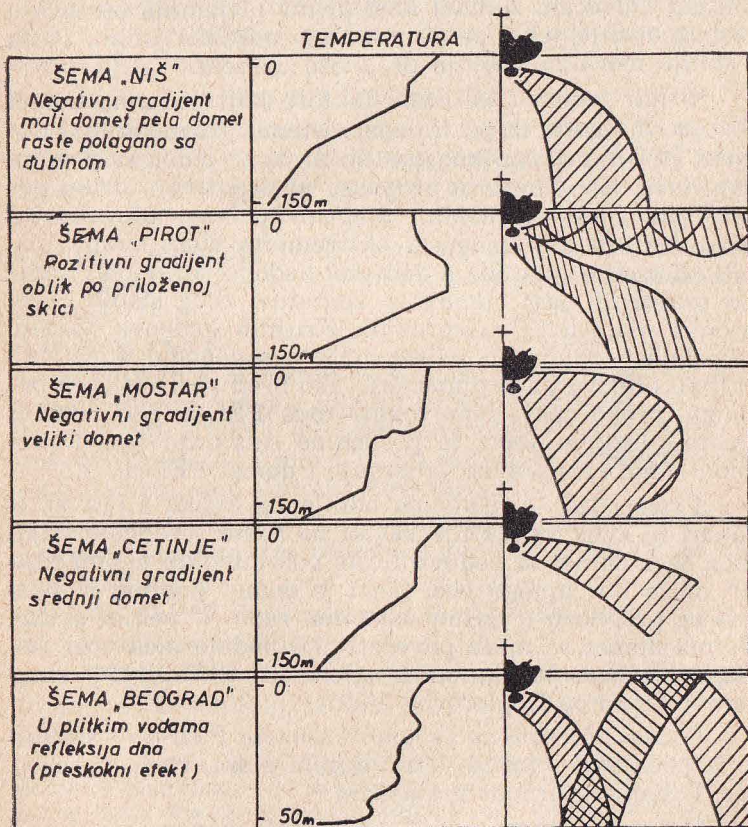
Sistem prognoziranja sastoji se iz tablice sa podacima maksimalnog dometa i pravila po kojima se može odrediti domet na osnovu datih uslova i podataka. U tablicama su uzeti sledeći faktori koji ograničavaju domet PEL-a.

*Dubina mora.* — Ako je dubina mora manja od 100 fadema (182 metra), na maksimalni domet utiče dno mora. Zvučni snop će udarati o dno, te se domet može povećati ili smanjiti, zavisno od vrste i sastava dna.

*Vrste dna.* — U plitkim vodama vrsta morskog dna može delovati na povećanje ili smanjenje dometa PEL-a. Zvuk se može reflektovati od dna tako da se domet poveća, morsko dno može ga apsorbovati tako da domet ostane isti kao i u vodama preko 182 metra dubine, ili ga rasipati na sve strane i time prouzrokovati jake reverberacije tako da se domet smanji. Općenito čvrsto dno (pesak) reflektuje zvuk, meko dno (meki mulj) ga apsorбира, a neravno (hridi i stene) ga rasipaju na sve strane.

<sup>3)</sup> Efekat slojeva naziva se smanjenje dometa otkrivanja podmornica koja se nalazi u sloju gde se temperatura naglo menja, ili ispod njega.

*Temperaturni gradijent.* — Kao što je već napomenuto, promena temperature sa dubinom jako utiče na ponašanje putanje zvučnog snopa. U dubokim vodama (preko 182 m) ona određuje potpuno oblik zvučnog snopa i domet PEL-a. Struktura temperature u pojedinim karakterističnim uslovima, njihova učestanost i domet koji se mogu očekivati dati su na sl. 5.



Sl. 5

Pet tipičnih oblika bati termograma — odnosno snopa pola

*Jačine vetra.* — Jaki vetrovi mogu smanjiti maksimalni domet iz više razloga. Jako uzburkano more uzrokuje valjanje i posrtanje broda, tako da nastaje gušenje signala emisije i jeke, a može otežati i držanje projektora uperenog na cilj. Zatim, vazdušni mehurići u vodi slabe zvučni snop, te se veći deo zvučnih talasa nakon udara u površinu rasipa na sve strane umesto da se reflektuje unazad. Povećani šumovi koje prima prijemnik otežavaju raspoznavanje jeke, pa je potrebno odrediti jačinu vetra i stanje mora za vršenje prognoze dometa.

*Ostali faktori.* Za ostale faktore koji utiču na domet PEL-a smatra se da su u ovom sistemu prognoziranja dometa PEL-a prilično konstantni, ili da se jedan sa drugim poništava. Zbog toga za prognozu nisu potrebni drugi podaci sem gore navedenih. Napomenućemo ukratko još neke faktore koji mogu u ekstremnim slučajevima uticati na osetno smanjenje dometa? nedovoljan napon brodske mreže ili jaki šumovi u aparaturi zbog slabih električnih spojeva ili neispravnih strujnih krugova. Zatim, sposobnost i budnost peliste može u mnogome uticati na daljinu otkrivanja podmornica. Ako brod vozi velikom brzinom, preko operativne brzine rada PEL-a, jaki šumovi ometaju prijem jeke, te poslužilac smanjuje snagu prijema, čime se, naravno, smanjuje i domet PEL-a.

*Vrste cilja.* — Količina odbijenog zvuka i pravac u kojem se zvuk reflektuje zavise od vrste i veličine cilja, zbog čega domet sa podmornicom pod kursnim uglom cilja  $90^\circ$  može biti mnogo veći nego je domet dobijen iz tablica za prognozu u datim uslovima rada. U nekim slučajevima domet se može povećati ako podmornica vozi velikom brzinom pod kursnim uglom cilj  $000^\circ$  ili  $180^\circ$  zbog pojave izrazitog Doplerovog efekta.

*Podaci potrebni za prognozu dometa PEL-a* — sastoje se iz podataka o jačini vetra, dubini mora, vrsti morskog dna i temperaturnom gradijentu.

Podatak o vrsti morskog dna potreban je samo ako je dubina mora manja od 100 fadema (182 metra). Ako je morsko dno od mekog mulja, domet se određuje po pra-

vilima za duboke vode, u ostalim slučajevima uzima se da vlada preskokni efekt (vidi sl. 5), sem ako ne postoji pozitivni gradijent veći od  $6^{\circ}\text{F}$  ( $3,3^{\circ}\text{C}$ ), u kom slučaju se smatra da vlada pozitivni gradijent (sl. 5).<sup>4</sup>)

Pouzdanost prognoze dometa PEL-a zavisi i od tačnosti očitavanja batitermograma. Razliku temperature treba očitavati na decimalne stepene, jer nedovoljno tačno očitavanje razlike temperature povlači za sobom veliku grešku u određivanju dometa. Domet se određuje po sledećim pravilima:

Duboke vode (preko 100 fadema) 182 m.

1. Ako je temperatura na dubini od 15 stopa (5 m) bar za  $0,2^{\circ}\text{F}$  ( $0,10^{\circ}\text{C}$ ) manja od temperature na nekoj većoj dubini — u moru vlada pozitivni gradijent, kao na uzorku »Pirot«.

2. Ako u moru ne vlada pozitivni gradijent, tada treba očitati razliku između temperature na površini i dubini od 30 stopa (10 m).

Ako je ta razlika:

a)  $0,3^{\circ}\text{F}$  ( $0,2^{\circ}\text{C}$ ) ili manje — u moru vlada negativni gradijent velikog dometa, kao na uzorku »Mostar«.

b) od  $0,4^{\circ}\text{F}$  ( $0,22^{\circ}\text{C}$ ) do  $1/100$  površinske temperature (u farenhajtima) — u moru vlada negativni gradijent srednjeg dometa, kao uzorak »Cetinje«.

c) Veća od  $1/100$  površinske temperature (u farenhajtima) i razlika temperature između dubine 15 stopa (5 m) i 50 stopa (20 m) je:

(1)  $0,2^{\circ}\text{F}$  ( $0,1^{\circ}\text{C}$ ) ili manje — u moru vlada negativni gradijent oblika »Cetinje«.

(2)  $0,3^{\circ}\text{F}$  ( $0,15^{\circ}\text{C}$ ) ili više — u moru vlada negativni gradijent oblika »Niš«.

---

<sup>4</sup>) Na našim pomorskim kartama razmere 1:80.000 uneseni su podaci o vrsti dna, te je za prognozu dometa PEL-a preporučljivo da se vrste dna oboje raznim bojama radi lakšeg vršenja prognoze. Strane mornarice publiciraju pomorske karte na kojima su u bojama označene naslage na morskom dnu. Na taj način je kartirano već nekoliko važnih morskih područja.

Napred je dato 5 oblika batitermografskih pločica. Ovih 5 oblika su samo opšti izgled PEL-snopa, te se iz njih ne može dobiti tačan dnevni interval odnosno domet PEL-a. Za tačnije određivanje tog dometa potrebne su odgovarajuće tablice.

Šema »Niš«: negativni gradijent. Snop PEL-a se krivi prema dnu te se domet sa podmornicom na većoj dubini dobija na većim daljinama.

Šema »Pirot«: pozitivni gradijent. Zbog veće temperature mora u srednjim dubinama došlo je do cepanja snopa PEL-a, tako da na dubinama između 40 do 90 m (srednje dubine) vrlo lako može doći do toga da se kontakt sa podmornicom dobije tek na daljini od 200 do 300 m. Međutim, neposredno na površini domet obično može biti preko 2.000 m. Ako je pozitivni gradijent oštar, maksimalni domet je samo nekoliko stotina metara.

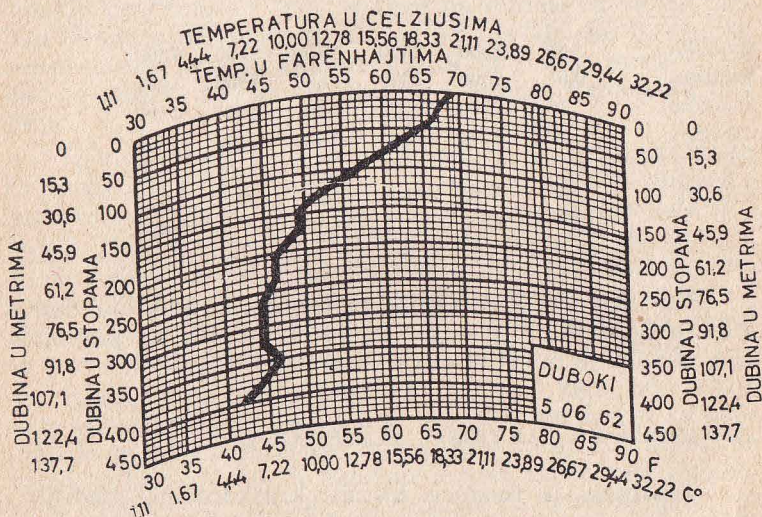
Šema »Mostar«: neposredno ispod površine mora je hladnija temperatura a ispod nje se nalazi topliji sloj koji uvetuje razvlačenje snopa blizu površine. U ovim uslovima može se očekivati veliki domet sa podmornicom koja se nalazi na dubini od 20 do 40 m.

Šema »Beograd«: najnepovoljniji oblik temperaturnog gradijenta koji nastaje usled refleksije PEL-snopa od morskog dna. Karakterističan je za plitke vode (do 40 m), a nekada se može pojaviti i u vodama do 60 m dubine. Uočljiv je po neprekidnoj jeki na celom krugu horizonta na daljinama od 600 do 800 m, a nizom naknadnih vrlo snažnih reverberacija na daljinama od 1000 do 1600 m. Ova pojava je u Jadranskom moru karakteristična za Tršćanski zaliv.

Primer određivanja dometa pomoću batitermografa:

Na sl. 6 prikazan je batitermogram koji je izrazit primer negativnog gradijenta temperature. Ovaj temperaturni gradijent prouzrokuje krivljenje snopa prema dnu.

Domet sa podmornicom blizu površine je vrlo mali (600—800 m) a raste sa povećanjem dubine podmornice (najviše do 1000—1200 m). Međutim, domet na dubini preko 10 m zavisi od veličine krivljenja snopa, a krivljenje opet od razlike temperature. Ako ispod površinskog sloja vlada izoterma, krivljenje je umereno i snop dostiže domet do 2.000 m na dubini manjoj od 100 m. Ali, ako temperatura opada sa dubinom, snop se krivi prema dnu, te ne dostiže domet veći od 1000 do 1500 m na dubinama manjim od 100 m.



Sl. 6

Iz tablice se domet određuje sa sledećim podacima:

1. Ukupna razlika temperature između 30 i 300 stopa, (10—100 m), koja je u našem primeru 22°F (12,2°C).
2. Površinska temperatura, koja je u našem primeru 69°F (11.6°C).

3. Razlika temperature između površine i 30 stopa (10 m) koja je u našem primeru 2,5<sup>0</sup>F (1.4<sup>0</sup>C).

Tablica za određivanje dometa

Površinska temperatura	Razlika temperature između površine i 30 stopa (10 m) koja odgovara površinskoj temperaturi na desnom rubu batitermograma					
Više od 21 <sup>0</sup> C	0,5 <sup>0</sup>	1,0 <sup>0</sup>	1,3 <sup>0</sup>	1,7 <sup>0</sup>	2,2 <sup>0</sup>	ili više
od 10 <sup>0</sup> — 21 <sup>0</sup> C	0,4 <sup>0</sup>	0,7 <sup>0</sup>	1,0 <sup>0</sup>	1,2 <sup>0</sup>	1,7 <sup>0</sup>	„
Manje od 10 <sup>0</sup> C	0,3 <sup>0</sup>	0,5 <sup>0</sup>	0,7 <sup>0</sup>	1,0 <sup>0</sup>	1,3 <sup>0</sup>	„
Razlika temper.	0 <sup>0</sup>	2300	2300	2100	1700	1500
između 10 m	0,5 <sup>0</sup>	2300	2200	1800	1600	1400
do 100 m	1 <sup>0</sup>	2300	2000	1600	1500	1300
	2 <sup>0</sup>	2100	1700	1500	1300	1200
	4,5 <sup>0</sup>	1800	1500	1300	1200	1100
	10 <sup>0</sup>	1600	1300	1100	1000	900
	17 <sup>0</sup>	1300	1100	1000	900	800

Na osnovu navedenih podataka određen je domet PEL-a po tablici 1000 m, međutim domet na periskopskoj dubini je nešto manji i iznosi oko 700 m.

#### PROGNOZA ZA TAKTIČKO PLANIRANJE

Teoretski je moguće izvršiti kratkoročnu, srednju i dugoročnu prognozu oceanografskih uslova u moru na sličan način kao što se danas vrše kratkoročne, srednje i dugoročne prognoze vremena u atmosferi. Iako se oceanografski uslovi u moru menjaju mnogo sporije nego u vazduhu, ipak je za sada ova služba u gorem položaju jer postoji relativno mali broj osmatračkih stanica koje daju potrebne podatke.

Osim toga, podaci koji se dobijaju merenjem pomoću batitermografa sa brodova na moru nisu dovoljno tačni za



pouzdanu i potpunu procenu. No, uprkos tome, prognoze koje se danas vrše veoma su uspešne i mnogo se koriste za planiranje protivpodmorničkih vežbi.

Prognoza oceanografskih uslova se vrši na isti način kao i prognoza vremena u atmosferi, pa se u područjima gde je organizovana služba prognoze oceanografskih uslova rada PEL-a mogu dobiti uspešne prognoze za jedan do dva dana.

Prognoza oceanografskih uslova rada PEL-a vrši se na osnovu meteorološke prognoze i stanja temperature mora, i to: površinske temperature, razlike temperature između površinske i temperature na dubini od 10 m, razlike temperature između dubine od 10—100 m, ili razlike temperature između dubine od 10 m i dna mora (ukoliko je dubina manja od 100 m), i dubine temperaturnog sloja.

Iz batitermograma na sl. 1 vidi se da u geografskim širinama između  $40^{\circ}$ — $50^{\circ}$ N u zimskom periodu (novembar—maj) u celom stubu vode do 150 m dubine vlada izoterma. Prema tome, batitermogrami pokazuju da se u to doba godine može očekivati na svim dubinama siguran domet 2.300 m. Stoga ako vremenska prognoza u atmosferi ne predviđa vetar jačine veće od 4—5 Bofora, može se sa sigurnošću očekivati da će domet biti 2.300 m.

Kada vetar pređe jačinu 4 Bofora i kada se razvije jako penušavo more jačine 3 ili više Bofora, domet sa podmornicom na periskopskoj dubini biće svega 500 m, ali na većoj dubini od 10 m siguran domet može biti između 1500—2000 m. U tom slučaju držanje kontakta sa podmornicom zavisiće od veličine broda (maritimnih svojstava) i njegovog kursa u odnosu na vetar i more. Međutim, u obalnim vodama između otoka i na otvorenom moru do 10 Nm od obale, kada duva vetar s kopna (bura na Jadranu), može se očekivati siguran domet između 1500—2000 m, s napomenom da se neće javljati smetnje zbog brazda drugih brodova ili struja virova. Klasifikacija kontakta biće olakšana, te će se moći vrlo pouzdano odrediti da li je dobijen kontakt od podmornice ili nije.

U letnjem periodu (jun—novembar), kad vremenska prognoza predviđa tišinu ili lagane vetrove jačine do 2 Bofora, u površinskom sloju do 10 m dubine može se očekivati da će se domet menjati prema batitermogramima pokazanim na sl. 4, a ispod dubine od 10 m, tj. u intermedijernim slojevima, vladajuće permanentna termoklina te će siguran domet sa podmornicom biti stalno oko 800 m.

Ako meteorološka prognoza predviđa vetrove jačine 3 ili više Bofora, tada prema dijagramu treba proračunati pad temperature na dubini do 10 m, s tim u vezi proceniti kolika će biti temperatura u površinskom sloju, pa pomoću tablica odrediti verovatni domet PEL-a. Pritom treba napomenuti poznatu pojavu na Jadranu, naime bura — vetar pri kojem se vazduh na mahove ruši s visokih grebena prema moru. Radi velike razlike u atmosferskom pritisku nad kopnom i primorjem, bura je katkada vrlo jaka, naročito zimi i rano u proleće. No, rashlađivanje vazduha burom nastupa samo u hladnije doba godine, jer ona leti deluje što direktno što indirektno na povećanje topline u primorju. Kako je, naime, leti vazduh nad susjednim kopnom samo malo hladniji od primorskog, padajući prema moru može da se ugrije i preko topline koju tu nalazi. Stoga je u primorju poznato da letnje bure umesto da osveže vazduh, one ga čine još toplijim i sparnijim. Zato ne treba očekivati da će letnja bura odmah poboljšati uslove PEL-a. U početku ona može uzrokovati samo mešanje površinskog sloja, zbog čega toplija i lakša voda ostaje na površini, a teža hladnija se spušta dublje, te u površinskom sloju nastaje oštra termoklina. No, takvo stanje može potrajati samo nekoliko sati, a iza toga će se usled strujanja i oticanja površinske vode od obale prema pučini, radi kompenzacije, na površinu podići hladnija voda donjih slojeva i time nastupiti izoterma odnosno pozitivni gradijent temperature.

Isto tako ne treba leti uvek očekivati da će jugo poboljšati uslove rada PEL-a, jer ako je vazduh kojeg on tera mnogo topliji od površine mora, vetar samo meša

površinski sloj, lakša voda ostaje na površini, tako da se tu stvara negativni gradijent. Iz ovoga sledi da je za prognozu dometa PEL-a potrebno uzimati u obzir i temperaturu vazduha.

U letnjem periodu neće ni nevera, koja može nekad potrajati i više dana, poboljšati uslove rada PEL-a na dubini ispod temperaturnog sloja (10—12 m). Uslovi rada PEL-a poboljšaće se samo u površinskom sloju, ispod kojeg će vladati termoklina, sa stalnim sigurnim dometom od 800 m. Razlog je što se hlađenjem površinskog sloja ne može tako brzo stvoriti toliki pad temperature da bi se ona izjednačila sa onom ispod temperaturnog sloja.

#### NEKI PODACI O PROGNOZI PEL-USLOVA U STRANIM RM

Prema pisanju američke štampe, RM SAD kreditira nekoliko važnijih istraživačkih programa za poboljšanje prognoze oceanografskih uslova rada PEL-a. Jedan od tih programa koji najviše obećava je »sistem prognoze oceanografskog ureda« (HYDROGRAPHIC OFFICE'S Anti-submarine Warfare Enviromental Prediction System — »ASWEPS«), jer zahvata cijeli oceanografski spektar. Zadatak »ASWEKS«-a je da vrši kratkoročne i dugoročne prognoze oceanografskih uslova na sličan način kao što se vrše vremenske prognoze. Prognoza oceanografskih uslova obuhvata one podatke najvažnije za protivpodmornička dejstva, kao što su dubina temperaturnog sloja, domet PEL-a itd. Sistem se zasniva na analizi oceanografskih podataka dobivenih od brodova koji prolaze kroz određena područja, zatim od specijalnih oceanografskih brodova i ratnih brodova opremljenih batitermografima koji učestvuju u protivpodmorničkim vežbama. Svi ovi brodovi uzimaju podatke svakih 12 sati i šalju ih radiom hidrografskom uredu. Podaci se unose u glavnu kartu hidroureda te se vrše potrebni proračuni. Konačni rezultat rada je prognostička karta koju može napraviti svaki brod na moru primanjem podataka za prognozu od hidrografskog ureda.

Za rutinsku prognostiku hidrografski ured publicira kartu površinske temperature mora, čiji se podaci svakodnevno šalju radiom u 16.20 Z. Isto tako, izdaju se karte izabranih termograma u 16.40 Z, dok se prognoza dubine temperaturnog sloja daje svakog utorka i petka u 17.00 Z. Za planiranje protivpodmorničkih vežbi, hidrografski ured izdaje specijalne karte kombinovane sa podacima površinske temperature i dubine temperaturnih slojeva za vreme održavanja planirane vežbe. Personal hidrografskog ureda koji učestvuje u vežbi izdaje specijalnu kartu za komandanta združenog odreda.

Za sada »ASUEPS« je svoje napore usmerio na područje golfske struje, ali se očekuje da će se oni proširiti i na ostala područja. Računa se da će ova koncepcija biti ostvarena do februara 1965. godine, kada će područje rada »ASWEPS-a biti prošireno i na ostala područja, podaci će se slati svim brodovima na moru, od kojih će se tada tražiti da učestvuju u slanju podataka o stanju mora.

#### KARTE DOMETA ZVUKA

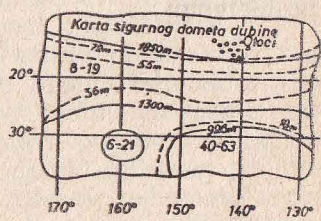
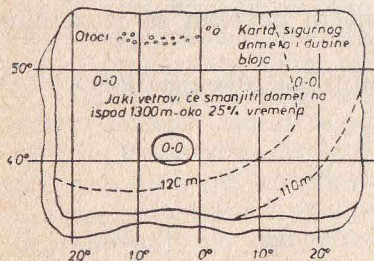
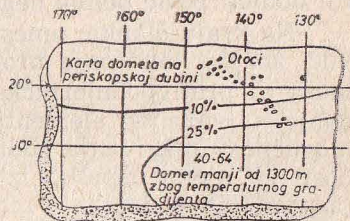
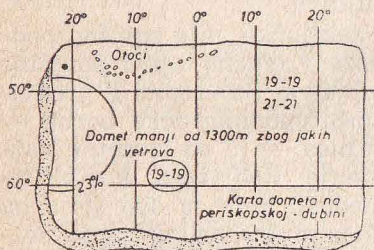
U sistemu prognoze PEL-uslova upotrebljavaju se i karte dometa zvuka (sl. 7 i 8), tzv. PEL-karte. Ove karte pokazuju srednje maksimalne domete jeke, dubine sloja i promene uslova dometa PEL-a, te služe za taktičko i operativno planiranje, kao i pomoć pri upotrebi batitermografa.

Karte se dele na dve sekcije: jedna daje promene dometa na periskopskoj dubini, a druga siguran domet na dubini i podatke o dubinama temperaturnog sloja. Obadve sekcije daju i podatke koji pokazuju učestalost smanjenja dometa posle podne zbog poslepodnevnog efekta.

Na svakoj karti postoje linije koje spajaju tačke na kojima je određen prosečan domet na periskopskoj dubini i brojku u postocima. Puna linija na karti dometa na periskopskoj dubini, umesto da pokazuje stvarnu veličinu dometa, daje postotak vremena kada je domet na periskopskoj dubini manji od 1300 m, noću i ujutro. Ove vrste

karata se ne koriste za procenu dometa na periskopskoj dubini zbog toga što su površinski gradijenti tako promenljivi da bi svaka procena na periskopskoj dubini bila nepouzdana, od male praktične koristi. Stoga ove karte služe samo za taktičko planiranje.

Iscrtkane linije predstavljaju dubinu temperaturnog sloja. Na karti su na jednom mestu zaokružene dve brojke koje pokazuju vreme početka i svršetka pojave negativnog gradijenta, odnosno poslepodnevnog efekta.



Sl. 7. Severna hemisfera zimi

Sl. 8. Južna hemisfera leti

Dubina sloja i dometa na dubini ispod temperaturnog sloja može se odrediti sa velikom tačnošću, kada je dubina sloja veća od 70 m. i kada karta pokazuje jednake prilike u svim predelima. Ovo radi toga što je u takvim prilikama dometa PEL-a veliki i obično konstantan. To se odnosi na kartu za zimski period. Pri upotrebi ovih karata treba pregledati jednu i drugu sekciju i na osnovu toga odrediti željene podatke. Da bi se odredili potrebni po-

daci potrebno je ispitati kuda prolaze pune linije na karti periskopske dubine i na karti sigurnog dometa. Kada linije idu jedna blizu druge onda to pokazuje da su uslovi, promenljivi, u suprotnom slučaju da su dometi manje promenljivi. Zatim treba pročitati nekoliko brojki koje su najbliže području kuda brod plovi (ove brojke su zaokružene): što je veća razlika između ovih brojki to je i vreme trajanja negativnog gradijenta veće. Ako je desna brojka znatno veća od leve mogu se očekivati mnogo manji dometi posle podne nego ujutru.

Na kraju članka, umesto zaključka, nije suvišno podvući značaj korišćenja prognoze vremena ispod površine mora za protivpodmornička dejstva. Što realnije predviđanje najvažnijeg elementa protivpodmorničke borbe — mogućnosti otkrivanja podmornica — je od izuzetne važnosti za njeno uspešno izvođenje. Radi toga, korišćenje raspoloživih podataka i mogućnosti koje za ovo stoje na raspolaganju kao i aktivni odnos prema prikupljanju potrebnih podataka, predstavlja važan zadatak svakog starešine koji je na bilo koji način povezan sa izuzetnim problemom.

Kapetan fregate *Branislav* RATKOVIĆ

## OSNOVNI PROBLEMI TRUPNOG ODRŽAVANJA TEHNIKE

Pojmovi remont ili opravka i tehničko održavanje u suštini čine cjelinu, iako se uvijek tako ne shvataju u praksi. Takva neshvatanja ispoljavaju čak i starješine tehničkih jedinica, te se ne treba čuditi što općevojnim starješinama ove stvari nisu dovoljno jasne. Posljedice ovakvih stavova su da se vrlo širok kompleks iz domena tehničke službe uprošćava i svodi samo na remont ili opravku, a zapostavljaju se mnoga presudna pitanja iz domena preventive. Kao da se čeka neki kvar da bi došlo do izražaja »sposobnost« tehničke jedinice u zahvatu koji ponekad prevazilazi njene mogućnosti i nadležnost.

Održavanje tehnike u širem smislu predstavlja čitav sistem mjera i radnji regulisanih raznim tehničkim propisima i uputstvima čiji je cilj maksimalno korišćenje i nesmetane funkcije tehničkih sredstava pod normalnim uslovima i propisanim režimima rada, od njihovog prijema na rukovanje do rashodovanja. Ako ne računamo razna podešavanja, sitnije zahvate, zamjenu izvjesnih dijelova i sklopova neophodnih da bi se obezbijedio normalan rad nekog tehničkog sredstva ili nekog od njegovih mehanizama, remont čini samo jednu vrlo kratku fazu u sistemu održavanja. Time se tehničkim sredstvima vraćaju osnovne prvobitne osobine i ona se ponovo predaju na upotrebu korisnicima. Jer dok neko tehničko sredstvo doprije na remont ili opravku u IV i V stepen, vozila prelaze desetine hiljada kilometara, a oruđa ispaljuju na hiljade metaka. Ukupno vrijeme utrošeno na radove oko održavanja tehničkih sredstava (tehnički pregledi, pra-

nje, čišćenje, podmazivanje, podešavanje, sitnije opravke i dr.) desetinu i više puta prevazilaze vremenske norme potrebne za generalni remont. Prema tome, dug vremenski period eksploatacije tehničkih sredstava prije nego što prispiju na remont, radno vrijeme koje se ulaže u njihovo održavanje i razni drugi elementi nalažu da se temeljitije zadržimo na poslovima koji se moraju obavljati na vozilima ili oruđima od trenutka njihovog preuzimanja na rukovanje do onog časa kada se ona upućuju na remont u IV ili V stepenu. Upravo od toga kako se obavljaju ovi poslovi zavisi da li će se to vrijeme produžiti odnosno povećati broj kilometara, motočasova, broj ispaljenih metaka i dr.

#### ODRŽAVANJE TEHNIKE U PRVOM STEPENU

Poslovi koje svakodnevno obavljaju posade oruđa, vozači i svi ostali koji rukuju tehničkim sredstvima spadaju u radove I stepena održavanja. Individualni kompleti alata, RAP oruđa i ostali alati dati uz tehnička sredstva obezbjeđuju posadama i ostalim koji neposredno rukuju tehnikom da obavljaju sve poslove regulisane tehničkim propisima i uputstvima. Održavanje u I stepenu je uvijek bilo više kritikovano od ostalog u sistemu podjele tehničkog održavanja na stepene. »Vozači, vozila i posluga oruđa su u osnovi nestručna lica i ne može se govoriti o stručnom održavanju ili opravci, te taj stepen može sasvim otpasti« — kaže se u toj kritici.

Karakter radova koje obavljaju vojnici na tehničkim sredstvima koja su im data na rukovanje zaista ne zahtijeva visoke stručne kvalifikacije. Ali upravo ti poslovi i odnos vojnika prema tehničkim sredstvima su presudni kako za svakodnevnu upotrebu tih sredstava, tako i za trajanje tehnike uopšte. Na primjer, ne može se utvrditi da je održavanje sistema za hlađenje na vozilu visokostručan posao za koji vojnik vozač čak i sa nekoliko mjeseci obuke nema kvalifikacija. Ali se ipak desilo da je samo u jedan RZ, u jednoj godini došlo preko stotinu



motora sa naprslim blokovima. A koliko ih je došlo sa zaribanim kliznim površinama i drugim kvarovima prouzrokovanim ne pomanjkanjem stručnosti vojnika, već grubim propustima i slabom organizacijom rada na održavanju tehnike? Da se ne radi o pomanjkanju stručnosti vojnika već o grubim propustima i slabo organizaciji rada i discipline pokazaćemo još jednim jednostavnijim primjerom.

Uzmimo pušku kao osnovno i najbojnije sredstvo ličnog naoružanja vojnika. Pravilima i tehničkim uputstvima precizirane su dužnosti, radnje i nadležnosti u održavanju individualnog naoružanja. U uputstvima, između ostalog, stoji da se poslije svake vježbe puška čisti na određen način, pod neposrednim nadzorom trupnih starješina. Kao što za čišćenje puške nisu potrebne posebne kvalifikacije, tako ni za preglede poslije čišćenja nisu potrebni mjerni instrumenti. Ali mi imamo znatan broj cijevi oružja nagriženih korozijom. U svakom takvom slučaju nije teško utvrditi uzroke — oružje se nije održavalo po postojećim tehničkim propisima. I mjesto da je puška pristigla na generalni remont poslije 15.000 ispaljenih metaka, koliko iznosi vijek cijevi ako ce cijev normalno održava, dešava se da dolazi poslije prvog gađanja. Dakle, i pored toga što su glavni dijelovi puške, topa ili nekog drugog oružja u osnovi vrlo prosti, svaka sitnica na njima lako uočljiva i time njihovo održavanje sasvim jednostavno, pojavljuju se propusti sa vrlo teškim posljedicama. Šta se onda može reći za mehanizam jednog tenka ili automobila koji su vrlo složeni i osjetljiviji, a propusti i manjkavosti oko njihovog održavanja nisu lako uočljivi? Ako je organizacija održavanja dobro postavljena, ljudstvo koje je steklo kvalifikacije redovnom obukom može normalno da održava i ova tehnička sredstva.

Uzećemo podmazivanje kao jedan od najbitnijih elemenata u održavanju tehnike, naročito vozila. Na savjetovanju povodom problema održavanja tehnike, održanom u jednoj jedinici istaknuta je kao krupna slabost činjenica što vozači ne poznaju sva mjesta na svojim vozilima koja

valja podmazati. Očito da je to nedostatak, ali se tim ne može pravdati neredovno i nekvalitetno podmazivanje vozila. Ono što ne mogu postići pojedinci, postiže se određenom organizacijom, sistemom rada i kontrolom. Samo sa jednom šemom mjesta na vozilu koja se podmazuju može i podoficir ili drugo kvalifikovano lice iz tehničke jedinice da obezbijedi da vozači podmažu sva mjesta na većem broju vozila. Organizovanim i sistematskim radom ljudi najbolje i najlakše upoznaju svoje dužnosti. Armija je mehanizam koji se zasniva i funkcioniše na preciznim pravilima i propisima. Volja i inicijativa pojedinaca dobro dođu, ali nikada ne mogu nadomjestiti svakodnevnu kontrolu i budnost starešina. Prema tome, ukoliko hoćemo da otkrijemo slabosti u održavanju tehnike, treba da obratimo pažnju ne na stručnost onih koji rukuju tehnikom, već na lošu organizaciju, na nedosljednosti u sprovođenju tehničkih propisa i uputstava, jednom riječi na nedisciplinu.

## MJESTO I ULOGA TRUPNIH TEHNIČKIH RADIONICA

Dok vozači vozila, poslužiocci oruđa i ostali koji rukuju tehnikom svakodnevnom opsluživanjem obezbjeđuju normalan rad i funkciju tehničkih sredstava, pukovska tehnička radionica sa svojim alatom i stručnom radnom snagom vrši tehničke preglede, razna podešavanja, sitnije opravke — sve u obimu vremenskih i tehničkih mogućnosti toga stepena opravki. U stvari je to nastavak poslova na višem stručnom nivou, jer je, na primjer, vozač dužan da svakodnevno kontroliše i dosipa tečnost u sistem za hlađenje, ali kada se ustanovi da nešto nije u redu sa hlađenjem, stiže intervencija iz radionice: opravka termostata, rastvaranje nataloženog kamenca, podešavanje paljenja, karburacije i dr.

Ono što za ljudski organizam znači briga za svakodnevnu normalnu reprodukciju životne snage: higijenske mjere, odmor, ishrana, oblačenje i dr., to je za tehnička sredstva svakodnevni rad ljudi koji njima rukuju.

Drugi stepen održavanja može se uporediti sa obezbjeđenjem ljudskom organizmu normalnih fizioloških funkcija i kvaliteta hrane, uslova stanovanja, podesnog oblačenja, mjere protiv oboljenja, otkrivanja znakova bolesti na vrijeme itd.

Ambulantsko liječenje ljudstva može se uporediti sa zahvatima koji se vrše na tehničkim sredstvima u trećem stepenu opravke.

Opravka tehnike u četvrtom i petom stepenu ne spada u domen trupe, ali trupno održavanje na to ima presudan uticaj, u prvom redu zbog uvida u to da li će tehnička sredstva do kraja ispuniti svoj resurs, u pravi čas biti upućena u više stepene opravke i dr.

Održavanje tehnike po postojećim propisima i tehničkim uputstvima treba da obezbjede starješine jedinica, isto onako kao što su obavezne i odgovorne za normalan rad i zdravlje vojnika. Da li starješine raspoložu stručnim tehničkim znanjem za taj zadatak? Postoji organizacija tehničke službe, tehnička pravila i uputstva u kojima su svakom određeni zadaci. Ako starješine upoznaju i shvate iz tih pravila i uputstava samo ono što se na njih odnosi, biće im to dovoljno da dobro postave organizaciju održavanja tehnike i sistematsku kontrolu bez koje se ne može očekivati rezultat.

Težište II stepena održavanja je na budnom svakodnevnom praćenju funkcije mehanizama tehničkih sredstava, obezbjeđivanju normalnog režima rada, na raznim stručnim intervencijama, uglavnom bez ugrađivanja materijala. Neobično velik značaj ima upravo činjenica da se tu ulaže uglavnom samo rad. U ukupnoj cijeni remonta točkaša u V stepenu, materijal — rezervni dijelovi i oprema — učestvuje sa blizu 70%, a rad čini samo preostalih 30%. O kakvim se tu uštedama radi vidi se ako samo uzmemo navedene cifre, ne računajući gubitke koji nastaju zbog toga što tehničko sredstvo dugo ostaje van upotrebe, što prije odlazi na remont i time mu se skraćuje kako trajnost tako i eksploatacioni ciklus.

Rukovodioci jedne tehničke jedinice predočili su stručnoj ekipi koja je vršila obilazak da im najveći problem prilikom servisiranja vozila domaće proizvodnje predstavlja nedostatak rezervnih dijelova. Kada je ekipa pronašla »Bilten« u kojem su precizno opisani radovi koji se obavljaju prilikom servisnih pregleda i specijalni alati koji se upotrebljavaju, ispostavilo se da jedinici nisu potrebni gotovo nikakvi rezervni dijelovi. Znači da ta jedinica nije shvatila svoje osnovne zadatke, sasvim pogrešno se postavila, čekajući, ili bolje reći pripremajući kvarove da bi mogla izvršiti »svoj« zadatak kada dobije rezervne dijelove.

Osnovna dužnost trupnih tehničkih radionica je da se okrenu svojim osnovnim zadacima, ovladaju organizacijom i tehnologijom rada, sužavajući svoj domen na intervencije za koje su stručno osposobljene. Kritika stepenovanja opravki govori o krutosti, šablonizmu i sputavanju inicijative. Međutim, činjenice su sasvim drugojačije. Pojedine trupne tehničke radionice traže tehničke zahvate van svoje nadležnosti upravo zato što još nisu ovladale svojim osnovnim zadacima. Za njih je još uvijek lakše da oslušivanjem ustanove da »nešto lupa« u motoru, nego da pomoću uređaja ispitaju podešenost paljenja ili karburaciju, na vrijeme zamijene ili očiste elemente prečistača ulja i tako spriječe da dođe do kvara. Otuda i zahtjevi pojedinih starješina tehničkih jedinica da se postojeći alati i oprema prošire i dopune pojedinim mašinama i uređajima koji, kada bi jedinica izvršavala svoje osnovne zadatke, uopće ne bi bili potrebni. Na savjetovanju o problematici održavanja tehnike u jednoj jedinici neko od diskutanata je insistirao da se pukovskoj tehničkoj radionici obavezno dodijeli jedan strug, jer joj je neophodan. Ovom zahtjevu se odmah usprotivio drugi starješina, takođe iz trupne tehničke jedinice, i konkretno dokazao da se, ako bi se na vrijeme i kvalitetno izvršavali svi tehnički pregledi i pritegli svi zavrtnji, ne bi se dešavalo da se zavrtnji rasipaju po putevima, niti bi se pojavljivala potreba da se na strugu izrađuju novi. Na jed-

nom drugom skupu tehničkih i općevojnih starješina dugo se diskutovalo kako stepenovanje remonta sputava inicijativu, izaziva nepotrebne troškove u vezi sa upućivanjem tehničkog sredstva u viši stepen opravke, a te se opravke mogu sasvim dobro uraditi i u pukovskoj tehničkoj radionici. Radilo se konkretno o zamjeni zaptivača na glavi motora. Nije bitno da li pukovska tehnička radionica može uspješno da izvršava ovaj zadatak, već da li blagovremena intervencija pukovskih radionica sprječava pregrijavanje zaptivača. Jer do pregrijavanja motora dolazi zbog neispravnog sistema za hlađenje, lošeg regulisanja paljenja, neispravne funkcije karburatora i sl. Dakle, mjesto da se otklone uzroci neblagovremene intervencije, čeka se dok se ne pojave posljedice, koje redovno prevazilaze stručne tehničke mogućnosti dotične radionice. Shvatanja da tehničkim radionicama treba dozvoliti šire zahvate u opravci tehničkih sredstava u praksi zahtjeva mijenjanje iz osnova organizacijsko-tehnoloških načela i njihovu orijentaciju u sasvim pogrješnom pravcu.

Prema tome, stepenovanje remonta je čisto tehnička kategorija koja usmjerava svaku tehničku jedinicu ili radionicu na one zadatke koji u nižim stepenima obezbjeđuju normalnu funkciju tehničkih sredstava, a u višim im vraća njihova osnovna prvobitna svojstva da bi se obezbjedili normalni eksploatacioni ciklusi i do kraja na najracionalniji način iscrpio resurs. Svako odstupanje od toga načela narušava normalan rad i jednu zakonitu funkciju tehničkih radionica i vodi deformaciji, što smo pokazali u navedenim primjerima. Ne znači da se ni u jednom slučaju ne može odstupiti od ovog načela. Čak je odstupanje od pravila i ozvaničeno u postojećem Uputstvu o održavanju i opravkama *ats* i *mts*, gdje stoji da niži stepeni mogu izvršavati radove viših kada se ukaže potreba i kada se obezbijede materijalno-tehnički uslovi. Konkretno, može se u pukovskoj tehničkoj radionici zamjeniti zaptivač glave motora, ako se to obavlja kako je predviđeno tehničkim uputstvima, — i stručno i uz pri-

mjenu mjernog instrumenta bez kojeg se ne može kvalitetno obaviti ovaj posao.

Kad se misli da tehničkim radionicama trupnih jedinica treba dodati još neke alate i uređaje i na taj način ih učiniti univerzalnim, zaboravlja se na niz drugih reperkusija. Da li je, na primjer, rentabilno dati trupnim tehničkim radionicama alate i uređaje koji će biti upotrebljavani samo od slučaja do slučaja i koliko bi to utjecalo na njihovu ekspeditivnost i pokretljivost, što je jedan od vrlo važnih elemenata osobito u ratu. Zatim, ispušta se iz vida jedna vrlo značajna činjenica — kvalitet rada ovih mašina. Nedovoljno upućeni ljudi olako prilaze rješavanju vrlo delikatnih tehničkih pitanja. Izrada jednog zavrtnja na strugu je prilično jednostavna, ali izrada zavrtnja koji treba da odgovori tačno određenoj namjeri predstavlja vrlo složen tehnološki postupak, počev od najdetaljnijih proračunavanja statičkih i dinamičkih naprezanja, termičke obrade, pa do izbora materijala, tačnih dimenzija, tolerancija i dr. Kada bi se sve to imalo u vidu, ne bi se ljudi zanosili »jednostavnim rješenjima« i zavrtnje ili slične dijelove izrađene na strugu ugrađivali na primjer, u sistem za upravljanje i time dovodili u opasnost živote ljudi.

Da bi svaka tehnička radionica brzo i ekspeditivno obavljala poslove iz svoje nadležnosti, neobično je važan precizan normativ rezervnih dijelova koje mora imati svaki komplet. Iako je prošlo dosta godina i ostalo mnogo iskustava iz naših tehničkih radionica, pravog iskustvenog normativa još nemamo. Koristimo neke strane normative zasnovane na drugom sistemu snabdijevanja, drukčijim uslovima eksploatacije vozila itd. Zato nam se dešava da su jedinice opterećene nekim dijelovima koji se godinama ne troše, dok nedostaju neke sitnice zbog kojih vozila i oruđa stoje van upotrebe. To prisiljava ljude da neke dijelove pokušavaju izrađivati u radionicama, a pošto za ovaj posao nema ni najosnovnijih tehnoloških mogućnosti, ljudi gube i vrlo mnogo vremena i ne stižu odgovoriti svojim osnovnim zadacima.

## KORIŠĆENJE ALATA I UREĐAJA TRUPNIH TEHNIČKIH RADIONICA

O alatima i uređajima u pravom smislu riječi može se govoriti tek počev od radionice namenjene opravci tehnike u III stepenu. Pokretne radionice: mehanička, mašinska, električarska, bravarsko-zavarivačka, artiljerijska, puškarska i instrumentalna zajedno predstavljaju cjelinu i obezbjeđuju po strukturi kvalifikovane radne snage, mašinskoj i drugoj opremi, opravku cjelokupne tehnike koja se nalazi na upotrebi u združenoj jedinici. Ujedno, svaka radionica za sebe predstavlja u organizacijsko-tehnološkom pogledu objedinjen zbir specifičnih radova i tim se uklapa u opštu cjelinu. O cjelishodnosti ovalikog broja vozila, mašina i alata je već diskutovano i preduzete su mjere da se izvrši fuzija, da se bolje iskoriste opšti alati i radionica učini univerzalnijom. Ipak će uvijek od pravilne funkcije i proporcija pojedinačnih radionica zavisiti rad čitavog sistema. Međutim, ima mnogo nedostataka u organizaciji rada i korišćenju alata, mašina i uređaja. Počecemo od rasporeda i korišćenja najprostijih ručnih alata. U unutrašnjosti svakog od specijalno karosiranih vozila smješteni su radni stolovi za koje su pričvršćeni razni uređaji i alati. Određeno je radno mjesto svakom čovjeku i alat raspoređen prema njegovoj specijalnosti. Nadohvat ruke svakog radnika stoji ladica sa raznovrsnim ručnim alatima. Postoje čitave studije u svijetu o pokretima ljudi na radnim mjestima, a cilj tih studija je da se neproduktivni pokreti svedu na najmanju mjeru. Smještaj ladica i raspored ručnog alata u njima su tako podešeni da alati sa najvećom frekvencijom stoje na najistaknutijem mjestu da bi radnik za najkraće vrijeme dohvatio ono čime se najviše služi. Svaki komad alata u ladici ima svoje ležište i tu je njegovo stalno mjesto. Znači da radnik čim završi posao jednim ključem, ostavlja ključ na njegovo mjesto i prihvata drugi. Međutim, u praksi nije tako. Ima slučajeva da se neka alatka poslije prve upotrebe nikada više ne vrati na svoje mjesto. I radnik, mjesto da za najkraće vrijeme dohvati alat u ruke i radi, okreće se i pretura po desetak

ladica dok nađe ono što mu trenutno treba. Ako bi neko računao koliko se ovim preturanjem izgubi vremena, bila bi to prilično negativna stavka u ukupnom bilansu produktivnosti rada.

Poseban problem predstavlja korišćenje raznih uređaja i instrumenata koje sadrži komplet radionice za III stepen opravke. Samo u električarskoj radionici se nalaze: blizu 10 raznih instrumenata za ispitivanje električne instalacije na vozilima, akumulatori, uređaji za razna reguliranja itd. Mnogi od ovih instrumenata se uopće ne koriste zbog toga što ljudi ne znaju njihovu namjenu, ili što se ne poznaju razni tehnički elementi, zazori kontakata prekiđača, svjećica, uslovi koji su bitni za podešavanje paljenja i rada motora uopće itd. Svi ovi elementi stoje zapisani u raznim knjigama i podacima kojima raspolaže svaka radionica.

U mehaničarskoj radionici postoje uređaji za regulisanje prednjih točkova motornih vozila. Od propisane podešenosti točkova zavisi u prvom redu sigurnost upravljanja, zatim trajnost guma i dr. I dok ovaj uređaj stoji neiskorišćen, regulisanje se ne vrši ili se vrši odoka pomoću nekih priručnih predmeta: komada drveta, konca, žice i sličnog. Na jednoj strani stoje neiskorišćeni precizni mehanizmi za regulisanje tehničkih sredstava, a konstatuje se kako nam nedostaju visokokvalifikovani majstori sa velikim praktičnim iskustvima. Čovjek se mora čuditi kada vidi »iskusnog majstora« koji je naslonio na motor neko drvo i pomoću njega »osluškuje kako radi«, ili na dlan hvata izduvne gasove da ustanovi da li dobro sagorijevaju, a uređaji koji to precizno registruju stoje zardali. Razni uređaji i instrumenti kojima danas raspolaže savremena tehnika nisu ništa drugo nego sumirano dugogodišnje iskustvo visokokvalifikovanih stručnjaka.

Razvitak tehnike kreće ka sve užoj specijalizaciji i danas insistirati na univerzalnost majstora znači izostajati za razvitkom i ne koristi se onim što se do sada postiglo u savremenoj tehnici. Navedeni primjeri slabog korišćenja



uređaja i instrumenata naših pokretnih radionica to najbolje potvrđuju.

Ima još jedna činjenica zbog koje nismo ovladali uređajima i alatima pokretnih radionica. Prije nego što je izdato naređenje državnog sekretara za narodnu odbranu kojim je regulisano da se pokretne radionice koriste za svakodnevno održavanje tehnike i da se ljudstvo obučava u korišćenju alata i uređaja, jedinice su nabavljale alate (mašine) raznog porijekla i umjesto da su se takvog alata odmah oslobađale, one su ga zadržale do današnjeg dana. Pored toga što im to predstavlja balast sa gledišta evidencije i čuvanja, ljudi sa pomanjkanjem više tehničke kulture i sklonosti da brzo usvoje novo i savremeno lako prihvataju prosto i zastarjelo i teško se odvajaju od njega. Posljedice ovakvog stanja su da u ladicama stoje specijalni alati za pojedina tehnička sredstva, a radnici preturaju po kršu ishabanih alata i bez ikakve potrebe se služe raznovrsnim improvizacijama.

#### ORGANIZACIJA RADA I KORIŠĆENJE STRUČNE LITERATURE

Oprema, alati i uređaji pokretnih radionica zahtijevaju i dobro postavljenu i usklađenu organizaciju rada. Radi se o nekoliko specijalizovanih pogona — da ih tako nazovemo — koje treba harmonično uklopiti u jednu cjelinu. Osnovni i prvi zadatak u tome predstavlja ovladavanje alatima i uređajima, jer se sam raspored radnih mjesta, grupisanje mašina i uređaja baziraju na već dobro prostudiranom i razrađenom tehnološkom procesu. Ali nije samo stvar u tome što će strugari, frezači, varioci i ostali radnici uže specijalnosti zauzeti svoja mjesta i ovladati mašinama. Radi se i o postupnom i ravnomjernom rasporedu poslova, uz puno korišćenje instrumenata, mjernih uređaja i individualnih stručnih sposobnosti ljudi.

Naše tehničke jedinice popunjene su uglavnom vojnicima zanatljama bez dovoljnog stručnog znanja koje se stiče dužom praksom. Ali i radovi na opravci i održavanju tehnike čine vrlo velik zbir raznovrsnih zahvata koji obez-

bjeđuju da se maksimalno iskoristi sve ljudstvo i osigura dobar kvalitet rada i kada je opći prosjek stručnih kvalifikacija nedovoljno dobar. Vođa grupe ili rukovodilac radova, podoficir ili visokokvalifikovani radnik mora rasporediti posao prema stručnim sposobnostima ljudi, nalaziti se uvijek gdje je njegovo stručno znanje neophodno: u času kada se prilikom defektacije utvrđuje kvar ili stanje pojedinih sklopova ili dijelova, gdje se obavljaju završni radovi na montaži itd. To je ujedno najefikasniji i najbrži način obuke ljudstva u opravci i održavanju tehničkih sredstava, jer se neposredno radi na vozilima ili oruđima koja su na svakodnevnoj upotrebi, što nije lako obezbijediti na kursevima koji se povremeno organizuju u jedinicama.

Jedan od najvećih nedostataka u organizaciji rada u trupnim tehničkim radionicama je vrlo slabo korišćenje stručne literature. Za većinu tehničkih sredstava postoje knjige namijenjene radioničkom održavanju, gde su detaljno opisani radovi pri sklapanju i rasklapanju, dimenzije zazori tolerancija i dr. To je sve bogato ilustrovano u fotografijama i crtežima, preciznim uputstvima i pokazateljima. Međutim, knjige ostaju neiskorišćene, a radi se napamet ili odoka, što pored gubitaka vremena dovodi i do lošeg kvaliteta radova i kvarova sa vrlo teškim posljedicama. Na primjer, pri demontaži ili montaži od najprostijeg pa do najsloženijeg mehanizma postoji redoslijed radova i zbir alata, a odstupanje od njega dovodi do nepotrebnog gubitka vremena, oštećenja pojedinih dijelova i kvarova čitavih mehanizama. Za pojedine radove na motornim vozilima ili oruđima postoje specijalni alati i uređaji pomoću kojih je jedino moguće kvalitetno obaviti demontažu i opravku. Ali dok se takvi alati ne znaju upotrijebiti, nadomještaju ih razni čekići, sjekači i slične improvizacije.

Navešćemo jedan karakterističan primjer nekorišćenja stručne literature i posljedice koje zbog toga nastaju. Radi se o namještanju glave na blok motora GMC, koje se vrši i u III stepenu opravke. Glava ovog motora priteže se sa 14 zavrtnja u dvije faze. U knjizi postoji šema

sa redosljedom pritezanja zavrtnja u prvoj, zatim u drugoj fazi i mjerna jedinica, da bi se u završnom pritezanju upotrebila jednaka sila za svaki zavrtnj, tj. da bi glava na svakom mjestu jednako nalijegala na blok motora. Međutim, u praksi se često dešava ne samo da se prilikom namiještanja glave motora ne koristi šema i zatezanje ne vrši određenim redosljedom, već se i ne koristi takozvani moment-ključ kojim se mjeri sila pritezanja. Dok su u jednoj jedinici vojnici mehaničari namiještali glavu motora, naravno bez šeme i običnim ključem, i napamet znali kojom silom se to priteže, moment-ključ je stajao u ladici. Nejednako pritegnuta glava motora se prilikom zagrijavanja deformiše, pritisak koji se stvara u cilindrima probija zaptivač i motor ispada iz stroja, sve dok se ne izvrši brušenje glave motora u V stepenu opravke. Još teži kvarovi nastaju kao posljedica nepridržavanja tehničkih uputstava prilikom opravke i montaže nekih dijelova i sklopova motora. I ležajevi radilice se takođe pritežu pomoću moment-ključa, tačno propisanom silom. Ako se oni koji to treba da čine ne pridržavaju tog propisa, redovno se dešava da uslijed prekomjernog pritezanja, navrtka ili zavrtnj puca, klipnjača probija blok motora i motor na ovaj način biva uništen. Ovo su samo dva karakteristična primjera posljedica koje nastaju zbog nedovoljnog korišćenja stručne literature i tehničkih normi. Takvi primjeri su u praksi česti i raznovrsni.

#### PROBLEM VISOKOKVALIFIKOVANE RADNE SNAGE

Trupne tehničke radionice popunjene su gotovo u cjelini vojnicima — zanatlijama. Kada se uzme osmogodišnje školovanje i tri godine izučavanja zanata, ovim mladima ne ostaje ni pune dvije godine samostalnog praktičnog rada u svojoj struci prije stupanja na odsluženje roka. Ako se tome doda da u Armiji postoje tehnička sredstva i zanatske specijalnosti koje ne postoje u građanstvu (artiljerijski, PA, tenkovski mehaničari, tenkovski i PA električari i dr.), vidi se sva težina ovoga problema. Istina, brz industrijski razvitak zemlje iz godine u godinu donekle

ublažava ovaj problem, ali i visoki industrijski razvoj ima svojih neugodnih strana zbog vrlo uske specijalizacije, jer u jednom dobro razvijenom remontnom preduzeću ili fabrici automobila radnik godinama radi, na primjer, na montaži menjača. Za takvog čovjeka se ne može reći da je automehaničar, niti se od njega u trupnoj tehničkoj radionici može mnogo očekivati.

U jedinicama se ovaj problem za sada rješava pomoću kurseva. Kursevi obuhvataju one specijalnosti kojih nema u građanstvu i pohađaju ih vojnici srodnih zanata. Šta se sve može savladati za ograničeno vrijeme na jednom kursu koji nije isto što i normalan svakodnevni rad na održavanju i opravci tehnike? Svakako je i to bolje nego ne preduzimati ništa, ali krajnja rješenja nisu ni u kursovima. Ovaj problem će biti riješen kada u svakoj tehničkoj jedinici bude obezbijeđen stalan broj visokokvalifikovanih majstora svih specijalnosti koji će organizovati rad, stručno rukovoditi i od prvog dana, kroz svakodnevno održavanje tehnike, obučavati vojnike. Ovaj zadatak je namijenjen podoficirima koji se kroz trogodišnje školovanje u Tehničkoj podoficirskoj školi pripremaju za to. No, i pored toga što je iz TPŠ izašlo već nekoliko klasa obučanih podoficira, u trupnim tehničkim jedinicama se to malo osjetilo. Prema tome, postavlja se pitanje šta rade i gdje su podoficiri, koji su raspoređeni u trupne tehničke jedinice poslije završetka škole?

Plan i program TPŠ obezbjeđuje obuku podoficira po svim specijalnostima koje su neposredne u trupnim tehničkim jedinicama. Međutim, nisu još administrativno riješene njihove specijalnosti, tako da se podoficir po dolasku u trupnu ne može rasporediti na drugu dužnost sem na onu za koju se pripremao u školi. Ovako se dešava, da se poslije tri godine obuke i priprema za dužnost PA mehaničara, podoficir raspoređuje na dužnost rukovaoca, ili na dužnost koja spada u sektor tehničkog snabdijevanja. I pored toga što su materijalno-tehničko obezbjeđenje i nastava u TPŠ u cjelosti na visini, podoficiri u školi stiču osnovna znanja koja se razvijaju i usavršavaju samo

praktičnim radom na tehničkim sredstvima koja se nalaze u jedinicama. Administrativne ili bilo koje druge dužnosti, sem neposrednog rada u radionici, odvajaju podoficire od neposrednih zadataka za koje su se pripremali u školi. Oni za kratko vrijeme zaboravljaju ono što su naučili i bivaju sasvim izgubljeni za trupne tehničke radionice.

Jedan broj podoficira se raspoređuje na dužnost komandira odjeljenja tehničkog održavanja. Tokom školovanja, podoficiri se stručno i psihološki pripremaju za dužnosti na kojima će zahvaljujući svakodnevnom praktičnom radu postati najprije majstori, a tek vremenom i starješine. Ne treba se zanositi iluzijom da devetnaestogodišnji mladić iz školske klupe, nedovoljno zreo kao čovjek, a isto tako neiskusn kao stručnjak, može organizovati rad i držati u ruci desetinu ljudi. I ovakva praksa dovodi do toga da od ovih podoficira nikad ne može postati ni majstor ni starješina, jer su ta dva svojstva međusobno uslovljena.

Ima još elemenata koji parališu rad podoficira, komandira odjeljenja tehničkog održavanja. To je sistem snabdijevanja potrošnim materijalom i suvišna administracija. Ni jedan podoficir raspoređen na dužnost komandira odjeljenja tehničkog održavanja nikad ne uzima alatku u ruke, jer sve vrijeme gubi oko trebovanja i pravdanja utroška uglavnom potrošnog materijala i nekih sitnijih rezervnih dijelova, oko vođenja radioničke administracije itd. I onda kada se magacin nalazi u istom krugu, jedan komandir odjeljenja gubi prosečno preko četiri časa dok realizuje trebovanje. Zatim izdaje izuzeti materijal, pravda ga kroz spiskove opravke, vodi dnevnik rada radionice i obavlja druge administrativne poslove.

Obično se svi žale na suvišnu administraciju i neke davno preživjele procedure, ali još niko nije dao predlog za druga jednostavnija rješenja ili donio odluku da se postojeći sistem administracije prouči i revidira. Vrijeme je već da se sa ovim problemom uhvatimo u koštac, no to zahtjeva poseban osvrt.

## NEKA ISKUSTVA SA IZGRADNJE DRVENOG GREDIČNOG MOSTA PREKO DRAVE KOD SELA REPAŠ

Pre nego što opišemo samu organizaciju rada za izgradnju ovog mosta<sup>1</sup>), iznećemo neke osnovne podatke o projektu mosta, o reci, kao i izvršene pripreme za izgradnju mosta.

### OSNOVNI PODACI O MOSTU

Prema projektu, osnovni elementi mosta bili su:

dužina mosta — 180 m;

širina mosta — 4 m;

broj raspona u mostu — 18 komada;

dužina raspona — 10 m;

obalske potpore od šipova — 2 komada;

međupotpore od šipova — 17 komada;

ledobrani od šipova — 17 komada;

dužina šipova — od 7 do 12 m;

prečnik šipova na tanjem kraju — od 35 do 40 cm;

mosnice složene sa moždanicama — 2 x 35 x 35 cm;

broj mosnica u rasponu — 5 komada;

težina jedne mosnice — 3000 kg i

nosivost mosta — 15 t osovinskog opterećenja.

---

<sup>1</sup> U 1960. godini jedan inženjerski bataljon dobio je zadatak da u okviru praktične obuke izgradi ovaj drveni most za potrebe sreza Koprivnica i po projektu ovog sreza. Pošto je zadatak izvršen potpuno uspešno, stečena iskustva sa radova prikupljena su i iznesena u ovom članku da bi se njima koristile ostale inženjerske jedinice, naročito u pogledu normi inženjerskih radova (primedba Uredništva).

#### PODACI O RECI

brzina reke — 2 do 2,5 m/sek;  
dubina reke — 1 do 4,5 m;  
širina reke — 174 m;  
obala reke — kameni nabačaj;  
korito reke — šljunkovito i  
vodostaj reke — kolebljiv.

#### PRIPREME ZA IZGRADNJU MOSTA I USLOVI IZGRADNJE

Pre početka izgradnje mosta sve starešine detaljno su upoznate sa svim elementima projekta mosta. Na seminarima su obrađena sva važna pitanja organizacije rada i donesene konkretne odluke kako treba izvesti radove u svakoj fazi izgradnje mosta. Starešine kao i vojnici nisu imali praktičnih iskustava u izgradnji ovakvog mosta, a naročito na širokoj i brznoj reci kao što je Drava. Zbog toga su i izvršene neposredne pripreme bile utoliko značajnije. Pre izlaska na gradilište izvršene su sve materijalno-tehničke pripreme jedinice.

Zahvaljujući dobrim i uspešnim materijalno-tehničkim kao i moralno-političkim pripremanama, za sve vreme rada nije se pojavio ni jedan ozbiljniji problem koji je trebalo posebno rešavati, i pored toga što su teškoće i naponi bili veći nego ikada ranije na ma kome zadatku poslednjih godina. Zalaganje i rad celog vojnog kolektiva bili su primerni i stvorili su snažan moralno-politički utisak u narodu toga kraja.

Brzina izgradnje mosta zavisila je prvenstveno od isporuke materijala od strane investitora, što je mnogo uticalo na organizaciju i izvođenje radova. Zbog toga smo bili prinuđeni da organizaciju rada na izgradnji mosta prilagodimo isporukama materijala.

U cilju što bolje obuke starešina i vojnika, nastojali smo da što više njih prođe kroz ovu korisnu praktičnu obuku što je bila jedinstvena prilika za celu jedinicu. Česta zamena ljudstva na radu nepovoljno je uticala na brzinu izgradnje mosta. Za sve vreme izvođenja radova,

vodostaj reke bio je prilično kolebljiv, a na početku izvođenja radova i jutarnje temperature bile su ispod nule.

Svi elementi mosta bili su predimenzionisani. Izvesne postavke iz stručnih udžbenika o izgradnji mostova nisu se mogle primeniti u ovom slučaju zbog čega smo morali tražiti sopstvena rešenja.

U ovom članku iznećemo neka stečena iskustva koja bi mogla biti korisna pri izgradnji drvenih mostova gređične konstrukcije, zatim neke iskustvene norme do kojih smo došli pri izvođenju ovih radova, kao i organizaciju rada koju smo primenili u pojedinim fazama izgradnje mosta.

Šipovi su pobijani sa obe obale ka sredini reke. Sa desne obale pobijanje je vršeno dvema makarama, a sa leve obale jednom makarom DM-500.

#### ORGANIZACIJA RADA NA POBIJANJU ŠIPOVA NA DESNOJ OBALI REKE

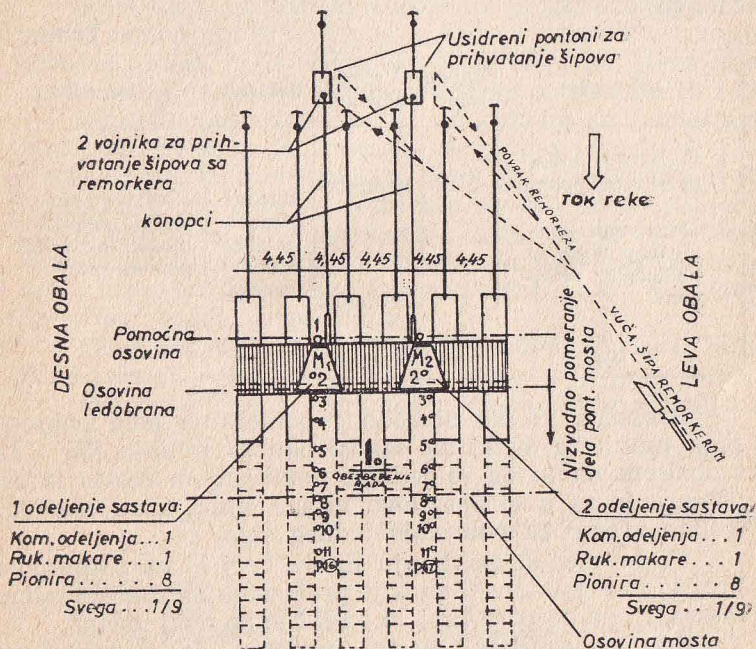
Na desnoj obali reke šipovi su pobijani dvema makarama DM-500, postavljenim (montiranim) na deo pontonskog mosta, nosivosti 10 t, izrađenog od parka »PDS«. Makare su postavljene na most na razmaku od 10 m, upravo koliko iznosi i dužina jednog raspona mosta, računajući odstojanje od jedne do druge osovine potpore. Za sve vreme rada makare nisu pomerane sa ovog mesta, samo je most nizvodno pomeran i premeštan sa jednog radnog mesta na drugo.

Pobijanje šipova otpočelo je od prvog uzvodnog šipa ledobrana (šipovi broj 1) istovremeno na dve međupotpore. Pošto su šipovi broj 1 pobijeni, deo pontonskog mosta pomeren je nizvodno da bi se pobili šipovi broj 2. I tako je pontonski most pomeran nizvodno sve dok nisu pobijeni i poslednji šipovi u potporama, tj. šipovi broj 11 (sl. 1).

Nizvodno pomeranje dela pontonskog mosta vršeno je postepenim popuštanjem lengerskih užadi na bitvama pontona. Ovaj rad obavljali su vojnici koji su posluživali makare za vreme pobijanja šipova, a koji su inače, u toku izgradnje mosta, zamenjivali pontonire. Posle nizvodnog



pomeranja pontonski most je definitivno doteran da se poklopi sa pomoćnom osovinom<sup>2)</sup> novog drvenog mosta. Kao osnova za doterivanje pontonskog mosta služile su vođice makare, tj. njihov prednji deo. Kada su vođice bile



Sl. 1. Organizacija rada na desnoj obali reke  
Isprekidane linije predstavljaju položaj pontonskog mosta pri nizvodnom pomeranju

u vizuri pomoćne osovine mosta, moglo se pristupiti podizanju šipova uz vođicu makare i vršiti njihovo pobijanje, pošto je izvršena poslednja kontrola uspravljanjem šipa uz vođicu makare. Potrebno je napomenuti da na samoj reci nije bilo potrebno da se prethodno obeležavaju oso-

<sup>2)</sup> Pomoćna osovina je ona osovina koja prolazi kroz svaki red šipova mosta u izgradnji.

vine mosta i osovine međupotpóra, već je na obalama samo obeležena osovina potpóra i vizirnim motkama označene pomoćne osovine mosta.

Nizvodno pomeranje pontonskog mosta vidi se iz tablice 1.

Tablica 1

Opis rada	Radna snaga	Vreme pomeranja	Sredstva	Primedba
1. Popuštanje užadi na bitvama pontona	2/18	10 minuta	Jurišni čamac za obezbeđenje	Ljudstvo koje posluhuje makare i ujedno nizvodno pomera most
2. Doterivanje pontonskog mosta sa pomoćnom osovinom		25 minuta		
Svega	2/18	35 minuta		

Prosečno vreme nizvodnog pomeranja dela pontonskog mosta za svaki šip iznosi oko 17 minuta (35 : 2), s obzirom na to da se jednim pomeranjem mosta izvrši pomeranje za dva šipa. Ovo vreme treba uzeti kao potrebno vreme za pobijanje jednog šipa.

Po završenom pobijanju šipova broj 11 na potporama broj 17 i 18, pontonski most je premešten na sledeće radno mesto, tj. na potpore broj 15 i 16, i to na ovaj način:

deo pontonskog mosta pomeren je nizvodno za 15—25 m;

neposredno pre završetka rada na pobijanju šipova broj 11 na potporama broj 17 i 18, spuštteni su lengeri (sidra) na sledeći raspon, u visini određene lengerske linije;

užad spušttenih lengera dodata su na pontone broj 2 i 5 pontonskog mosta, gde su zavezana za bitve pontona. Posle toga oslobođena su lengerska užad sa bitvi pontona broj 1, 3, 4 i 6, kojima je most bio lengerisan na pret-hodnom radnom mestu. Za krajeve oslobođenih lengerskih užadi privezani su koturovi za spasavanje, da bi se lengeri

mogli naknadno izvaditi, a ne u toku rada na premeštanju mosta. Odvezivanjem ovih lengerskih užadi sa bitvi pontona struja vode je zanela most i pomerila ga ka sredini reke;

posle toga, uzvodnom vučom uz lengersku užad i uz pomoć remorkera sa kojim je sa zadnje strane most guran uzvodno, most je doveden da se poklopi sa pomoćnom osovinom za pobijanje šipova broj 1 na potporama 15 i 16;

kada je most doveden da se poklopi sa pomoćnom osovinom izvršena je kontrola rastojanja između P 17 i sredine prednjeg dela makare, koja je ujedno označavala i osovinu P 16. Ukoliko je trebalo izvršiti manja pomeranja prema levoj ili desnoj obali, učinjeno je to bočnim lengerskim užadima. Napominjemo da nije bilo potrebno vršiti nizvodno lengerisanje pontonskog mosta, već samo uzvodna i bočna lengerisanja.

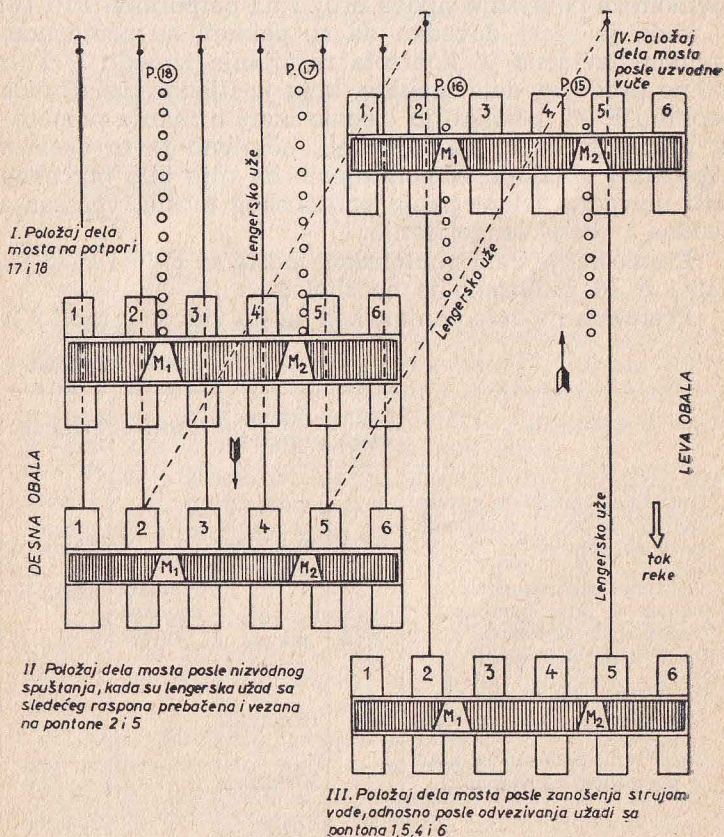
Premeštanje dela pontonskog mosta sa P 17 i P 18 na P 15 i P 16 prikazano je na slici 2.

Premeštanje dela pontonskog mosta vidi se u tablici 2.

Tablica 2

Opis rada	Radna snaga	Vreme pomeranja	Sredstva	Primedba
1. Spuštanje lengera na novom radnom mestu i dodavanje užadi na pontone br. 2 i 5	2/18	30 minuta	Remorker i jurišni čamac	Ljudstvo kao u tablici 1
2. Vezivanje užadi spuštenih lengera za bitve pontona i oslobađanje (odvezivanje) starih lengerskih užadi		5—10 minuta		
3. Premeštanje mosta pomoću vodene struje i uzvodna vuča		15 minuta		
4. Doterivanje pontonskog mosta sa pomoćnom osovinom		30 minuta		
Svega	2/18	od 80 do 85 minuta		

Porosečno vreme premeštanja pontonskog mosta za svaki šip iznosi oko 4 minuta (85 : 22), s obzirom na to da se jednim premeštanjem mosta izvrši jednovremeno premeštanje za dve potpore, u kojima ima 22 šipa. I ovo vreme treba uzeti kao potrebno vreme za pobijanje jednog šipa.



Sl. 2. Premeštanje dela pontonskog mosta sa potpore 17 i 18 na potpore 15 i 16 (sa jednog na drugo radno mesto)

Ovakva organizacija rada na desnoj obali reke sprovedena je zbog toga što je:

omogućavala siguran rad na brznoj reci;

znatno olakšavala centriranje šipova u pomoćnu osovinu mosta i osovinu potpore, odnosno olakšavala određivanje mesta za pobijanje šipova;

omogućavala racionalno korišćenje radne snage;

omogućavala dovoljnu brzinu rada;

omogućavala brzu i efikasnu međusobnu pomoć oba odeljenja makarista i

pri podizanju šipova uz vođicu makara, kao i pri pobijanju šipova, pontonski most bio je potpuno stabilan, a naročito pri većoj promeni vodostaja.

#### ORGANIZACIJA RADA NA POBIJANJU ŠIPOVA NA LEVOJ OBALI REKE

Na levoj obali reke šipovi su pobijani jednom makarom DM-500, postavljenom (montiranom) na specijalnoj 16-tonskoj skeli od parka »PDS«.

I ovde je pobijanje šipova otpočelo od prvog uzvodnog šipa ledobrana. Po izvršenom pobijanju šipova broj 1, skela je nizvodno pomerena kao i na desnoj obali.

Organizacija rada na levoj obali prikazana je na slici 3.

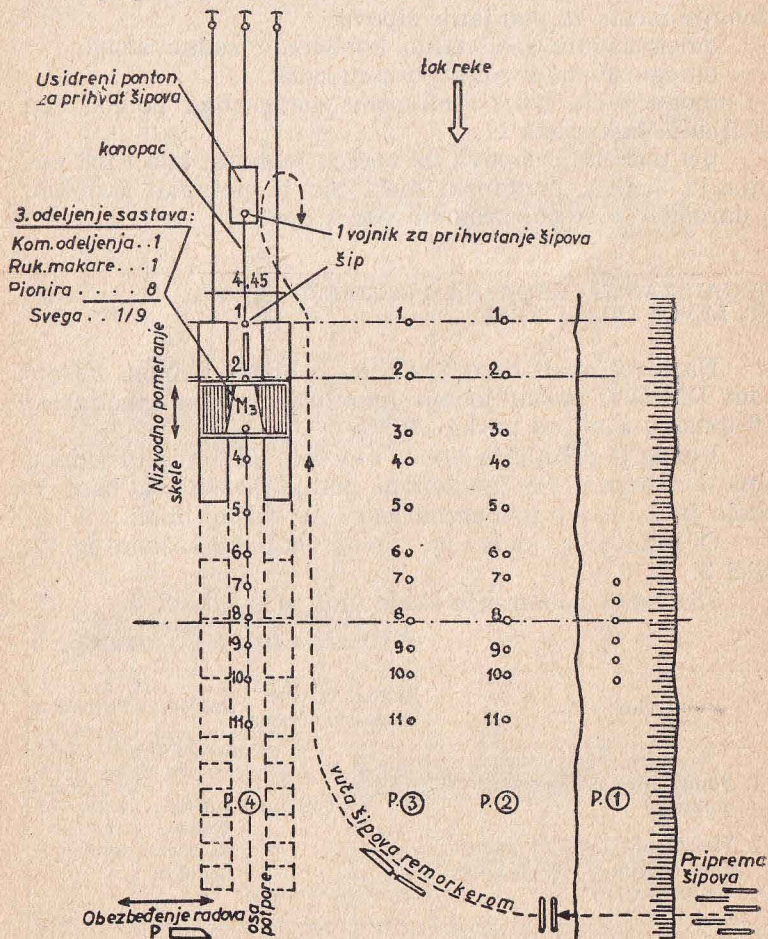
Nizvodno pomeranje skele vidi se u tablici 3.

Tablica 3

Opis rada	Radna snaga	Vreme pomeranja	Sredstva	Primedba
1. Popuštanje užadi na bitvama pontona	1/9	5 minuta	Jurišni čamac za obezbeđenje	Ljudstvo kao u tablici 1
2. Doterivanje skele sa pomoćnom osovinom mosta i osovinom potpore		20 minuta		
Svega	1/9	25 minuta		

Prosečno vreme nizvodnog pomeranja skele za svaki šip iznosi 25 minuta.

Posle pobijanja šipa broj 11 na potpori br. 4 skela je premeštena na potporu br. 5 — na sledeće radno mesto. Skelu je premeštao remorker.



Sl. 3. Organizacija rada na levoj obali reke

Vreme za koje remorker premesti skelu sa jedne potpore na drugu vidi se u tablici 4.

Tablica 4

Opis rada	Radna snaga	Vreme pomeranja	Sredstva	Primedba
1. Vezivanje skele za remorker i oslobađanje lengerskih užadi	1/9	15 minuta	Remorker i jurišni čamac	Ljudstvo kao u tablici 1
2. Vuča skele remorkerom na sledeću potporu		5 minuta		
3. Spuštanje lengeru za lengerisanje skele		5 minuta		
4. Doterivanje skele sa pomoćnom osovinom mosta i osovinom potpore		20 minuta		
Svega	1/9	45 minuta		

Prosečno vreme premeštanja skele za svaki šip iznosi oko 4 minuta (45 : 11).

Ovakva organizacija rada na pobijanju šipova na levoj obali reke sa jednom makarom omogućavala je:

prilično brzo nizvodno pomeranje skele i brzo premeštanje skele sa jedne potpore na drugu.

Slabosti ovakve organizacije rada bile su:

mного teže održavanje osovine potpore, osovine mosta i pomoćne osovine mosta, odnosno otežano određivanje mikrolokacije šipova i

sigurnost pri radu bila je manja nego na pontonskom mostu, a stabilnost skele na vodi, naročito pri većem vodostanju i pri podizanju dužih i težih šipova, nije bila dobra.

#### TRANSPORTOVANJE ŠIPOVA OD OBALE DO MESTA POBIJANJA

Svi šipovi za most nalazili su se na levoj obali reke, pa su se morali transportovati sa obale do mesta pobijanja.

Na šipovima su najpre izvršene pripreme za transportovanje i pobijanje. Ove pripreme sastojale su se u obavljanju sledećih radova:

zaoštavanje šipa i postavljanje papuče;

postavljanje prstena (okova) na glavu šipa;

pričvrščivanje 4 lanca sa strane glave svakog šipa za vezu šipa sa maljem makare pri podizanju šipa uz vodice i

vezivanje konopca za tanji kraj šipa (zaoštreni deo) da bi se šip mogao vući remorkerom. Konopac je vezan tako da se potezanjem može lako odvojiti od šipa u momentu kada ljudstvo za posluživanje makare prihvati šip, odnosno kada se 4 lanca zakače za kvake na malju makare. Ukoliko se konopac ne veže na podesan način, gubi se dosta vremena oko njegovog odvezivanja.

Vreme transporta šipa remorkerom vidi se u tablici 5.

Tablica 5

Opis rada	Jedinica mere	Dimenzija šipa	Vrsta građe	Radna snaga	Vreme vuče	Sredstva
1. Dodavanje konopca i vezivanje za remorker	Komada	46/40	Sirova hrastovina	Remorkerista i pomoćnik	3—4 minuta	Remorker
2. Vuča šipa na daljinu od 75 do 120 m	„	„	„	„	3 minuta	
3. Predavanje šipa vojnicima koji se nalaze na usidrenim pontonima	„	„	„	„	3—5 minuta	
			Svega		od 9 do 12 minuta	

Iz tablice se vidi da jedan remorker za jedan čas može da transportuje 5 do 6 šipova, što znači da može posluživati veći broj makara pri pobijanju šipova. Za trans-



port šipova može se upotrebiti i jurišni čamac sa vanbrodskim motorom. Organizacija transporta šipova vidi se iz slika 1 i 3.

Da bi se smanjio utrošak motočasnova remorkera pri transportu šipova, odnosno da bi se obezbedila potrebna rezerva šipova za svaku makaru, bile su preduzete sledeće mere:

uzvodno od radnog mesta svake makare lengerisan je ponton za prihvat šipova koje transportuje remorker;

na ovom lengerisanom pontonu nalazio se vojnik iz sastava odeljenja za posluživanje makare koji je imao zadatak da prihvati konopac od remorkera sa kojim vuče šip i poveže ga za b'tvu pontona;

kada se izvrši nizvodno pomeranje mosta ili skele i kada se most (skela) dotera u osovину potpore i pomoćnu osovину mosta, vojnik na lengerisanom pontonu bi odveo konopac kojim je šip bio vezan i, popuštanjem konopca, glava šipa bi došla do ljudstva koje bi prihvatilo šip i lance koji su prethodno bili pričvršćeni i zakačeni za kvake malja i

na jedan ponton vezivan je jedan do dva prethodno numerisana šipa.

Osnovni nedostatak pri transportu šipova bio je: što je građa bila sirova, pa kada se na šip postave papuče, prsten i lanci, svi teži šipovi potonu, pa su teško uočljivi kada je voda mutna.

#### ISKUSTVA STEČENA PRI POBIJANJU ŠIPOVA

Pri pobijanju šipova došli smo do izvesnih iskustvenih normi, bolje rečeno podataka o vremenu potrebnom da se pobije 1 m šipa u zemlju, odnosno jedan šip na određenu dubinu.

Do ovih podataka došli smo snimanjem svake radne operacije i posebno za svaki šip, te smo, na toj osnovi, došli i do prosečnog vremena potrebnog za pobijanje šipa.

Ova iskustva data su u tablici 6.

Redni broj	Broj potpore	Kategorija zemljišta	Prečnik šipa	Potrebno vreme u minutima			Broj udara malja za pobijanje 1 m	Potrebno vreme za 1 kom. šipa na 3 m dubine	Sastav odeljenja makarista	Primedba
				Za vezivanje lanaca na šipu za malj	Za podizanje šipa uz vodicu	Za pobijanje 1 m dužine				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	P—1	III	46/40	3	2	10	120	35	1/9	Obalna potpora
2	P—2	Kameni nabačaj	46/40	3	2	42	1111	131	1/9	Medupotpore
3	P—3	Šljunak i pesak	46/40	3	2	26	509	83	1/9	„
4	P—4	„	46/40	3	2	24	868	77	1/9	„
5	P—5	„	46/40	3	2	28	633	89	1/9	„
6	P—6	„	46/40	3	2	33	991	104	1/9	„
7	P—7	„	46/40	3	2	30	679	95	1/9	„
8	P—8	„	46/40	3	2	39	782	122	1/9	„
9	P—9	„	46/40	3	2	20	533	65	1/9	„
10	P—10	„	46/40	4	3	18	323	61	1/9	„
11	P—11	„	46/40	4	3	22	347	73	1/9	„
12	P—12	„	46/40	4	3	15	301	52	1/9	„
13	P—13	„	46/40	4	3	26	506	85	1/9	„
14	P—14	„	46/40	4	3	20	475	67	1/9	„
15	P—15	„	46/40	4	3	18	414	61	1/9	„
16	P—16	„	46/40	4	3	29	777	94	1/9	„
17	P—17	„	46/40	4	3	28	642	91	1/9	„
18	P—18	Kameni nabačaj	46/40	3	3	34	767	108	1/9	„
19	P—19	III	46/40	3	2	8	94	29	1/9	Obalna potpora
20	Prosečno vreme			3,5—4	2,5—3	25	571	80		

NAPOMENA: U potrebno vreme za pobijanje jednog dužnog metra šipa (kolona 7) uzeti su u obzir svi zastoји na makari

Iz tablice 6 vidi se da je za pobijanje jednog šipa, u našem konkretnom slučaju, bilo potrebno 80 minuta; međutim, to nije bilo realno vreme potrebno za pobijanje jednog šipa. Da bismo dobili realno vreme potrebno za pobijanje jednog šipa na vodi, pod uslovom da se šip pobija na dubinu od 3 metra, treba uzeti u obzir ne samo vreme po tablici 6 (kolona 9), već i vreme iz tablice 1 i 2 (ako se šip pobija sa dela pontonskog mosta), odnosno vreme iz tablice 3 i 4 (ako se šip pobija sa skele), koje, u konkretnom slučaju, iznosi:

pri pobijanju šipova sa dela pontonskog mosta: 80 minuta (po tablici 6, kolona 9) + 17 minuta (prosečno vreme za nizvodno pomeranje dela pontonskog mosta) + 4 minuta (po tablici 2 — prosečno vreme premeštanja pontonskog mosta). Prema tome, ukupno potrebno vreme, sa pomeranjem i premeštanjem mosta, iznosi:  $80 + 17 + 4 = 101$  minut;

pri pobijanju šipova sa skele: 80 minuta (po tablici 6) + 25 minuta (po tablici 3 — prosečno vreme za nizvodno pomeranje skele) + 4 minuta (po tablici 4 — prosečno vreme za premeštanje skele). Prema tome, ukupno potrebno vreme iznosi:  $80 + 25 + 4 = 109$  minuta.

Iz prednje analize vidi se da nešto veću vremensku prednost ima pobijanje šipova sa dela pontonskog mosta od pobijanja šipova sa skele. Ako bi se deo pontonskog mosta premestio sa jednog radnog mesta na drugo pomoću dva remorkera, ta prednost bi se još više povećala. Preimućstvo ovakvog načina pobijanja šipova u odnosu na pobijanje šipova, skele bilo bi znatno veće ako bi se sa dela pontonskog mosta šipovi pobijali sa tri do četiri makare.

Za tumačenje tablice 6 treba imati u vidu da su svi šipovi bili predimenzionisani, zbog čega je i vreme pobijanja jednog šipa (80 minuta) bilo dosta dugo. Međutim, ovo vreme moglo bi se skratiti ako bi se upotrebio teži malj makare ili ako bi se dimenzije šipova smanjile.

Ako se uporedi vreme potrebno za pobijanje jednog šipa na suvom zemljištu sa vremenom pobijanja jednog

šipa na reci, pa bilo da se pobijanje vrši sa skele ili sa dela pontonskog mosta, uočila bi se velika razlika u vremenu potrebnom za pobijanje šipova za oba ova slučaja. Tako, na primer:

za pobijanje jednog šipa obalske potpore, na dubini od 3 metra potrebno vreme iznosi oko 32 minuta i

za pobijanje jednog šipa na reci potrebno prosečno vreme iznosi oko 85 minuta (u našem konkretnom slučaju), i to bez pomeranja, odnosno premeštanja skele ili pontonskog mosta.

Prema tome, za pobijanje jednog šipa na reci potrebno je oko tri puta više vremena nego za pobijanje jednog šipa na suvom zemljištu.

#### ORGANIZACIJA RADA NA IZGRADNJI GORNJEG STROJA MOSTA

Ova organizacija sastojala se u izgradnji složenih mosnica, a zatim u navlačenju izrađenih mosnica u raspon mosta i njihovom postavljanju u ležišta.

Složene mosnice rađene su na desnoj obali reke i sa desne obale transportovane na raspone. Način transportovanja izneće se kasnije.

Celokupno potrebno vreme za izradu jedne složene mosnice od moždanika (sa crtanjem i montažom) iznosilo je 2,50 časova, a radna snaga: 3 vođe odeljenja i 20 vojnika.

Mosnice nisu navlačene u raspon mosta na uobičajene i poznate načine, koji se predvđaju pri izradi vojnih drvenih mostova, zbog toga što je težina jedne mosnice iznosila oko 3000 kg kao i zbog toga što dužina raspona od 10 m, kao i velika brzina reke, n'su omogućavali primenu već poznatih načina navlačenja mosnica u raspon mosta. Zbog toga smo bili prinuđeni da potražimo i pro-nađemo najpogodniji način navlačenja mosnica. U tom cilju razradili smo tri moguće varijante navlačenja mosnica, i to:

*prva varijanta* — navlačenje mosnica uvoženjem u raspon mosta pomoću specijalne skele nosivosti 16 tona, izrađene od parka »PDS«, na kojoj se nalazi improvizovana pomoćna skela u vidu dva nogarača;

*druga varijanta* — postavljanje mosnica u raspon autokranom tipa »LIMA« i

*treća varijanta* — navlačenje mosnica sa uzvodne strane mosta preko poklapača ledobrana i uz pomoć čekrka makare, koji bi se postavili sa nizvodne strane i, pomoću čeličnog užeta, mosnice bi se navlačile klizanjem po poklapači ledobrana na raspon mosta.

Detaljnom analizom izloženih varijanti došli smo do zaključaka da je najpraktičnija prva varijanta, te smo nju i uzeli u obzir pri postavljanju mosnica u raspon mosta.

Ova varijanta omogućavala je:

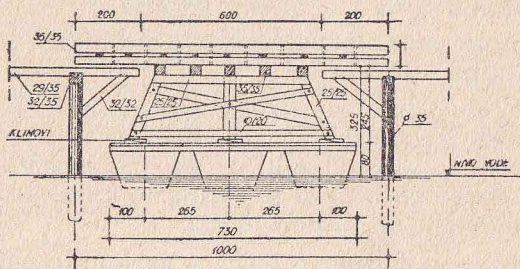
postavljanje mosnica u raspon mosta jednovremenim uvoženjem 3 do 5 mosnica;

postavljanje mosnica u raspon mosta sa leve i desne obale ka sredini reke, kao i postavljanje mosnica u raspon mosta od sredine reke ka obalama, što znači da je omogućavala postavljanje mosnica u raspone mosta na širokom frontu i

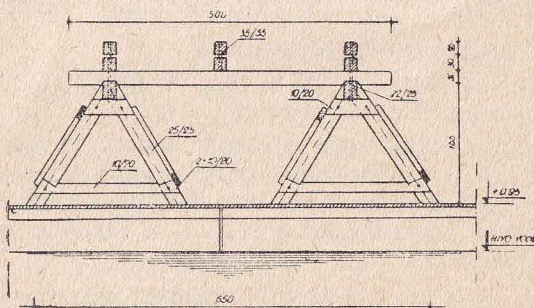
veliku brzinu ugrađivanja mosnica uz minimalno korišćenje ljudske radne snage i bez većeg fizičkog naprezanja ljudstva.

Da bismo obezbedili veću brzinu uvoženja mosnica u raspone mosta, izrađene su dve skele, tako da se na jednu skelu vršio utovar mosnica autokranom tipa »LIMA«, a druga skela, koja je prethodno bila natovarena sa 3 do 5 mosnica — uvezena je u raspon mosta i sa nje su mosnice spuštene na svoja ležišta, tj. na jastuke. Ako se želi obezbediti veća brzina i još masovnije uvoženje mosnica u raspon, treba izraditi više ovakvih skela. Uvoženje skela natovarenih mosnicama vršio je remorker, pa čim je skela uvezena u raspon mosta odmah je i lengerisana, a remorker je odlazio na drugu skelu.

Detalji podužnog i poprečnog preseka pomoćne improvizovane skele, postavljene na specijalnu 16-tonsku skelu od parka »PDS«, — prikazani su na slikama 4 i 5.



Sl. 4



Sl. 5

Čim se završi utovar mosnica na jednu skelu i mosnice se dopreme u raspon mosta (donja površina mosnica nadvišavala je gornju površinu jastuka za oko 30 do 40 cm) — u istom momentu ispod pomoćne skele (nogara) izvade se klinovi pomoću 4 ručne dizalice (pomoćna skela i mosnice su podignute uvis), a čim se klinovi izvade, pomoćna skela sa mosnicama spušta se naniže, tj. nadole, sve dok mosnice ne sednu na jastuke, tj. u svoja ležišta. Posle toga, pneumatičkim svrdlom izbuše se rupe i postave metalne veze za spoj mosnice sa jastukom i kosnikom jastuka.

Navlačenje mosnica u raspon mosta (spuštanje mosnice na ležište, montaža, bušenje rupa i pričvršćivanje mosnice) izvršeno je sa 10 vojnika za oko pola časa po jednoj mosnici.

Utovar i transport mosnica od obale do raspona, sa 1 oficijom, 3 brođara, 1 kranistom i 4 pomoćnika, kao i sa 8 vojnika i 1 remorkerom, izvršeno je za oko 10 minuta.

Za izradu ograde mosta potrebni su bili: 2 vođe i 12 vojnika (rad je trajao oko 5 časova), a za izradu i postavljanje jedne odbojne grede bilo je potrebno 8 vojnika (rad je trajao oko 2,30 časova).

#### KRATKI ZAKLJUČCI

Na osnovu iznetih iskustava do kojih smo došli pri izgradnji drvenog gređičnog mosta, mogli bi se izvući ovi zaključci.

Pobijanje šipova na brzoj i dosta širokoj reci može se izvršiti dosta brzo samo pod uslovom da se grupiše veći broj makara za pobijanje šipova.

Šipovi se mogu pobijati na širokom frontu, tj. jednovremeno na više potpora, bilo da se pobijanje vrši od obale ka sredini reke ili od sredine reke ka obalama, što zavisi od broja predviđenih makara za izvršenja zadatka.

Za vreme pobijanja šipova doći će do izvesnih zastoja u radu makarom (zamena rezervnih delova, kvarovi, iskrivljavanje šipa i dr.), o čemu se mora povesti računa. Za vreme rada treba da se predvidi za svake dve makare po jedan automehaničar inženjerskih mašina, da bi blagovremeno intervenisao i otklonio nastale kvarove, koji ne spadaju u nadležnost rukovaoca makare.

Za centriranje šipa potrebno je dosta vremena, što takođe treba imati u vidu, dok se efektivni rad na pobijanju šipova odvija dosta brzo.

Navlačenje mosnica može se vršiti veoma brzo i na širokom frontu ako se primene ma kakve skele odgovarajuće nosivosti. Fizičko naprezanje ljudstva nije veliko,

zbog čega isto ljudstvo na zadatku može raditi dnevno od 10 do 12 časova.

Pri izgradnji ovakvih objekata u mirnodopskom periodu korisno je da se uputi izvestan broj starešina (komandira) na staž u jedinicu koja izvodi ovakve radove, s obzirom na to da su iskustva ovakve vrste korisna za stručnu obuku starešina.

Pre početka radova na izgradnji mosta treba sve starešine, određene za ovaj zadatak, dobro da prouče tehnički elaborat i izvrše potrebne materijalno-tehničke pripreme.

Na redovnoj ili dopunskoj obuci starešina treba, pre početka radova, izraditi projekat organizacije rada i dobro razmotriti na koje će se načine i kojim sredstvima izvršavati pojedini zadaci, i to u što kraćem roku.

Inžinjerijski potpukovnik Božo DIVJAK





## IZDANJA VOJNE BIBLIOTEKE — NAŠI PISCI

- Vekoslav Kolb*, BORBENA DEJSTVA U ŠUMI — II dopunjeno izdanje. — Izdanje 1956. — Rasprodato.
- Pero Morača*, NAPADI NOVJ NA NASELJENA MJESTA — Izdanje 1956. — Rasprodato.
- Jovo Vukotić*, ZADRŽAVAJUĆA ODBRANA — Izdanje 1957, poluplatno, 16 skica, 193 strane, cena 400 dinara.
- Grupa pisaca*, ATOMSKO ORUŽJE I ZAŠTITA — Izdanje 1957, — Rasprodato.
- Grupa pisaca*, BIOLOŠKA SREDSTVA U RATU — Izdanje 1957. — Rasprodato.
- Danilo Cerović*, RAKETE — Izdanje 1958. — Rasprodato.
- Milivoje Stanković*, ISTORIJSKI OSVRT NA ULOGU ARTILJERIJE U ZDRUŽENOM BOJU — Izdanje 1958, poluplatno, 20 slika, 31 skica, 896 strana, cena 1.200 dinara.
- Branko Obradović*, PROTIVVAZDUŠNA ODBRANA — Izdanje 1959. — Rasprodato.
- Borivoje Rockov*, FORSIRANJE PLANINSKIH REKA — Izdanje 1958. — Rasprodato.
- Aleksandar Vojinović*, RAZMIŠLJANJA O PRINCIPIIMA RATOVANJA U ATOMSKIM USLOVIMA — Izdanje 1959. — Rasprodato.
- Petar Tomac*, VOJNA ISTORIJA — Izdanje 1959. — »Nagrada 22. decembar« — Rasprodato.
- Milan Pavlović*, TENKOVI U PROŠLOSTI I BUDUĆNOSTI — Izdanje 1959. — Rasprodato.
- Pero Morača*, ODBRANA U NOR — Izdanje 1959. — »Nagrada 22. decembar« — Rasprodato.
- Vladimir Timčenko*, OPERATIVNO MASKIRANJE — Izdanje 1959, proširano, 16 skica, 113 strana, cena 250 dinara.

- Blažo Žugić*, ANEGDOTE — Zbirka anegdota iz inostranih armija, srpske i crnogorske vojske, bivše jug. vojske, NOR-a i mirnodopskog života JNA — Izdanje 1959. — Rasprodato.
- Branko Borojević*, DRUGA STRANA RATA — Izdanje 1959. — »Nagrada 22. decembar« — Rasprodato.
- Josip Žužul*, POMORSKI OPERATIVNO-TAKTIČKI DESANTI — Izdanje 1959, proširano, 160 strana, cena 250 dinara.
- Vladimir Gintovt*, GEOGRAFSKA KARTA — Izdanje 1959. — Rasprodato.
- Đorđe Dragić*, SANITETSKA SLUŽBA U PARTIZANSKIM USLOVIMA RATOVANJA — Izdanje 1959. — »Nagrada 22. decembar« — Rasprodato.
- Aleksandar Vojtović*, O NARODNOM RATU — Izdanje 1960. — Rasprodato.
- Petar Kleut*, PARTIZANSKA TAKTIKA I ORGANIZACIJA — Izdanje 1960. — Rasprodato.
- Branko Borojević*, DRUGA STRANA RATA — II izdanje. — Izdanje 1960. — Rasprodato.
- Grupa pisaca*, O VOJNOJ VEŠTINI I — Zbirka izabranih članaka štampanih u časopisima JNA — Izdanje 1960, poluplatno, 711 strana, cena 800 dinara.
- Grupa pisaca*, O VOJNOJ VEŠTINI II — Zbirka izabranih članaka štampanih u časopisima JNA — Izdanje 1960, poluplatno, 713 strana, cena 800 dinara.
- Grupa pisaca*, O MORALNO-POLITIČKOM FAKTORU I PARTIJSKO-POLITIČKOM RADU — Zbirka izabranih članaka štampanih u časopisima JNA — Izdanje 1961. — Rasprodato.
- Đorđe Dragić*, SANITETSKA SLUŽBA U PARTIZANSKIM USLOVIMA RATOVANJA — II izdanje — Izdanje 1961. — Rasprodato.
- Peko Dapčević*, TAKTIKA PARTIZANSKIH ODREDA I BRIGADA U TOKU NOR — Izdanje 1961. — Rasprodato.
- Rajko Tanasković*, PITANJA PARTIZANSKOG RATOVANJA — Izdanje 1962. — »Nagrada 22. decembar« — Rasprodato.
- Grupa pisaca*, ARTILJERIJA U NOR — Izdanje 1962, poluplatno, 372 strane, cena 700 dinara.
- Milan Zelenika*, PRVI SVETSKI RAT — 1914. — Izdanje 1962. — Rasprodato.
- Savo Orović*, MORALNO VASPITANJE — Izdanje 1962. — Rasprodato.

- Grupa pisaca*, OKLOPNE JEDINICE — Izdanje 1962. — Rasprodato.
- Bogdan Oreščanin*, VOJNI ASPEKTI BORBE ZA SVETSKI MIR, NACIONALNU NEZAVISNOST I SOCIJALIZAM — Izdanje 1962. — Rasprodato.
- Blažo Žugić*, ANEGDOTE I HUMORESKE — Obuhvataju NOR i posleratni život u JNA. Izdanje 1962, broširano, 15 crteža, 191 strana, cena 350 dinara.
- Dušan Živković*, BOKA KOTORSKA I PAŠTROVIĆI U NOR — Izdanje 1964, poluplatno, 1 skica, 452 strane, cena 1.000 din.
- Milija Stanišić*, STAREŠINA U BORBI — Izdanje 1964, poluplatno, 243 strane, cena 600 din. — »Nagrada 22. decembar«.
- Rajko Tanasković*, PITANJA PARTIZANSKOG RATOVANJA — II izdanje. — Izdanje 1964, popluplatno, 222 strane, cena 650 dinara.
- Stojan Cmelić*, VASPITANJE VOJNOG KOLEKTIVA — Izdanje 1965, poluplatno, 227 strana, cena 600 dinara.
- Petar Tomac*, FRANCUSKI REVOLUCIONARNI I NAPOLEONSKI RATOVI — Izdanje 1965, poluplatno, 794 strane, 60 skica, cena 1800 dinara.
- Đorđe Dragić*, SANITETSKA SLUŽBA U USLOVIMA PARTIZANSKOG RATOVANJA — III izdanje 1965, poluplatno, 333 strane, cena 1.000 dinara.
- Grupa pisaca*, ISKUSTVA NARODNOOSLOBODILAČKOG RATA — Izdanje 1965, broširano, 8 skica, 298 strana, cena 800 din.
- Grupa pisaca*, O BORBENIM DEJSTVIMA JEDINICA — Izdanje 1965, broširano, 5 skica, 228 strana, cena 580 dinara.
- Grupa pisaca*, IZGRADNJA ORUŽANIH SNAGA — Izdanje 1965, broširano, 3 skice, 317 strana, cena 850 dinara.



## SADRŽAJ

NAPOMENA IZDAVACA	5
<i>Jovo Bogdanović</i>	
PRIPREME ZA REMONT TEHNIKE U RATU	7
<i>Vinko Vukušić</i>	
METODI PREGLEDA U SISTEMU ODRŽAVANJA VAZDUHOPLOVA	25
<i>Milan Zrač</i>	
MOGUĆNOSTI REGENERACIJE SASTAVNIH DELOVA ELEKTRONSKIH UREĐAJA	33
<i>Milan Pavlović</i>	
PRORAČUN OPASNOSTI OD VISOKIH NAPONA NA PRO- VODNICIMA TT VODOVA SVTT LINIJA (upliv električnog polja)	47
<i>Milan Pavlović</i>	
PRORAČUN OPASNOSTI OD VISOKIH NAPONA NA PRO- VODNICIMA TT VODOVA SVTT LINIJA (upliv magnetskog polja)	64
<i>Radoslav Milinković</i>	
POJAVA I ISKLJUČIVANJE ABNORMALNIH REZULTATA MERENJA PRI ISPITIVANJU BALISTIČKIH FAKTORA	88

*Branislav Ratković*

PROGNOZIRANJE PEL-a ZA TAKTIČKU UPOTREBU I TAKTIČKO PLANIRANJE — — — — — 99

*Jovo Bogdanović*

OSNOVNI PROBLEMI TRUPNOG ODRŽAVANJA TEHNIKE 119

*Božo Divjak*

NEKA ISKUSTVA SA IZGRADNJE DRVENOG GREDIČNOG MOSTA PREKO DRAVE KOD SELA REPAŠ — — — — — 134

TEHNIKA  
U SLUŽBI  
ARMIJE

ZBIRKA NAGRAĐENIH ČLANAKA.

Tehnički urednik  
ANDRO STRUGAR

Korektori  
BILJANA ĐORĐEVIĆ  
NADA VESIĆ

Štampanje završeno  
septembra 1965.

Tiraž 3500  
Cena 360 din.

623,4

TEH

d