

ANALIZA KONCEPCIJE REŠENJA ARTILJERIJSKIH ORUĐA FAMILIJE „NORA“

Paligorić L. *Anastas*

OBLAST: mašinstvo (mašinske konstrukcije, sistemi automatskog upravljanja)

Sažetak:

Razvoj artiljerijskih oruđa familije „NORA“ započet je davne 1976. godine u Vojnotehničkom institutu Kopnene vojske JNA. Program NORA je obuhvatao razvoj više tipova osnovnog oruđa artiljerije i to: vučena top-haubica 152 mm NORA-A, samohodna top-haubica 152 mm NORA-B i samopokretna top-haubica 152 mm NORA-C. U okviru istog programa završen je razvoj konverzije ruskog vučenog topa 130 mm M46 u top 155 mm M46/84 (za potrebe izvoza), odnosno u top 152 mm M46/86 (za potrebe JNA). U naoružanje JNA uvedena je samo vučena top-haubica 152 mm M84 (NORA-A), a do 1992. nastavljen je razvoj oruđa NORA-B i NORA-C. Posle višegodišnjeg prekida rada, 2003. godine nastavljen je razvoj oruđa NORA-B, a zatim i serijska proizvodnja sistema samohodnog oruđa 155 mm NORA-B52 za potrebe izvoza stranom kupcu (projekat je finansirao i stručno vodio „Jugoimport-SDPR“). Namera autora ovog rada je da sistematizovano prikaže istorijat razvoja i izvrši analizu koncepcija rešenja primenjenih u razvoju familije oruđa NORA, kako bi stručna javnost i nadležni organi dobili relevantne podatke bitne za usmeravanje daljih aktivnosti razvoja artiljerijskih sistema za potrebe Vojske Srbije i za izvoz.

Key words: artiljerijsko oruđe, top, haubica, projektil, barutno punjenje, modularna punjenja, pripala, kapisla, sistemi za upravljanje vatrom.

Uvod

Program modernizacije artiljerije JNA, koji je usvojen 1975. godine,¹ predviđao je radikalne promene u organizaciji i opremanju jedinica novim sredstvima. Težište je bilo: da se izborom i strukturom kalibara poveća dejstvo na cilju; da se smanji broj kalibara oruđa u sistemu vatrene podrške na samo tri (umesto 105 mm, za oprema-

¹ Inicijator donošenja tog programa je bio general-major Milivoje Stanković, tada načelnik Uprave artiljerije, naš poznati artiljerijski stručnjak i publicista.

nje jedinica do nivoa divizije uvodi se 122 mm; oruđima 130 mm i 152 mm opremaju se jedinice višeg nivoa) i da se u sastav mehanizovanih jedinica uvedu samohodna oruđa kalibra 122 mm i 152 mm (radi povećanja pokretljivosti). U postupku realizacije navedenog programa, pod vrlo povoljnim uslovima, od SSSR-a je kupljena licenca za proizvodnju vučene haubice 122 mm D-30 i njene municije, a za opremanje mehanizovanih jedinica kupljena je određena količina samohodnih haubica 122 mm 2S1 (Gvozdika). Pored toga, od SSSR-a je kupljena manja količina vučenih topova 152 mm D-20 i konstrukciona dokumentacija (KD), da bi se, na osnovu savremenog rešenja topa D-20, pristupilo razvoju domaće vučene top-haubice 152 mm² (kodni naziv NORA-A).

Danas, sa dovoljne istorijske distance, treba istaći da su donete odluke bile optimalan kompromis „*komandantskih mera*“ (interventno opremanje jedinica uvezenim sredstvima) i „*programskih opredeljenja*“ (domaći razvoj i proizvodnja oruđa, municije, nišanskih i osmatračkih sprava i uređaja). Realizacija programa u segmentu razvoja bila je poverena VTI-u koji je imao tehnički kompetentan kadar³ (formiran od inženjera srednje generacije i većeg broja odabranih talentovanih inženjera mlade generacije) i stabilne izvore finansiranja programa razvoja.⁴ Radi stvaranja kapaciteta za proizvodnju sredstava izvršena je tehnološka modernizacija i doopremanje kapaciteta u fabrikama vojno-privrednog sektora, programski namenjenim za proizvodnju artiljerijskih oruđa, municije, nišanskih sprava i optoelektronskih uređaja. Preduzeća vojno-privrednog sektora su u prvoj polovini osamdesetih godina bila u stanju da proizvode najsloženije sisteme NVO za potrebe JNA i za izvoz.

² Kao rukovodilac projekta NORA u VTI, autor ovog rada predlagao je da se usvoji kalibar 155 mm zbog: logističke kompatibilnosti sa oruđem 155 mm M65 (osvojena domaća proizvodnja kopiranjem američke haubice 155 mm M1), većeg izvoznog potencijala oruđa čiji kalibar odgovara NATO standardu, a i zbog potrebe da sistem vatrene podrške može da bude potencijalno podržan od strane zemalja oba vojna bloka. Ipak, usvojen je kalibar 152 mm, u skladu sa vojnopoličkom orijentacijom i opredeljenjem JNA i državnih organa SFRJ u to vreme.

³ Plansko stipendiranje studenata na Mašinskom fakultetu (posebno na smeru vojnog mašinstva) i drugim fakultetima Univerziteta u Beogradu, upućivanje mladih talentovanih inženjera na poslediplomsko školovanje u visoke vojnotehničke škole u Francusku i Englesku.

⁴ Najveća ulaganja u naučnoistraživački rad u oblasti odbrambene tehnike u bivšoj Jugoslaviji bilo je krajem sedamdesetih godina prošlog veka – oko 20.000 dolara po jednom istraživaču godišnje. Kasnije, tokom osamdesetih godina (zbog smanjenog vojnog budžeta), ta ulaganja bila su znatno smanjena – na oko 10.000 dolara po istraživaču godišnje. U periodu 1986–1990, zbog političkih i ekonomskih sukoba između pojedinih republika, sredstva za istraživanje i razvoj u okviru vojnog budžeta bila su znatno smanjena [1].

Istorijska retrospektiva programa NORA

Sredinom sedamdesetih godina prošlog veka, kada je započet rad na projektu NORA, u oba svetska vojno-politička bloka (NATO i Varšavski ugovor) jasno je potvrđeno opredeljenje za reafirmaciju⁵ nezamenjive uloge cevne (klasične) artiljerije u sistemu vatrene podrške kopnene vojske, sa sledećim tendencijama razvoja:

- smanjivanje broja kalibara, tako da osnovno oruđe podrške bude kalibar 155 mm ili 152 mm (zavisno od vojnopoličkih opredeljenja zemalja korisnika);

- naglašeni taktički zahtevi da se poveća domet, uvedu novi tipovi municije sa većom efikasnošću protiv sve raznovrsnijih ciljeva, poveća pokretljivost i manevar artiljerijskih jedinica postepenim uvođenjem većeg broja samohodnih oruđa, odnosno vazдушnim transportom vučenih oruđa manje mase.

Stoga je u okviru programa razvoja novog sistema osnovnog oruđa vatrene podrške NORA bilo planirano da se razviju tri modela oruđa kalibra 152 mm sa odgovarajućom municijom, i to:

- vučena top-haubica 152 mm NORA-A (cev dužine 39 kalibara); razvoj započet 1976. godine, uvedena u naoružanje JNA 1984. godine;

- samohodni top 152 mm NORA-B (cev dužine 45 kalibara); razvoj započet 1984. godine, a prekinut krajem 1991. godine;

- samopokretni top 152 mm NORA-C (cev dužine 45 kalibara); razvoj započet 1984. godine, a prekinut krajem 1991. godine.

Vučena top-haubica NORA-A razvijena je postupkom modernizacije ruskog topa 152 mm D-20 sa osnovnim ciljevima taktičkog karaktera: povećanje dometa (sa 17 km na 24 km) i povećanje manevra vatrom (elevacija je povećana do + 63°)[3]. Domet je povećan primenom novog balističkog rešenja: ugradnjom nove cevi dužine 40 kalibara⁶ sa novoprojektovanom barutnom komorom zapremine oko 18 dm³; razvojem novog razornog projektila sa optimiziranim prednjim oživalom i upuštenim dnom projektila;⁷ razvojem nove organizacije barutnih punjenja za novoprojektovanu mesinganu čauru. Posle uspešno izvršenih završnih ispitivanja

⁵ Tokom i na kraju Drugog svetskog rata u operativnu upotrebu su uvedeni novi sistemi naoružanja (višecevni lanseri raketa i nuklearno oružje), te su mnogi vojnotehnički eksperti pod utiscima efekata tih oružja predviđali napuštanje upotrebe cevne artiljerije. Ipak, na osnovu ozbiljnih studija izvršavanja tipičnih borbenih zadataka i analiza cena – efikasnost zaključeno je da se cevna i raketna artiljerija skladno dopunjavaju a ne isključuju. Takođe, smirivanjem „hladnoratovske atmosfere“ između dva vojno-ideološka bloka u svetu je rastao uticaj „trećeg sveta“ i javnog mnjenja, koje je zahtevalo zabranu upotrebe nuklearnog oružja. Konačno, proces dekolonizacije i formiranja mnogih novih država bio je praćen mnogobrojnim regionalnim i lokalnim sukobima, u kojima je dat primat upotrebi klasičnog naoružanja [2].

⁶ Navedena dužina cevi 152 mm odgovara cevi 155 mm dužine 39 kalibara.

⁷ Krajem osamdesetih godina proces povećavanja dometa sistema NORA-A završen je usvajanjem u naoružanje projektila sa generatorom gasa M84-GG, čiji je domet bio 28,6 km.

probne partije oruđa i municije, sistem vučene top-haubice 152 mm NO-RA-A usvojen je za operativnu upotrebu u JNA kao model M84. Tako je domaćim razvojem osvojena serijska proizvodnja artiljerijskog sistema druge generacije, koji je u to vreme bio na nivou rešenja američke vučene haubice 155 mm M198, a tek nekoliko godina kasnije u bivšem SSSR-u se u toj kategoriji pojavila vučena haubica 152 mm 2A65 (pod kodnom oznakom MSTA-B).



Slika 1 – Konvertovani top 155 mm M46/84 spreman za marš
Figure 1 – 155 mm M46/84 Converted Gun ready for transportation



Slika 2 – Konvertovani top 155 mm M46/84 u položaju za gađanje
Figure 2 – 155 mm M46/84 Converted Gun in firing position

Počev od 1983. godine, u saradnji sa stranom firmom SRC,⁸ razvijen je konvertovani top 155 mm M46/84. Saradnja sa firmom SRC obuhvatala je: konverziju topa 130 mm M46 ugradnjom modernizacionog kompleta čiju osnovu čini cev 155 mm dužine 45 kalibara sa barutnom komorom oko 23 dm³; osvajanje proizvodnje projektila tipa ERFB-BT,⁹ ERFB-BB¹⁰ i generatora gasa po licencnoj dokumentaciji dobijenoj po ugovoru sa firmom SRC; osvajanje novih barutnih punjenja M11 i M2 za novoprojektovanu produženu mesinganu čauru i projektile 155 mm ERFB (po dokumentaciji SRC). Primenjenim balističkim rešenjem sa projektilom ERFB-BB iz konvertovanog topa dobijen je najveći domet od 39 km (ostvareno povećanje dometa je oko 45% veće od dometa topa M46) [4]. Time je dostignut svetski trend razvoja u oblasti vatrene podrške i stvorene su mogućnosti da se potencijalnim kupcima ponudi artiljerijski sistem treće generacije (balistički sistem sa dužinom cevi 45 kalibara, zapremine barutne komore 23 dm³).

⁸ Vlasnik firme i glavni projektant artiljerijskog sistema 155 mm GC-45 je bio dr Gerald Bull, poznat po projektu HARP (lansiranje rakete nosača satelita iz cevi modifikovanog broskog topa od 16 inča) 1960-1964. i projektu BABILON (projektovanje topa kalibara 350 mm i 1000 mm za potrebe Iraka) 1988-1990. godine.

⁹ ERFB-BT je optimizovani projektil velikog dometa sa kalibarnim ispustima i upuštenim dnom; projektil domaće proizvodnje imao je oznaku M86.

¹⁰ ERFB-BB je optimizovani projektil velikog dometa sa kalibarnim ispustima i generatorom gasa; projektil domaće proizvodnje imao je oznaku M87.

Kasnije, tokom 1986. godine, usvojen je u naoružanje konvertovani top 152 mm M46/86, dobijen na isti način kao i izvozna varijanta topa 155 mm M46/84, uz prekalibraciju cevi na kalibar 152 mm. Tako se u potpunosti ovladalo balističkim rešenjem artiljerijskih oruđa treće generacije, sa cevi dužine 45 kalibara (za varijantu 155 mm), odnosno 46 kalibara (za varijantu 152 mm).

Program NORA nastavljen je 1984. godine razvojem samopokretnog topa 152 mm NORA-C. Predmet prve faze razvoja bila su istraživanja u domenu definisanja koncepcije pomoćne pogonske grupe i ostvarenja funkcije upravljanja i samostalnog kretanja oruđa na vatrenom položaju. Korišćenjem PT oruđa 152 mm NORA-A realizovan je funkcionalni model (FM) oruđa NORA-C1, na kojem je za pogon usvojen vazduhom hlađeni benzinski motor iz vozila VW VARIANT, za prenos snage korišćeni su uvozni hidromotori velikog obrtnog momenta¹¹ (ugrađeni u pogonske točkove), a primenjeno je hidraulično upravljanje pogonskih točkova. U drugoj fazi razvoja, FM oruđa NORA-C1 je preveden u FM oruđa NORA-C2 na kojem su vršena istraživanja mogućih rešenja poluautomatskog potiskivača projektila (sa elektromotorno pogonjenim lancem) i pokretanja cevi oruđa po visini (ugradnjom servopojačavača male snage na točak mehanizma elevacije).

Po završetku preliminarnih istraživanja rešenja automatizovanih funkcija na FM oruđa NORA-C2, 1987. godine pristupilo se razvoju i izradi PT samopokretnog oruđa 152 mm NORA-C3 velikog dometa, korišćenjem osvojenog balističkog rešenja konvertovanog topa 152 mm M46/86. U okviru priprema za proizvodnju najpre je izrađena kompletna KD za podsistem naoružanja, pri čemu je postupkom reinženjeringa (kopiranjem sklopova topa 130 mm M46 i primenom domaćih standarda) izrađena KD za sklopove zatvarača i protivtrzajućeg uređaja, a zbog većih izmena, izrađena nova KD za sklopove cevi 152 mm dužine 46 kalibara sa dvokomornom barutnom komorom, zadnjaka (povećane dužine, da bi se ugradio mehanizam za poluautomatsko otvaranje zatvarača, kopirnog tipa) i kolevke (produžena, zbog novog dužeg zadnjaka). Po navedenoj KD pristupilo se izradi PT oruđa NORA-C3, čime je bio učinjen značajan tehnološki napredak u domenu metalurgije i kovanja¹² (osvajanje visoko kvalitetnog čelika za izradu otkovaka cevi, zadnjaka i zatvarača) i mašinske obrade¹³ (obezbeđenje opreme za obradu i olučenje cevi do kalibra 203 mm i dužine do 12 m).

Korišćenje municije veće energetske moći imalo je za posledicu povećanje sile trzanja, te je projektovan novi gornji lafet veće mehaničke otpornosti, čija je nova konstrukcija bila prilagođena zahtevima da se pove-

¹¹ Proizvođač firma Hägglunds iz Švedske.

¹² U željezarni Ravne na Koroškem – Slovenija.

¹³ U kombinatu TMH „Bratstvo“ Novi Travnik – BiH.

ća postojeća elevacija cevi (sa 45° na 65°) i da se ugrade elementi novih sklopova za poluautomatsko (hidraulično) pokretanje cevi po elevaciji i pravcu i poluautomatsko potiskivanje projektila u ležište metka (sa hidrauličkim dovodjenjem na osu punjenja, ubacivanjem projektila i čaure u komoru i potiskivanjem projektila u cev silom potrebnom za urezivanje vodećeg prstena projektila u žljebljeni deo cevi). Projektovani su novi sklopovi donjeg lafeta, krakova i hodnog dela oruđa,¹⁴ da bi se obezbedila ugradnja pomoćne pogonske grupe (dizel motor nominalne snage 54 kW¹⁵ i hidromotori), komponenta za razvod snage, elemenata za upravljanje glavnim i pomoćnim točkovima (levi i desni, na kracima lafeta), hidropneumatskog sistema za oslanjanja točkova (koji je korišćen za spuštavanje oruđa na tlo pri pripremi za gađanje i prevođenje u marševski položaj), sedišta i komandne table vozača, podsklopova za poluautomatsko (hidraulično) pokretanje krakova lafeta pri prevođenju oruđa iz marševskog u borbeni položaj i obratno.



Slika 3 – Samopokretna top-haubica 152 mm NORA-C3, bočni pogled
Figure 3 – 152 mm Gun-Howitzer NORA-C3 with APU, lateral view

¹⁴ Pri projektovanju sklopova hodnog dela oruđa vodilo se računa da isti lafet može da se koristi za razvoj novog oruđa vatrene podrške 203 mm, kodnog naziva KOLOS. Projektovane balističke karakteristike oruđa KOLOS su bile: cev dužine 9135 mm, najveći dolet sa projektilom ERFB (mase oko 96 kg) ≥ 38 km, a sa projektilom ERFB-BB (mase oko 99 kg) ≥ 50 km.

¹⁵ Navedeni dizel motor sa vodenim hlađenjem je, u okviru razvoja terenskog vozila TARA 4x4, osvajalo preduzeće IMR Beograd, pa je jedan motor iz probne partije dobijen za potrebe projekta NORA-C. Njegove performanse nisu u potpunosti odgovarale koncepciji rešenja i postizanju željenih karakteristika kretanja PT oruđa (projektanti su želeli da koriste snažniji dizel motor sa vazдушnim hlađenjem strane proizvodnje).

Snagom pomoćne pogonske grupe ostvareno je kretanja oruđa na vatrenom položaju i na manjim rastojanjima (brzinom do 12 km/h na putevima i 6 km/h van puteva). Pogonska grupa je korišćena i za pogon mehanizovanih sklopova oruđa.¹⁶ Tokom izrade PT oruđa NORA-C3 lansirana je izrada probnih komada domaćeg sporohodnog, visokomomentnog hidromotora po dokumentaciji Instituta „Mihajlo Pupin“ u „Fabrici alata“ u Trebinju. Do kraja 1989. godine završena je izrada i interno ispitivanje PT oruđa, ali se razvoj sistema oruđa nije nastavio izradom probne partije, zbog bitno smanjenog budžeta za razvoj.

Razvoj poslednjeg oruđa u programu NORA, samohodne top-haubice 152 mm NORA-B, bio je iniciran taktičkom potrebom da se u formacije mehanizovanih jedinica uvedu samohodna artiljerijska oruđa povećane pokretljivosti, koja odgovarajućim postupcima automatizacije treba da obezbede kraće vreme reagovanja sistema i povećanu verovatnoću preživljavanja na vatrenom položaju.

U prethodnoj analizi (izrađenoj 1984. godine) razmatrane su tri varijante rešenja:

a) samohodni top sa kupolom ugrađenom na šasiju tenka M84 (koji je već bio uveden u serijsku proizvodnju);

b) samohodni top sa kupolom ugrađenom na šasiju novoprojektovanog terenskog automobila formule 8x8¹⁷ (sa bočnim prenosom transmisije i nezavisnim vešanjem točkova) i

c) samohodni top sa „otvorenom“ ugradnjom (bez kupole) naoružanja na platformu točkaškog vozila FAP 2832 formule 8x8 (osvojenog za raketni sistem „ORKAN“).

Usvojena je varijanta otvorene ugradnje naoružanja, jer je, pored ispunjavanja osnovnih polaznih TTZ, bila najprihvatljivija sa stanovišta cena – efikasnost. Izvršenom analizom bilo je utvrđeno da bi cena samohodnog topa sa otvorenom ugradnjom naoružanja na platformu terenskog vozila 8x8 bila samo do 20% veća od cene vučenog topa i formacijskog vozila za vuču oruđa. Varijanta samohodnog topa sa kupolom ugrađenom na šasiju novoprojektovanog vozila 8x8 bila bi skuplja za oko dva puta, a varijanta samohodnog topa sa kupolom ugrađenom na šasiju tenka M84 bila bi za oko četiri puta skuplja od usvojene varijante rešenja.

¹⁶ Poslovi automatizacije oruđa i osvajanja domaće proizvodnje hidromotora velike snage vođeni su u saradnji sa beogradskim institutom „Mihajlo Pupin“.

¹⁷ Za potrebe razvoja novih borbenih samohodnih sredstava Jugoslavija je u to vreme raspolagala samo sa dve gusenične šasije domaće proizvodnje: šasija transportera BVP M80 i šasija tenka M84. Prateći tendencije u svetu planiran je razvoj vozila točkaša, formule 8x8, koje bi se koristilo za razvoj: samohodnog artiljerijskog oruđa, lovca tenkova sa topom kalibra većeg od 100 mm, i drugih namenskih sredstava. Ugradnja kupole je zahtevala da transmisija bude postavljena bočno, duž vozila, pa je pri projektovanju usvojena hidrostatička transmisija. Za izradu idejnog rešenja vozila bili su angažovani: preduzeće „GOŠA“, Institut „Mihajlo Pupin“ i Mašinski fakultet iz Beograda.

Pri definisanju koncepcije samohodnog oruđa NORA-B vodilo se računa da se maksimalno iskoriste iskustva i rezultati prethodnog razvoja, pa je stoga usvojeno da oruđe ima identično osnovno naoružanje kao oruđe NORA-C3 (svi delovi oruđa pokretni po pravcu – sklop cevi 152 mm dužine 46 kalibara, kolevka, protivtrajući uređaj, gornji lafet, hidraulički cilindri elevacije, mehanizam pravca, aksijalni ležaj za vezu sa platformom i poluautomatski potiskivač projektila), sa mogućnošću da se konvertuje u kalibar 155 mm.

U periodu do kraja 1990. godine realizovan je i konstruktorski ispitani FM oruđa NORA-B. Kasnije, tokom 1991. godine, zbog iskazanog interesa jedne bliskoistočne zemlje, a u okviru pripreme oruđa za prikaz, otklonjeni su neki od nedostataka uočenih tokom konstruktorskog ispitivanja FM oruđa. Takođe, izvršene su konstruktorske pripreme za ugradnju cevi 155 mm, dužine 45 kalibara umesto cevi 152 mm i započet rad na konstrukcionom rešenju samozaptivanja barutne komore, radi korišćenja metka 155 mm sa barutnim punjenjem bez čaure.

Po definitivnom ukidanju sankcija na promet NVO, preduzeće „Jugoimport-SDPR“ je (posle 2000. godine) intenziviralo marketinške aktivnosti radi prodaje raspoloživih proizvoda NVO i onih čiji je razvoj ranije bio započet. Tako je „Jugoimport-SDPR“, polovinom 2002. godine, sa kupcem iz regiona jugoistočne Azije zaključio okvirni ugovor za prodaju samohodnog oruđa 155 mm NORA-B52 četvrte generacije (balistički sistem sa cevi dužine 52 kalibara), čiji domet treba da bude veći od 41 km (korišćenjem municije koju čine projektil tipa ERFB-BB i barutno punjenje zona 10). Predmet ugovora bila je isporuka: samohodnih oruđa 155 mm, realizovanih na osnovu korišćenja sklopova vučenog topa 130 mm M46; odgovarajuće količine municije velikog dometa, sa projektilom 155 mm tipa ERFB-BB; i baterijskih sistema za komandovanje i upravljanje vatrom (SKUV).

Radi stvaranja uslova za uspešnu realizaciju ugovora, „Jugoimport-SDPR“ je doneo odluku da formira radni tim¹⁸ čiji je zadatak bio da vodi i usmerava razvoj proizvoda koji su predmet ugovora, organizuje njihovu proizvodnju i izvršava sve ugovorne obaveze prema kupcu. Da bi poslovi razvoja i buduće serijske proizvodnje mogli uspešno i kvalitetno da se obave, u uslovima industrijske proizvodnje, radni tim je doneo odluku da se za realizaciju tri glavna podsistema (oruđe, municija, SKUV) angažuju:

– VTI, za učešće u fazi razvoja sistema oruđa na sledećim poslovima: izrada dela KD za oruđe; definisanje rešenja metka sa projektilom tipa ERFB-BB; definisanje strukture SKUV; učešće u doradi FM oruđa 152 mm NORA-B i u izradi i ispitivanju PT oruđa 155 mm NORA-B52; izrada balističkih računara radi integracije u odabrani SKUV; izradi proračunskih tablica gađanja;

¹⁸ Odgovarajućim rešenjem pomoćnika direktora „Jugoimport – SDPR“ bio sam angažovan za rukovodioca projekta, sa ovlašćenjima za sve tehničko-tehnološke poslove i delimičnim ovlašćenjima za finansijske poslove.

– „Lola sistem“ Beograd, za poslove dorade FM oruđa NORA-B, izrade PT oruđa 155 mm NORA-B52, finalizatora serijske proizvodnje oruđa za isporuke kupcu; kasnije, tokom izrade serijskih oruđa donete su odluke o glavnim kooperantima (stranim i domaćim) za izradu vitalnih otkovaka i odlivaka, mašinsku obradu cevi, nabavku šasije vozila, hidrauličnih i električnih komponenata za primenjenu PLC tehnologiju automatizovanih sklopova;

– „Sloboda“ Čačak, na poslovima kompletiranja metka sa projektilom 155 mm ERFB-BB u fazi razvoja i za serijske isporuke kupcu; naknadno je doneta odluka da se kompletiranje projektila izvrši u saradnji sa tehnološkim partnerima (iz Slovačke za projektil ERFB i domaća firma EDePro za jedinicu generatora gasa);

– „Milan Blagojević – Namenska“ Lučani, na poslovima osvajanja monoblok punjenja zona 10 (radi kompletiranja metka) u fazi razvoja i za serijske isporuke kupcu;

– „Senzor – Infiz“ Zemun, za poslove kompletiranja baterijskog SKUV u saradnji sa VTI i stranim tehnološkim partnerom (iz Slovenije).

U preliminarnoj fazi razvoja (juli–septembar 2002) doveden je u ispravno stanje FM oruđa 152 mm NORA-B i kompletiran model baterijskog SKUV radi prikaza delegaciji kupca krajem septembra 2002. godine. U prvoj fazi razvoja (2003) izvršena je dorada pojedinih sklopova FM oruđa 152 mm NORA-B da bi se obezbedilo uspešno prikazno gađanje delegaciji kupca (juna 2003), a zatim do kraja 2003. godine izvršena interna ispitivanja razmatranih rešenja za promenu sistema oslanjanja vozila (još uvek na šasiji vozila FAP 2832) radi smanjenja nivoa ubrzanja na mestima posluge oruđa (na platformi vozila) i stabilnosti oruđa pri gađanju. U drugoj fazi razvoja (2004–2005) pristupilo se izradi PT samohodnog oruđa 155 mm NORA-B52 na šasiji ruskog vozila KAMAZ 63501, formule pogona 8x8. Izradi PT je prethodila detaljna analiza svih sklopova sistema oruđa na sastancima radnog tima uz učešće predstavnika VTI, „Slobode“, „MBL“, „Senzor-Infiz“ i članova ekspertskeg tima (za koncepciju i pogon vozila, automatizaciju vozila i naoružanja, SKUV), koje je „Jugoimport-SDPR“ angažovao u prvoj fazi razvoja. Bitno je da se istakne da je PT bio naše prvo oruđe četvrte balističke generacije, sa novom cevi 155 mm dužine 52 kalibara. Interno ispitivanje PT vršeno je sukcesivno (zavisno od obima završenih poslova na izradi PT i potreba verifikacije otklanjanja uočenih nedostataka), počev od januara 2005. (početak prvog dela ispitivanja), pa do kraja maja 2006. (završetak četvrtog dela ispitivanja).

Uporedo sa ispitivanjem PT oruđa početkom 2005. godine lansirana je izrada prve partije oruđa (jedna baterija) i prve serije municije. Posle izvršenih ispitivanja gađanjem i otklanjanja konstatovanih nedostataka, prva partija oruđa i municije isporučena je kupcu oktobra 2006. Druga partija oruđa (jedna baterija) i druga serija municije isporučeni su kupcu maja 2007, a treća partija oruđa (dve baterije) avgusta 2008. U dogovoru sa kupcem svi baterijski SKUV bili su isporučeni ranije (krajem 2004) radi eventualne primene na modernizovanim haubicama 105 mm M56/33 i M2A1/33. Posle svake is-

poruke partije/serije oruđa i municije vršena je u zemlji kupca funkcionalna provera sistema oruđa i obuka osoblja kupca, a posle isporuke prve i treće partije oruđa izvršena su ispitivanja gađanjem radi verifikacije funkcije i definitivnog prijema balističkog sistema oruđa, municije i SKUV.



Slika 4 – Samohodna top-haubica 155 mm NORA-B52 iz serijske proizvodnje
Figure 4 – 155 mm Self-Propelled NORA-B52 from serial production

Realizacija projekta razvoja i izrade prve serije sistema oruđa NORA-B52 obavljena je u vrlo teškim ekonomskim i tehnološkim uslovima. Ugovor je stupio na snagu oktobra 2003. godine, te su se tek tada stekli uslovi za finansiranje faze razvoja. Treba istaći da je, ipak, zahvaljujući radnom timu koji je plan-ski i efikasno vodio sve aktivnosti u fazama razvoja, uvoza tehnološki vrlo restriktivnog repromaterijala i komponenata dvostruke namene, organizacije proizvodnje u preduzećima nosiocima izrade oruđa, municije i SKUV, kompanija „Jugoimport-SDPR“ uspjela da za nešto manje od pet godina efektivnog angažovanja realizuje projekat razvoja i prvog izvoza sistema oruđa NORA-B52.

Filozofija upotrebe oruđa familije NORA

Familiju oruđa NORA čine: vučena top-haubica 152 mm NORA-A (M84); vučeni konvertovani topovi 155 mm M46/84 i 152 mm M46/86; samopokretna top-haubica 152 mm NORA-C; i samohodne top-haubice 152 mm NORA-B i 155 mm NORA-B52 (M03). Zajedničko za sva navedena oruđa je da pripadaju osnovnom kalibru vatrene podrške kopnene vojske, a mogu da se realizuju u kalibrima 152 mm odnosno 155 mm (zamenom samo cevi), zavisno od vojno-političkog izbora korisnika. Razlika je samo u filozofiji upotrebe tipičnoj za vučena odnosno samohodna oruđa. Dva od navedenih oruđa uvedena su u operativnu upotrebu (NORA-

A i NORA-B52), iako je najveću šansu za operativnu upotrebu imao konvertovani top 155 mm, jer je ruski top 130 mm M46 bio (i još uvek jeste) u naoružanju više od 55 zemalja sveta. Nažalost, iako je naša zemlja prva ponudila konverziju topa 130 mm M46, zbog događaja koji su nastali početkom 90-tih godina i uvođenja embarga na promet NVO bila je onemogućena njegova prodaja mnogim zainteresovanim zemljama.¹⁹

Vučena oruđa familije NORA projektovana su tako da se u što većoj meri ispune osnovni zahtevi filozofije upotrebe artiljerije: što veći domet uz očuvanje ili povećanje razornog dejstva projektila na cilju i što manja masa oruđa, bez smanjivanja energije projektila na ustima cevi. Stepenn ispunjenja navedenih zahteva može se sagledati iz uporednih podataka iz tabele 1.

Tabela 1 – Osnovne taktičke i projektne karakteristike oruđa familije NORA i baznih oruđa
Table 1 – Main tactical and technical characteristics for the NORA weapons family and basic weapons

Naziv oruđa <i>Weapon mark</i>	152 mm G-H NORA-A	152 mm D-20	Relation [2]/[3]	155 mm CG M46/84	130 mm Gun M46	Relatio n [5]/[6]
1	2	3	4	5	6	7
Masa oruđa, Mo (kg) <i>Weapon mass</i>	7080	5650	1,253	7680	7700	0,997
Maks. domet, Xm (m) <i>Max range</i>	24000	17400	1,379	30300	27150	1,116 ²⁰
Masa projektila, mp (kg) <i>Projectile mass</i>	43,56	43,5	1	45,6	33,24	1,372
Brzina projektila, vo (m/s) <i>Projectile velocity</i>	810	655	1,236	890	930	0,957
Dužina cevi, u kalibrima <i>Barrel longer, in calibers</i>	40	28	1,42	45	50	0,9
Polje dejstva po visini, (°) <i>Elevation field of action</i>	- 5 do + 63	- 5 do + 45	1,36	45	45	1
KRE ²¹ Cef = Xm . mp/Mo	149,92	133,96	1,119	179,906	117,767	1,527
KIM ²² Cm = mp . Ep /Mo	2018,34	1651,55	1,222	2321,55	1875,82	1,238
KSI ²³ Ci = I / Mo . g	0,7007	0,6548	1,070	0,8147	0,5661	1,440

¹⁹ Samo u šest zemalja, inače naših tradicionalnih kupaca (Egipat, Libija, Sirija, Irak, Iran, Indija), bilo je u operativnoj upotrebi oko 3600 topova M46 ruskog ili kineskog porekla.

²⁰ Poređenje je vršeno za razorni projektil (bez generatora gasa).

²¹ Koeficijent relativne efikasnosti.

²² Koeficijent iskorišćenja mase oruđa je odnos energije projektila na ustima cevi (Ep) prema masi oruđa.

²³ Koeficijent specifičnog impulsa (I).

Vučeno oruđe 152 mm NORA-A nastalo je modernizacijom topa 152 mm D-20, a ostvarene projektne i taktičke karakteristike potvrđuju opravdanost razvoja i borbeni kvalitet novog rešenja:

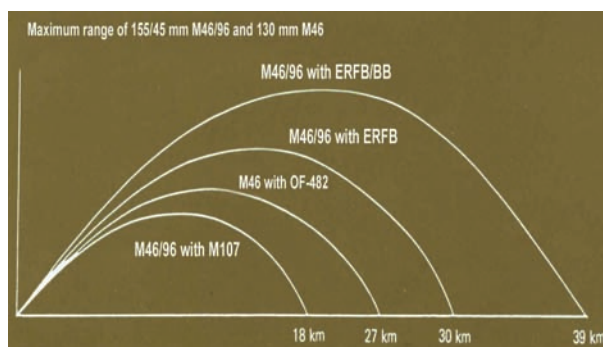
- najveći domet oruđa je povećan za oko 38% (sa 17400 m na 24000 m, za projektil sa upuštenim dnom), odnosno za 64% (na 28600 m, za projektil sa generatorom gasa), a to je postignuto novim balističkim rešenjem koje se svodi na zamenu postojeće novom, dužom cevi (40 kalibara) i razvoj novog metka, uz mogućnost korišćenja postojećeg, sa projektilom OF-540;

- primena novog metka zahtevala je povećanje barutne komore i izradu nove produžene čaure za smeštaj novog punog barutnog punjenja (mase 12,5 kg) za novi projektil 152 mm M84 sa povećanim eksplozivnim punjenjem (8,25 kg), te je njegova efikasnosti na cilju za oko 25% veća u odnosu na projektil OF-540 (masa eksplozivnog punjenja 6,24 kg);

- povećanjem polja dejstva po visini za 36% (sa 45° na 63°) oruđe NORA-A je prevedeno u klasu top-haubica, a gađanjem gornjom grupom uglova bitno je povećan manevar vatrom i time ostvaren novi kvalitet u izvršavanju zadataka vatrene podrške na ispresecanom (brdovitom) terenu;

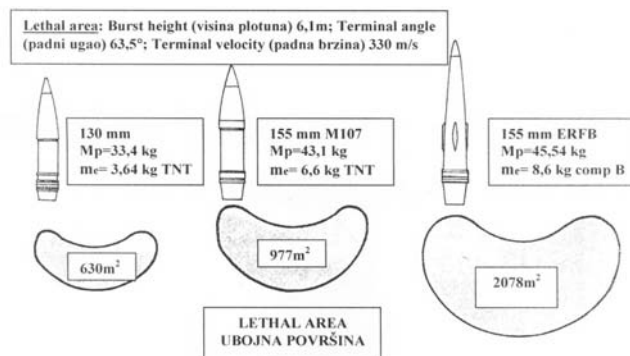
- sve navedene borbene prednosti ostvarene su uz povećanje mase oruđa za oko 25% i veći koeficijent specifičnog impulsa za samo 7%. Povećanje mase oruđa nije uticalo na prohodnost vučnog voza, jer je zadržana ista klasa vučnog vozila (formule 6x6) sa nepromenjenom putnom brzinom. Jedini nedostatak većeg impulsa je povećanje natpritiska udarnog talasa na mestima posluge oruđa (do najviše 0,55 bara), što zahteva da posluga koristi ušne štitnike pri opaljenju metka.

Opravdanost konverzije topa 130 mm M46 u topove 152 mm i 155 mm je vrlo očigledna, jer konvertovani top ima tri puta veću efikasnost na cilju,²⁴ a doomet se povećava čak do 45% kada se koristi projektil tipa ERFB-BB (čiji je doomet veći od 39 km).



Slika 5 – Poređenje dometa topa 130 mm M46 i konvertovanog topa 155 mm M46/84
Figure 5 – 130 mm M46 Gun and 155 mm Converted Gun range comparison

²⁴ Imajući u vidu masu projektila i eksplozivnog punjenja projektila 155 mm ERFB (45,6 / 8,7 kg) i projektila 130 mm OF-482 (33,24 / 3,64 kg).



Slika 6 – Prikaz ubojne površine projektila 130 mm OF-482, 155 mm M107 i 155 mm HE ERFB
Figure 6 – Lethal area review of 130 mm HE-482, 155 mm M107 and 155 mm HE ERFB projectiles

Povećanje pokretljivosti i smanjenje vremena reagovanja pri dejstvu na sve raznovrsnije ciljeve bili su težišni zahtevi u filozofiji upotrebe artiljerije početkom osamdesetih godina prošlog veka, te je razvoj samohodnih oruđa bio imperativ za sve moderno koncipirane armije sveta. Većina korisnika tada je pripadala generaciji tradicionalno formiranih oficira artiljerije koji preferiraju kupolnu ugradnju naoružanja na gusenične šasijske. U osnovi takva rešenja nude odgovarajuću (bolju) zaštitu posade od dejstva protivničke artiljerije. Ipak, u konkretnom slučaju razvoja samohodnog oruđa NORA-B usvojili smo koncept otvorene ugradnje naoružanja na platformu terenskog točkaškog vozila (više o tome u poglavlju „Analiza koncepcije rešenja oruđa NORA-B“).

U poređenju sa samohodnim oruđima na kamionskoj platformi danas je, sa stanovišta filozofije upotrebe, teško naći opravdanje za dalji razvoj i usavršavanje sistema samopokretnih artiljerijskih oruđa (to su oruđa koja imaju pomoćnu pogonsku grupu za kretanje na vatrenom položaju i automatizaciju funkcija na vatrenom položaju). Naime, pojava ovog tipa oruđa u svetu je bila relativno uspešan pokušaj moćnih (finansijski i tehnološki) zapadnih kompanija da se artiljeriji nametne jedno sofisticirano prelazno rešenje od vučenih ka samohodnim oruđima. Ipak, respektabilna količina tih oruđa ušla je u operativnu upotrebu u mnogim zemljama sveta.²⁵ Danas se, sa dovoljne vremenske distance, može reći da je ta koncepcija bila samo usporavanje ka prelasku na samohodne sisteme i sticanje iskustava za mehanizovanje i automatizovanje funkcija na oruđima ugrađenim na kamionskoj platformi.

Iznete konstatacije o filozofiji nastanka i upotrebe konvertovanih topova 152 mm M46/86 i 155 mm M46/84 i samopokretnog topa 152 mm NORA-C dovode do zaključka da u ovom tekstu nije potrebna detaljnija analiza njihove koncepcije.²⁶

²⁵ To su, pre svega, švedska haubica 155 mm FH-77, NATO haubica 155 mm FH-70, južnoafričko oruđe 155 mm G5, francusko oruđe 155 mm TR, izraelski sistem 155 mm TIG 2000 i singapurska haubica 155 mm FH88.

²⁶ Iz raspoloživih objavljenih informacija sledi da je samo Indija sprovedla delimičnu konverziju sopstvenih topova 130 mm M46 u kalibar 155 mm sa balističkim rešenjem cevi dužine 45 kalibara.

Analiza koncepcija rešenja top-haubice 152 mm NORA-A

U postupku modernizacije naše artiljerije osnovni taktički zahtev je bio da se američka haubica 155 mm M114 i njena kopija naše proizvodnje 155 mm M65 zamene savremenijim vučenim oruđem koji bi se razvilo na bazi ruskog topa 152 mm D-20.

Bitne prednosti koncepcije i konstrukcije ruskog topa D-20 u odnosu na američku haubicu M114 bile su [5]:

- savremeno rešenje vertikalnog klinastog zatvarača sa mehanizmom za poluautomatsko otvaranje zatvarača posle opaljenja prvog metka; takvo rešenje omogućava postizanje brzine gađanja od 6÷8 metaka u prvom minutu gađanja, a pri produženom gađanju 4 metka/minut. Američka haubica je imala ručno otvaranje zavojnog zatvarača, sa do 3 puta manjom brzinom gađanja;

- savremeno rešenje jednoosovinskog hodnog dela oruđa sa uzdužno postavljenim torzionim oprugama (štapovima); takav sistem elastičnog oslanjanja oruđa u vožnji omogućava da se na dobrom putu ostvare brzine kretanja do 60 km/h. Američka haubica imala je hodni deo sa krutom osovinom, te su putne brzine vučnog voza bile ograničena na 30 do 40 km/h;

- jednostavnija i savremenija rešenja protivtrzajućeg uređaja, mehanizama za pokretanje cevi po visini i pravcu, krakova lafeta i drugih sklopova, te je vreme prevođenja oruđa iz marševskog u borbeni položaj i obratno bilo kraće u odnosu na haubicu M114.

Slika 7 – Vučena top-haubica 152 mm M84
Snimak sa trupnog ispitivanja na jednom od vojnih poligona

Figure 7 – 152 mm M84
Towed Gun-Howitzer
Photo taken during military troop firing tests



Idejno rešenje sistema novog oruđa NORA-A bilo je zasnovano na potrebi da se sa što manje izmena u sklopovima naoružanja topa D-20 realizuje novo oruđe mnogo većeg dometa i da se povećanjem polja dejstva po visini (projektovanjem novog gornjeg lafeta i rekonstrukcijom mehanizma za pokretanje po visini) omogući gađanje gornjom grupom uglova, odnosno da se ruski top D-20 prevede u haubicu-top velikog dometa i vatrene moći. Naravno, produžavanjem krakova lafeta (zbog obezbeđivanja uzdužne stabilnosti pri gađanju), povećana je ukupna dužina oruđa na maršu, ali to nije kompromitovalo ukupna manevarska svojstva i pokretljivost vučnog voza (oruđe i vučno vozilo).

Pri razmatranju mogućih koncepcija rešenja odbačene su sve ideje da se automatizuju pojedine funkcije opsluživanja oruđa²⁷, jer bi se time kompromitovao osnovni zahtev – projektovanje oruđa minimalne mase! Stoga je, najpre, osvojena i u naoružanje uvedena osnovna verzija oruđa M84B1, a tek u drugoj fazi je završen razvoj verzije oruđa M84B2 sa poluautomatskim pneumatskim potiskivačem projektila²⁸, da bi se olakšao rad posluge, pogotovo pri gađanju gornjom grupom uglova (elevacija cevi veća od 45°).

Analiza koncepcija rešenja samohodne top-haubice NORA-B

Idejno rešenje samohodnog oruđa NORA-B bilo je inicirano taktičkim zahtevom da se smanji dužina na maršu tandema oruđe – vučno vozilo, što je jedna od mana svih vučenih artiljerijskih oruđa. Tako je u našem VTI, po prvi put u svetu, rođen koncept da se naoružanje vučenog oruđa *natovari* na šasiju terenskog točkaškog vozila.²⁹ Danas je takav koncept samohodnog oruđa poznat po akronimu *TMG (Truck Mounted Gun)*, proizvodi se u nekoliko vodećih tehnoloških zemalja sveta i uveden je u operativnu upotrebu u više od 10 zemalja.

U vreme izrade Prethodne analize za sistem NORA-B nije vršeno detaljno razmatranje radi izbora tipa i vrste vozila. Naime, imperativ je bio da vozilo bude domaće proizvodnje, pa je izbor mogao da se vrši samo

²⁷ Automatizacija uređaja za pokretanje cevi po visini i pravcu zahtevala je uvođenje agregata za spoljni izvor energije i sklopova za automatsko pokretanje cevi.

²⁸ Ugradnja potiskivača projektila zahteva rekonstrukciju sklopa branika nišandžije, a na sklop kraka lafeta ugrađuje se zamenljivi gasni rezervoar, sa kojim se bez dopunjavanja pritiska gasa može ispaliti do 30 metaka (zavisno od elevacije cevi pri gađanju). Odabran je tip pneumatskog potiskivača da se ne bi uvodio spoljni izvor energije, a dopunjavanje pritiska vazduha ili azota u rezervoaru vrši se ručnom pumpom.

²⁹ Iskreno govoreći, tada (1984. godine), kao autor tog rešenja, nisam očekivao da će, desetak godina kasnije, koncept „otvorene ugradnje naoružanja na platformu točkaškog vozila“ biti masovno prihvaćen u mnogim zemljama sveta.

između dva terenska vozila preduzeća FAP Priboj. U serijskoj proizvodnji bilo je vozilo FAP 2026 formule 6x6 (koje je već bilo usvojeno za vuču oruđa NORA-A), ali je procenjeno da čak i uz odgovarajuće adaptacije (ugradnja dopunskog rama i drugo) ne bi moglo da zadovolji projektne zahteve za izabranu koncepciju rešenja i oslanjanja na tlo pri gađanju (opterećenje pri dejstvu dinamičke sile opaljenja metka; nedovoljan prostor na platformi vozila za smeštaj naoružanja, municije i posade). Pošto je u okviru razvoja višecevnog raketnog sistema ORKAN već bila lansirana izrada probne partije terenskog vozila FAP 2832 formule 8x8, odlučeno je da se jedno od vozila iz probne partije koristi i za razvoj oruđa NORA-B [6].

Pri formiranju koncepcije i idejnog rešenja budućeg samohodnog oruđa vodilo se računa o tome da je već osvojen sklop naoružanja konvertovanog topa (u kalibrima 152 mm i 155 mm) i da JNA poseduje veću količinu ruskih topova 130 mm M46, te da se korišćenjem sklopova naoružanja topa M46 bitno može smanjiti cena i skratiti vreme razvoja i buduće proizvodnje oruđa NORA-B.

Na osnovu usvojene koncepcije, projektantima je preostalo da konstruktivna rešenja glavnih pod sistema oruđa (naoružanje, hidraulički, elektroenergetski i optoelektonski pod sistem) realizuju integracijom sklopova PT oruđa 152 mm NORA-C3, pokretnih po pravcu sa šasijom terenskog vozila FAP 2832, ugradnjom novoprojektovanog sklopa zvonastog lafeta sa valjkastim ležajem velikog prečnika³⁰ u novoprojektovani dopunski ram vozila, za koji su vezani krakovi i stope za oslanjanje vozila pri gađanju.

Osnovne zahteve filozofije upotrebe oruđa (što brže reagovanje sistema od trenutka dobijanja podatka o cilju do otvaranja vatre, a da posada svoje funkcije vrši bez zamora i bezbedno), trebalo je obezbediti adekvatnim stepenom automatizacije funkcija opsluživanja oruđa. To je na FM oruđa NORA-B bilo izvedeno delimično, samo automatizacijom funkcija prevođenja krakova oruđa iz marševskog u borbeni položaj, poluautomatskim pokretanjem cevi po visini i pravcu i primenom poluautomatskog potiskivača projektila.

FM oruđa NORA-B bio je projektovan tako da se borbeni sektor dejstva nalazi u smeru suprotnom smeru vožnje. To je zahtevalo da naoružanje sa donjim lafetom bude na pokretnoj platformi, koja se posle gađanja zakreće za 180° i cev oruđa dovodi iznad kabine vozila pri prelasku u marševski položaj. Na nepokretnoj platformi, iza kabine vozača, bila je smeštena kabina za ostale članove posade, a do nje kontejner za smeštaj borbenog kompleta.

³⁰ Mehanička otpornost lafeta i izbor tipa i dimenzija ležaja izvršeno je na osnovu dinamičke sile trzanja pri opaljenju metka.

Izrada i ispitivanje PT oruđa NORA-B52 – značajne izmene, uz očuvanje koncepta TMG

Zahtev stranog kupca da mu se isporuči samohodno oruđe 155 mm na kamionskoj šasiji, sa balističkim rešenjem zasnovanim na cevi dužine 52 kalibra, mogao je da se realizuje *samo i jedino* ako se kao osnova koriste koncepcija rešenja realizovana na FM oruđa NORA – B i iskustva stečena u prethodnim istraživačko-razvojnim aktivnostima programa NORA.

Na osnovu ozbiljnih stručnih analiza doneti su zaključci o koncepciji rešenja i projektnim zahtevima na osnovu kojih treba da se pristupi izradi PT oruđa NORA-B52:

1. Umesto vozila FAP 2832 koristiti vozilo KAMAZ 63501, formule 8x8. Izbor vozila izvršio je stručni tim na osnovu razmatranja dobijenih ponuda pet potencijalnih ponuđača, radi:

a) smanjenja ubrzanja i vibracija koje se prenose na nepokretnu i pokretnu platformu vozila, odnosno na poslužioce koji sede ili stoje na tim platformama, a koje su bile veće od dopuštenih,

b) smanjenja vremena prevođenja oruđa iz marševskog u borbeni položaj i obrnuto,

c) smanjenja broja poslužioaca, njihovog zamora i bezbednijeg rada pri prevođenju oruđa iz marševskog u borbeni položaj i obrnuto.

Posle izvršenih računarskih provera i dopunskih ispitivanja FM oruđa, odlučeno je da se poboljša sistem oslanjanja vozila pri gađanju. Umesto rešenja primenjenog na FM usvojeno je potpuno novo rešenje prednjeg para stopa i zadnjeg para krakova, da bi prevođenje iz marševskog u borbeni položaj i obratno bilo jednostavnije i uz skraćenje vremena prevođenja do tri puta. Umesto primenjenog krutog oslanjanja vozila pri opaljenju metka³¹ na ašove stopa i krakova usvojen je koncept poluelastičnog oslanjanja vozila na ašove stopa i krakova (ugradnjom gasnih prigušivača udara), ali istovremeno i na sve točkove vozila. Pri prevođenju stopa i krakova u borbeni položaj, pod dejstvom teleskopskih hidrauličnih cilindara vrši se samoukopavanje ašova, a pri tome se delimično rasterećuje sistem oslanjanja točkova (za približno polovinu elastičnog hoda opružnih gbnjeva i gasnih amortizera).

2. Novi sistem oslanjanja oruđa pri gađanju, uz konstrukcione izmene na pokretnoj i nepokretnoj platformi vozila i zvonu donjeg lafeta, omogućio je:

a) da se u osnovnom sektoru dejstva (suprotno smeru kretanja vozila) poveća polje dejstva po visini od - 5° do + 65° (na FM samo do + 51°), uz zadržavanje polja dejstva po pravcu levo i desno do 30° (ukupno 60°),

³¹ Na FM oruđa sistem oslanjanja vozila (uključujući i sve točkove) pri gađanju se potpuno podizao sa tla, te je oruđe bilo kruto oslonjeno na četiri oslone površine ašova stopa i krakova. Posledica takvog rešenja je bila da se ubrzanja i vibracije (pri dejstvu sile opaljenja metka) direktno prenose na platformu vozila, sklopove naoružanja i posluđu koja je stajala na platformi. Izmerene veličine vertikalnih ubrzanja na mestima nišanskih sprava i nišandžije bile su nekoliko puta veće od dopuštenih za dejstvo na stojeću figuru čoveka. To je bio razlog da se na PT oruđa uvede sistem poluelastičnog oslanjanja vozila i da poslužioci svoje funkcije obavljaju sedeći na sedišta sa elastičnim nosačima.

b) da se uvede i pomoćni sektor dejstva (u smeru kretanja vozila, gađanjem preko kabine vozača) i to polje dejstva po visini od + 25° do + 65°, a po pravcu levo i desno do 25° (ukupno 50°).

Navedenim izmenama sektora dejstva po visini oruđe klase top prevedeno je u klasu top-haubica, sa mogućnošću gađanja gornjom grupom uglova. Zahvaljujući toj izmeni pri izvršenju vatrenog udara (balistički izabranim putanjama projektila) iz jednog oruđa može da se ostvari jednovremeno dejstvo više projektila (3 do 4) na isti cilj, kako bi se:

- izbeglo stajanje poslužilaca oruđa na pokretnoj i nepokretnoj platformi oruđa, a time i prenošenje neprihvatljivo visokog nivoa ubrzanja na njih,
- izbegla potencijalna opasnost od nepropisnog rukovanja municijom pri stavljanju projektila na kašiku poluautomatskog punjača i ručnog stavljanja barutnog punjenja u ležište metka (barutnu komoru cevi),
- smanjio broj poslužilaca i olakšao njihov rad pri gađanju, povećala brzina gađanja i omogućilo brzo izvršenje kratkog vatrenog udara sa najmanje 3 do najviše 12 metaka.

Odlučeno je da se umesto poluautomatskog potiskivača projektila projektuje i na PT oruđa ugradi automatski (elektrohidraulički) punjač³² projektila i barutnih punjenja, koji se sastoji od sklopova smeštenih na pokretnu platformu, i to:

- (a) kasete sa 12 projektila (smeštena desno od ramena kulevke) i mehanička ruka koja uzima projektil iz kasete i donosi ga na liniju punjenja,
- (b) kasete sa 12 barutnih punjenja (smeštena levo od ramena kulevke) i mehanička ruka koja uzima punjenje iz kasete i donosi ga na liniju punjenja,
- (c) lančani potiskivač projektila i barutnih punjenja, postavljen iza zadnjaka cevi, na nepokretnu platformu.

Odlučeno je, takođe, da se komandir i nišandžija sa opremom koju opslužuju smeste:

- (d) komandir, sa sedištem i opremom (radio stanica, displej topa (GD), GPS prijemnik, antene za radio-stanicu i GPS) – u kabinu postavljenu ispred desne kasete punjača oruđa,
- (e) nišandžija, sa sedištem i opremom (električna palica za pokretanje cevi, komandni panel, nosač nišanskih sprava, daljinar, panorama i optički nišan) – u kabinu smeštenu ispred leve kasete punjača oruđa.

Odlučeno je, takođe, da na nepokretnoj platformi, iza kabine vozača, a prema kasetama punjača, budu postavljeni kontejneri za smeštaj preostalog dela borbenog kompleta (24 projektila i 24 barutnih punjenja).

3. Da bi se izbeglo korišćenje dizel motora vozila za pogon automatizovanih funkcija oruđa i time smanjio utrošak goriva, smanjila buka i mogućnost otkrivanja vatrenog položaja, a poboljšali (učinili ekološki boljim) uslovi rada posluge odlučeno je da se na nepokretnu platformu PT oruđa

³² Za izradu idejnog rešenja automatskog punjača bila je angažovana firma VESYS.

ugradi samostalna (pomoćna) pogonska grupa (dizel motor snage oko 20 kW i odgovarajuća hidraulična pumpa).³³

4. Uvođenje automatskog punjača zahtevalo je da se na PT oruđa izvrše poboljšanja sklopa cevi i zatvarača, i to:

a) da se umesto ručnog uvede mehanizovano otvaranje i zatvaranje tela zatvarača. U toku ispitivanja PT oruđa najpre je provereno hidrauličko rešenje (prema predlogu VTI), ali je konačno za PT i za serijsku upotrebu usvojen pouzdaniji mehanički uređaj kopirnog tipa, bez spoljnog izvora energije,

b) da se razvije novi i pouzdan uređaj za automatsko uvođenje kapisli u ležište na telu zatvarača. U toku ispitivanja PT proverena su tri tipa uređaja, a konačno je usvojen za serijsku proizvodnju oruđa uređaj „karabinskog tipa“.³⁴

5. Na osnovu nedostataka koji su uočeni pri ispitivanju FM oruđa (neravnomerno pokretanje cevi po pravcu, velike amplitude i klačenje cevi po visini, sistem blokade cilindra elevacije, nedovoljna mehanička otpornost klipnjača cilindra elevacije) odlučeno je da se izvrše odgovarajuće rekonstrukcije na mehanizmima za pokretanje cevi oruđa po pravcu i po visini.

6. Uvođenjem automatskog punjača stvoreni su uslovi da se smanji broj poslužilaca na ukupno 5 (komandir + nišandžija + vozač + dva dodavača). Odlučeno je:

a) da za vreme gađanja i na maršu komandir i nišandžija sede na svojim sedištima u kabinama na pokretnoj platformi,

b) da vozač i dodavači na maršu budu smešteni u kabini vozača, a pri gađanju mogu da budu u kabini ili u zaklonu na tlu,

c) da pri prevođenju vozila iz marševskog u borbeni položaj jedan od dodavača silazi iz kabine vozila i preuzme funkcije opsluživanja komandnog pulta za prevođenje stopa i krakova iz marševskog u borbeni položaj (komandni pult je pri projektovanju postavljen na levu bočnu stranu dopunskog rama vozila, između kabine vozača i levog kraka),

d) da dodavači, kada se u toku gađanja potroši municija u kasetama punjača, vrše dopunu kasete, prenošenjem projektila i punjenja iz municijskih kontejnera u kasete.

7. Visok nivo automatizovanih funkcija oruđa zahtevao je (pre svega zbog programirane funkcije automatskog punjača) da se elektrooprema FM oruđa (relejnog tipa) zameni na PT oruđa PLC³⁵ tehnologijom za automatizaciju podsistema naoružanja, a da se hidraulični razvodnici zamene elektro-hidrauličnim servorazvodnicima. Uvođenje PLC kontrolera na oruđe zahtevalo je da se izvrši njegova integracija sa baterijskim SUKV. Usvojeno je da se komunikacija između PLC i SKUV (posredstvom GD) obavlja preko RS-485 interfejsa. U pojedinim režimima rada

³³ Tokom ispitivanja PT konstatovane su mane i nepouzdan rad pogonske grupe (loše rešenje hladnjaka razvijenog za primenjen traktorski dizel motor preduzeća IMR, vibracije interfejsa za vezu motora i hidrauličke pumpe), te se zbog kratkog vremena odustalo od korišćenja pomoćne pogonske grupe za PT i serijsku proizvodnju namenjenu izvozu.

³⁴ Prema autorskom rešenju firme VESYS.

³⁵ PLC – programabilni logički kontroler.

obavlja se komunikacija između PLC i GD, a u drugim režimima rada GD samo prosleđuje informacije dobijene od komandnog računara ka PLC-u i obrnuto od PLC prema komandnom računaru.

8. Da bi se skratilo ukupno vreme reakcije sistema oruđa (vreme od uočavanja cilja do opaljenja prvog metka) usvojeno je da se PT oruđa adaptira i modernizuje za vezu sa elementima baterijskog SKUV:

a) da komandir obavlja vezu sa komandnim mestom baterije preko GD, ugrađenog u komandni panel komandira,

b) da nišandžija upravlja svim automatizovanim funkcijama naoružanja i održava vezu sa komandirom i komandnim mestom baterije preko displeja PLC, ugrađenog u komandni panel nišandžije,

c) da određivanje stajne tačke oruđa vrši komandir pomoću GPS uređaja ugrađenog u GD, a komunikacija sa komandnim mestom da se održava pomoću radio modema ugrađenog u GD (antene radio modema i GPS-a su prilikom projektovanja ugrađene spolja na kabinu komandira),

d) da se izvrši automatizacija nišanske linije, ugradnjom odgovarajuće opreme (enkoderi za pravac i elevaciju, dvoosni inklinometar za merenja nagiba vozila, automatski tragač severa,³⁶ hardver i softver za prenošenje elektro signala na mehanizme za pokretanje cevi po visini i pravcu),

e) u slučaju korišćenja klasičnih nišanskih sprava da se usmeravanje oruđa vrši goniometrom sa optičkom spravom (ovaj uređaj je sastavni deo SUKV), a tako određen osnovni pravac zauzet na panorami treba da se materijalizuje pomoću kolimatora (postavljenog bočno levo u odnosu na smer gađanja),

f) da se komunikacija komandira sa nišandžijom i ostalim članovima posade održava interfonskom opremom.



Slika 8 – FM oruđa 152 mm NORA-B u položaju za marš. Iza kabine vozača (sa komandirom) je kabina za ostala četiri člana posade

Figure 8 – 152 mm NORA-B FM in traveling position. The crew cabin is behind the driver's cabin



Slika 9 – PT oruđa 155 mm NORA-B52 spreman za marš. Uočavaju se bitne izmene koncepcije i konstrukcije rešenja u odnosu na FM oruđa NORA-B

Figure 9 – 155 mm NORA-B52 PT in traveling position. The significant concept and design modification is visible in comparison with the NORA-B weapon

³⁶ Zbog ograničenih finansijskih sredstava tokom izrade PT oruđa odustalo se od automatizacije nišanske linije.



Slika 10 – FM oruđa 152 mm NORA-B na vatrenom položaju
Šasija vozila je potpuno podignuta sa tla – koncept krutog oslanjanja platforme oruđa sa naoružanjem

Figure 10 – 152 mm NORA-B FM in firing position

The vehicle chassis is lifted from the ground – rigid suspension system concept of the weapon platform



Slika 11 – PT oruđa 155 mm NORA-B52 na vatrenom položaju

Izmena koncepcije oslanjanja oruđa pri gađanju – usvojen je koncept poluelastičnog oslanjanja vozila

Figure 11 – 155 mm NORA-B52 PT in firing position

Concept of the vehicle suspension system during firing is changed – semi elastic suspension system is adopted

Tokom razvoja i ispitivanja PT oruđa 155 mm NORA-B52, koji su trajali skoro 18 meseci, uočavane su i otklanjane mane konstrukcionih rešenja na pojedinim sklopovima oruđa, ali i na elementima municije i SKUV. Analize usvojenih izmena konstrukcionih rešenja proveravane su teorijskim proračunima sklopova i elemenata oruđa, uključujući i strukturalnu analizu naponskog stanja poluelastično oslonjenog hodnog dela vozila i proveru stabilnosti oruđa pri dejstvu sile opaljenja metka (pri različitim uglovima gađanja po pravcu i elevaciji).

Pri analizi rezultata internih ispitivanja potrebno je obezbediti visok nivo objektivnog i samokritičnog ocenjivanja konstrukcionog rešenja sklopa ili uređaja. Taj kriterijum je tim pre morao da se primeni pri internom ispitivanju PT oruđa NORA-B52, jer se ono delom vremenski preklapalo sa aktivnostima već lansirane izrade prve serijske partije oruđa. U ovom tekstu navode se samo dva primera otklonjenih nedostataka uočenih pri ispitivanju PT oruđa, koji se (direktno ili posredno) odnose na funkciju, bezbednost i pouzdanost kompletnog sistema oruđa.

Prvi primer: izmene na zadnjaku i zatvaraču. Bitna koncepcijska razlika FM oruđa 152 mm NORA-B i PT oruđa 155 mm NORA-B52 je u tome što je FM oruđa NORA-B koristio dvodelni metak sa projektilom 152 mm i mesinganu čauru sa odgovarajućim barutnim punjenjem. Pri tome na zadnjaku topa 130 mm M46, koji je korišćen na FM oruđa NORA-B nije bilo praktično nikakvih dorada! Pošto oruđa kalibra 155 mm koriste dvodelni metak sa projektilom 155 mm i barutno punjenje bez čaure bilo je neophodno da se ugradi uređaj za zaptivanje barutnih gasova (tip ta-

kozvanog „samozaptivanja“ gasova između zaptivnog prstena na zadnjaku i zaptivne ploče na zatvaraču). Zbog potrebe da se smanji vreme reagovanja sistema oruđa bile su nametnute rekonstrukcije zadnjaka i zatvarača radi ugradnje mehanizma za poluautomatsko otvaranje zatvarača i uređaja za automatsko uvođenje i izbacivanje kapisle M82 posle njenog opaljenja. Uvođenjem navedenih uređaja posledično se javila potreba da se uvedu uređaji za blokiranje i deblokiranje mehanizma za opaljivanje metka,³⁷ kao i uređaj za daljinsko opaljivanje iz kabine nišandžije.

Implementacija svih navedenih uređaja smanjila je mehaničku otpornost zadnjaka u kritičnim presecima, pa se kao radikalno rešenje nameatalo izrada novog zadnjaka većih gabarita i povećane otpornosti, ali su vreme i ograničena finansijska sredstva nametnula primenu palijativnog rešenja – ugradnja bočnog ojačanja zadnjaka (radi formiranja zatvorenog rama umesto postojećeg horizontalnog „D“ profila), da bi se smanjile elastične deformacije pri opaljenju metka. Ipak, primenjeno rešenje ne otklanja pojavu eventualnih trajnih mestimičnih deformacija, odnosno pojavu nagnječenja zadnjeg dela zadnjaka na površini kontaktnog naleganja tela zatvarača (ova pojava je moguća pri čestom gađanju sa punim ili torman-tačnim barutnim punjenjem, što za posledicu ima da specifični kontaktni pritisak bude veći od dopuštenog). Svakako, trajno rešenje će biti projektovanje novog zadnjaka, nove geometrije i potrebne otpornosti.

Slika 12 – Pogled na zadnjak sa leve bočne strane.

- 1 – kućište opruge zatvarača;
- 2 – ojačanje zadnjaka;
- 3 – graničnik zatvarača;
- 4 – mehanizam za opaljenje

Figure 12 – Breech ring, left lateral view

- 1 – breech block spring housing;
- 2 – breech ring strengthening;
- 3 – breech block stopping wedge;
- 4 – firing mechanism



Drugi primer: osvajanje odgovarajućih tehnoloških rešenja elemenata metka. Pri razvoju bilo kog mehaničkog sistema potrebno je obezbediti prihvatljivi (često kompromisni) optimum tokom razmatranja rešenja elemenata podsistema koji su funkcionalno povezani. U konkretnom slučaju, tokom internih ispitivanja PT oruđa trebalo je rešavati uticaj primenjenih rešenja laborisanog barutnog punjenja, kapisle M82 i pripaljivača generatora gasa na balističke karakteristike sistema oruđa, mehaničku otpornost delova oruđa i pouzdanost funkcije pojedinih uređaja i kompletnog sistema oruđa.

³⁷ Da bi se sprečilo neželjeno opaljenje metka imperativno se zahteva ugradnja navedenih blokada, tako da nišandžija vrši opaljenje tek kada dobije odobrenje od komandira odeljenja.

Monoblok barutno punjenje, zona 10. Na opitima koji su vršeni 1990/91. godine u saradnji VTI – MB Lučani – SRC Brisel osvojena su monoblok barutna punjenja zona 10, zona 9 i zona 8 za korišćenje municije 155 mm tipa ERFB i ERFB-BB iz oruđa 155 mm čija je dužina cevi 45 kalibara. Da bi se obezbedilo pravilno i potpuno sagorevanje monoblok punjenja bio je primenjen postupak „upenjavanja“ (zalivanja poliuretanskom penom) slobodno nasutih 19-kanalnih granula (od jednobaznog NCD baruta) u sagorljivi plašt izrađen po tehnologiji osvojenoj za delimično sagorljivu čauru tenkovske municije 125 mm. Primenjena sagorljiva pena popunjavala je kovolumen punjenja i obezbeđivala krut i čvrst oblik monoblok punjenju pri njegovom rukovanju (u transportu i pri stavljanju u ležište metka). Nažalost, tokom ponovnog osvajanja monoblok punjenja zona 10 (2004. i 2005. godine) radi ispitivanja PT oruđa NORA-B52 i laboracije barutnih punjenja za serijske isporuke kupcu, zbog neodgovarajućeg kvaliteta repromaterijala za „penu“, prilikom opaljenja metka registrovana je pojava čađi (zbog nepotpunog sagorevanja pene), te je odlučeno da se odustane od postupka „upenjavanja“ barutnog punjenja. Posledice te neadekvatne odluke su se kasnije manifestovale pri prijemu prve i druge partije oruđa, u vidu povremene pojave većeg od dopuštenog pritiska pri gađanju sa barutnim punjenjem zona 10 (do 3700 umesto do ≤ 3300 bara), odnosno pri gađanju sa tormentačnim punjenjem (do 4100 umesto do ≤ 3700 bara). Analizom je ocenjeno da je povećanje pritiska verovatno bilo uzrokovano pojavom udarnih talasa u barutnoj komori, generisanih nekontrolisanim kretanjem slobodno nasutih granula baruta u sagorljivi plašt punjenja. Pored toga, treba reći da je pri dejstvu sile potiskivača automatskog punjača (barutno punjenje se potiskuje u ležište metka brzinom od oko 1,5 m/s) moguća pojava početnog rasturanja granula u plaštu i oštećenje nedovoljno dobrog fiksiranja pripale i propale u plaštu). Kada je promenjen postupak laboracije monoblok punjenja (granule se stavljaju u platnenu kesu torusnog oblika, koja se čvrsto pritegna zatim stavljanja u sagorljiv plašt; smanjene su količine i način fiksiranja donje i gornje pripale i propale) dobijeno je regularno sagorevanje baruta. Svakako, konačno rešenje prihvatljivo za sistem oruđa 155 mm treba da bude osvajanje bi-modularnih barutnih punjenja, koja pokrivaju sve domete sa 6 modula.

Kapisla M82. Primena kapisle M82 u kompletiranju metka sa projektileom 155 mm tipa ERFB i barutnim punjenjem zona 10 radi upotrebe iz oruđa NORA-B52 je poučan primer kako nedovoljno poznavanje uslova korišćenja municije može da uzrokuje ozbiljne tehničke probleme u sistemu oruđa – municija. Naime, proizvođač municije je u realizaciju projekta ušao sa pretpostavkom da je već osvojio tehnologiju izrade kapisle M82. Nažalost, tek kasnije (pri ispitivanju prve partije oruđa NORA-B52, sredinom 2006) je utvrđeno da mehanička otpornost kapisle M82 iz tekuće proizvodnje ne zadovoljava pri gađanju sa barutnim punjenjima zona 10, a da može da zadovolji samo pri gađanju sa punjenjima zona 7 i zona 8. Već tokom ispitivanja PT oruđa i prve serije municije (krajem 2005) ukazano je proizvođaču da tehnolo-

logija izrade košuljice kapisle (obrada rezanjem na strugu, umesto postupkom izvlačenja po ugledu na izradu čaure za municiju 7,62 mm) ne može da obezbedi zahtevanu mehaničku otpornost pri pritiscima barutnih gasova za zonu 10. Međutim, u to vreme mehanizam za automatsko punjenje kapisli u telo zatvarača nije imao korektnu i pouzdanu funkciju, pa je proizvođač municije uzroke svih nedostataka koji su se pojavljivali pri opaljivanju kapisle (deformacije, progorevanje i drugo) nekritički i subjektivno „pripisivao“ funkciji mehanizma za automatsko punjenje kapisli. Zabluda proizvođača je naime bila zasnovana na iskustvu o dobrom ponašanju kapisle M82, koju je jedan od kupaca koristio za pripaljivanje barutnog punjenja M4A2 (zona 7) pri ispaljivanju projektila 155 mm M107 iz samohodne haubice 155 mm M109.³⁸

Tako je, konačno, dokazano da proizvođač treba da pristupi osvajanju i uvođenju nove tehnologije za izradu košuljice kapisle (postupkom dubokog izvlačenja). U daljem toku razvoja proizvođač je najpre osvojio kapislu M82 verzije P1 (ojačanje košuljice kapisle unutrašnjim čeličnim plaštom sa odvojjivom pokrivkom na vrhu kapisle). Međutim, pri ispitivanju probnih komada kapisli M82 verzije P1 konstatovano je da pri opaljenju može da se pojavi slučaj odvajanja pokrivke od tela plašta kapisle (pritisak sagorevanja crnog baruta u kapisli potiskuje i odvaja pokrivku od košuljice), što je uzrokovalo deformisanje i zaglavljivanje pokrivke u ležištu kapisle, odnosno javlja se zastoj koji onemogućavaju nastavak gađanja. Posle toga je u narednom periodu proizvođač osvojio kapisle M62, verzija R, sa mesinganim umesto čeličnog unutrašnjeg plašta, a vrh kapisle je oblikovan kao „ruža“, odnosno odstranjena je pokrivka kao poseban deo konstrukcije kapisle. Ispitivanjem je utvrđeno da i dalje treba poboljšati rešenje kapisle M82R (otkloniti plastičnu deformaciju iznad venca na dnu kapisle), sa ciljem da mogu da se koriste bez deformacija pri pritisku barutnih gasova nivoa do 4000 bara.

Ocena serijske verzije oruđa NORA-B52-K0

Prelazak na serijsku proizvodnju oruđa NORA-B52 sproveden je po postupku koji je bio nametnut obavezama realizacije izvoznog ugovora. Ipak, tokom serijske proizvodnje realizovane u preduzeću LOLA-SI-STEM, odabranom za finalizatora, sukcesivnom doradom KD, formiranjem tehnološke dokumentacije, izradom i nabavkom neophodne opreme i edukacijom proizvodnog kadra vidljivo je unapređivan industrijski nivo proizvoda. Verzija rešenja oruđa usvojenog za serijsku izradu dobila je

³⁸ Pri gađanju iz oruđa 155 mm M109 (kratka cev oznake M126A1, zapremina barutne komore 13 litara) pritisak sa barutnim punjenjem M4A2 (zona 7) iznosi 2495 bara. Kada se gađa iz modernizovane haubice M109A1 (dugačka cev oznake M185, zapremina barutne komore 18,84 litara) pritisak sa barutnim punjenjem zona 7 je 1903 bara, a sa barutnim punjenjem M119A1 (zona 8) pritisak je 2060 bara.

oznaku K0.³⁹ Za detaljniji opis konstrukcionih rešenja pojedinih sklopova zainteresovan čitalac može da konsultuje literaturu pod [7].

Konačno, pri analizi koncepcije rešenja oruđa NORA-B52 može se reći da su oprečni zahtevi projekatana i investitora kompromisno rešeni zajedničkim stavom da oruđe po kriterijumu cena–efikasnost mora da bude višestruko povoljnije u poređenju sa svim sada u svetu realizovanim oruđima iste klase rešenja. To je postignuto korišćenjem šasije terenskog vozila formule 8x8, sa dopunskim ramom, nepokretnom i pokretnom platformom na kojima su, uz prikladnu arhitekturu, integrisani sklopovi naoružanja, automatskog punjača sa kasetama za projekte i barutna punjenja, kontejnera za preostali deo municijskog kompleta i kabine za smeštaj svih članova posade (pri gađanju i u toku vožnje). Dobra strana ovakvog rešenja je, sa borbenog aspekta, što je ostvaren osnovni sektor dejstva u smeru suprotno smeru vožnje, a pomoćni u smeru vožnje preko kabine vozača (mogućnost dejstva u oba smera je bitna prednost u odnosu na konkurentna rešenja TMG koncepcije). Sa logističkog aspekta dobra strana usvojenog rešenja je što su na jednom vozilu ugrađeni naoružanje, posada i borbeni komplet municije, te se tako znatno smanjuje broj logističkih vozila (za prevoz municije i druge opreme) u borbenoj jedinici nivoa divizionara. Odabranim rešenjem svesno je usvojen koncept po masi težeg (u odnosu na neke konkurente – francuski CEAZAR, izraelski ATMOS), ali znatno jeftinijeg oruđa, realizovanog upotrebom legiranih konstrukcionih čelika, budući da naša sirovinska, tehnološka i proizvodna baza ne može da prati trend razvoja i proizvodnje lakih oruđa zasnovanih na primeni skupih, visokokvalitetnih legura od lakih materijala. U odnosu na konkurentna rešenja sistem NORA-B52, po kriterijumu dejstva projektila na cilju ima istu efikasnost, a po kriterijumu tučene površine u rejonima dejstva je superiorniji.

Na prijemnim ispitivanjima gađanjem (svih oruđa NORA-B52-K0 serijske proizvodnje) u Srbiji, balističkim ispitivanjima na poligonu Crni Rt u Crnoj Gori i završnim ispitivanjima u zemlji kupca, prikupljeni su vrlo korisni podaci o ponašanju, funkciji i pouzdanosti sklopova oruđa, elemenata municije i sistema za upravljanje vatrom. Projektni tim je, na osnovu analiza rezultata ispitivanja, sačinio izveštaj u kojem je predložio investitoru da se radi poboljšanja pouzdanosti funkcije, jednostavnijeg održavanja i poboljšanja tehnologije izrade i montaže oruđa izvrše odgovarajuće modifikacije KD sklopova oruđa verzije K0. Rezime dorada svodi se na sledeće:

A) Izmene koje se odnose na celo oruđe:

– veća primena odlivaka i otkovaka (čeličnih i/ili aluminijumskih); na primer: razna kućišta, nosači, poluge, ručice, kašike donosača, nosači projektila i barutnih punjenja u kasetama i kontejnerima i drugo;

– zbog primenjene PLC tehnologije za automatizaciju pojedinih funkcija oruđa koristi se više tipova mikroprekidača; potrebno je izvršiti revizi-

³⁹ K0 – K znak da se koristi vozilo KAMAZ; 0 znak za klasičan sistem orijentacije oruđa u odnosu na sever.

ju mikroprekidača radi smanjenja broja tipova i povećanja pouzdanosti funkcije (posebno pri radu u vremenski različitim uslovima eksploatacije);

– zadržavajući koncept otvorene ugradnje naoružanja redizajnirati kabinu standardnog vozila i kabine komandira i nišandžije, sa ciljem da se dobiju robustniji zaobljeni oblici (na sastavima limova i/ili kutija) manje osetljivi na dejstvo udarnog talasa i sa manjim rizikom da se poslužiocci povrede na spojevima limova i kutija (razmotriti mogućnost da se navedene kabine izrađuju od staklo-plastike, uz delimično ojačanje limovima).

B) Izmene koje se odnose na pojedine sklopove:

– projektovati novi zadnjak većih dimenzija i mase (sa zatvorenim zadnjim ramom) da bi se izbegle elastične deformacije zadnjeg (sa leve strane otvorenog) rama zadnjaka pri opaljenju; navedena izmena bi uzrokovala odgovarajuće dorade zatvarača i bila bi praćena manjim doradama u mehanizmima za automatsko otvaranje i zatvaranje zatvarača i mehanizmu za automatsko punjenje kapisli i opaljivanje (sve u cilju povećanja pouzdanosti);

– izvršiti potrebno redizajniranje nedeljivih spojeva pokretne i nepokretne platforme, interfejsa za kretanje pokretne po nepokretnoj platformi i elementa/sklopova automatskog punjača, radi: (a) obezbeđenja veće krutosti pokretne platforme i smanjenja njene elastične deformacije pri statičkom opterećenju masom ugrađenih sklopova naoružanja i dinamičkom opterećenju pri opaljenju metka; (b) poboljšanja uslova i tačnosti pokretanja oruđa po pravcu; (c) poboljšanja tehnologije montaže i veće tačnosti pozicioniranja sklopova automatskog punjača na pokretnu platformu oruđa.

Naredna faza razvoja – verzija potpuno automatizovanog oruđa

U razvoju samohodne verzije artiljerijskog sistema NORA (počev od funkcionalnog modela oruđa NORA-B, pa do savremenog rešenja NORA-B52) bio je primenjen postupak postepenog dostizanja krajnje željenih borbenih svojstava, uz očuvanje osnovne koncepcije rešenja, uvođenje hardvera za automatizaciju novih funkcija ili uz modifikacije hardvera već automatizovanih funkcija radi poboljšanja ostvarenih performansi. Imajući u vidu realizovano rešenje verzije NORA-B52-K0, kao i svetske tendencije u domenu razvoja samohodnih artiljerijskih sistema, odnos cene i efikasnosti i aktuelne tehnološke i ekonomske mogućnosti domaće industrije, nameće se potreba da poslednja faza razvoja ovog samohodnog oruđa treba da bude verzija NORA-B52-K1 sa potpunom automatizacijom svih funkcija opsluživanja oruđa, a sa ciljem da se obezbedi ispunjenje sledećih zahteva i/ili operativnih zadataka:

– svako oruđe treba da ima mogućnost samostalne navigacije, orijentacije i sračunavanja elemenata gađanja na ciljeve koje mu je dodelio odabrani osmatrač (sa bilo kog osmatračkog mesta baterije ili divizion);

– skratiti ukupno vreme reagovanja sistema oruđa (otvaranje vatre po dolasku na vatreni položaj bez izlaženja članova posluge iz kabina);

- povećati brzinu gađanja pri izvršenju vatrenog udara sa 6 do 12 metaka;
- obezbediti režim istovremenog pada 4 ili više projektila na cilj;
- povećati pouzdanost rada glavnih automatizovanih funkcija oruđa;
- smanjiti broj članova posluge oruđa (sa 5 na 4); stoga razmotriti opravdanost smeštaja svih članova posade u produženu kabinu vozila, čime se pruža mogućnost redizajniranja automatskog punjača (povećanje broja projektila i barutnih punjenja u kasetama punjača, odnosno uklanjanje sklopa kontejnera za ostatak municijskog borbenog kompleta);
- rekonstrukcijom platforme koja nosi podsistem naoružanja i svih sklopova koji se na nju ugrađuju treba da se zadovolje zahtevi dozvoljene nosivosti šasije i osovinskog opterećenja pogonskih mostova standardnog vojnog terenskog vozila 8x8;
- interfonsku vezu komandira sa svim članovima posade integrisati sa komunikacionim podsistemom sistema za upravljanje vatrom.



Slika 13 – Ispitivanje jednog od serijskih oruđa 155 mm NORA-B52 pre isporuke kupcu – februara 2007. godine.

Opit gađanja na maksimalni domet sa projektilom ERFB-BB na poligonu Crni Rt u Crnoj Gori (vidljiv je plamen gasova na ustima cevi i trag sagorevanja goriva generatora gasa)

Figure 13 – Testing of one 155 mm NORA-B52 from serial production before delivery to buyer – February 2007.

Firing at the max range with the projectile ERFB-BB at the Crni Rt test ground in Montenegro (powder gas flame is visible at the barrel muzzle as well as the trace of BB unit combustion)

U skladu sa napred definisanom koncepcijom rešenja u postupku razvoja oruđa verzije K1 treba projektovati i realizovati dva nova sistema – automatizovani navigacioni sistem (ANS) i automatizovani sistem za upravljanje vatrom na oruđu, prema sledećim projektnim zahtevima:

Automatizovani navigacioni sistem (ANS)

Automatizovani navigacioni sistem namenjen je za brzo posedanje vatrenog položaja i tačno usmeravanje oruđa u komandovani azimut osnovnog pravca (AzOP) i treba da obezbedi:

- određivanje položaja (koordinata) stajne tačke oruđa i pravca geografskog severa,
- određivanje azimuta osnovnog pravca vozila $AzOP_v$ i dovođenje uzdužne ose vozila u $AzOP_v$,

- dovođenje oruđa na vatrenom položaju u AzOP i pamćenje vrednosti odstupanja zauzetog AzOP u odnosu na AzOP_v,
- posle svakog opaljenja treba tačno da se odredi nova vrednost AzOP (zbog pomeranja uzdužne ose vozila nakon opaljenja), izvrši korekcija i oruđe ponovo dovede u AzOP,
- komunikaciju sa PLC kontrolerom oruđa i GD preko standardnog serijskog interfejsa,
- prikazivanje određenih i izračunatih podataka na komandnim tablama komandira, vozača i nišandžije,
- neprekidno određivanje koordinate vozila u pokretu i prikaz na digitalnoj karti (navigacija po karti ili koordinatama) i pravca geografskog severa u toku marša,
- tačnost određivanja pozicije da bude < 12 m, a usmeravanja oruđa da bude < 0-01.

Ugradnju svih modula sistema ANS na određeno mesto oruđa NO-RA-B52-K1 i funkciju u svim uslovima dejstva oruđa treba rešiti u skladu sa tehničkim i eksploatacionim zahtevima za baterijski SUKV.

Automatizovani sistem za upravljanje vatrom na oruđu (ASUVO)

Automatizovani sistem za upravljanje vatrom na oruđu treba da ima mogućnost izbora načina gađanja cilja:

- po procedurama koje su realizovane na oruđu varijante K0 i
- po procedurama potpuno automatskog izvršenja komandi za otvaranje vatre, tj. da se automatski realizuju procesi (bez učešća članova posade) punjenja oruđa, usmeravanja cevi na cilj i opaljenja (u skladu sa generisanom komandom za otvaranje vatre).

Poželjno je, takođe, da se softversko rešenje SKUV obogati digitalizovanim ravanskim i trodimenzionim prikazivanjem taktičke situacije, kao i vizuelizacijom teatra operacija u realnom vremenu, i tako prevede na viši nivo – u sistem za upravljanje artiljerijskim borbenim dejstvima.

Automatizovani sistem za upravljanje vatrom na oruđu treba da obezbedi:

- automatski prijem elemenata gađanja od AFCCS (u obliku kako se daju za oruđe NORA-B52-K0) i prikazivanje podataka na komandnim tablama komandira (integrisana sa GD) i nišandžije;
- automatski prijem komandi sa AFCCS i poruka za vrstu paljbe, kao i prikazivanje komandi i poruka na komandnim tablama komandira i nišandžije;
- kontinualno merenje uglova pravca i elevacije cevi (na primer: pomoću optičkih apsolutnih enkodera uz mogućnost generisanja novih referentnih „nultih“ položaja za merenje uglova pomoću enkodera pri zauzimanju AzOP;
- korekciju orijentacije oruđa (usmerenja u AzOP zbog pomeranja oruđa posle opaljenja), automatski pomoću automatizovanog navigacionog sistema ili ručno (vrši nišandžija);

- korekcije orijentacije, merenje bočnog nagiba ramena kulevke i uzdužnog nagiba pokretne platforme vozila (na primer pomoću dvoosnog inklinometra, ...);
- automatsko zauzimanje elemenata gađanja, izvršenje punjenja oruđa (sa odabranim tipom projektila, upaljača i barutnog punjenja) i usmeravanje ose cevi na cilj (prema izračunatim / korigovanim vrednostima za elevaciju i pravac i zavisno od vrste paljbe);
- pripremanje, pamćenje i slanje (na zahtev sa komandnog mesta) podataka o realizaciji gađanja, stanju oruđa (ispravnost, granice dejstva,...) i stanju municije u kasetama i kontejnerima (vrsta, količina, temperatura baruta,...);
- prenos poruka i komandi između članova posade interfonskim putem;
- izbor načina rada (na zahtev komandira) pri punjenju oruđa i zauzimanju elementa gađanja (automatski ili poluautomatski kako je to već realizovano u verziji K0) i
- ravansku i prostornu vizualizaciju dejstava na nivou artiljerijskog divizionara i kreiranje sistema za upravljanje artiljerijskim dejstvima otvorenog za uključivanje u više nivoa planiranog ili postojećeg C4I sistema kod korisnika.

Moguće idejno rešenje za ANS

Optimalno idejno rešenje za realizaciju ANS na oruđu NORA-B52-K1 bilo bi da se ugrade modul GPS i modul inercionog navigacionog sistema (uz mogućnost izbora kombinovanog načina rada). Takva kombinacija rešenja je relativno skupa i zahteva komplikovanu i složenu ugradnju, pa je moguće jeftinije idejno rešenje (samo na bazi GPS). Više o pozicioniranju, orijentaciji i navigaciji artiljerijskih oruđa na bazi GPS čitalac se upućuje na literaturu pod [8] i [9].

Osnovne karakteristike mogućeg rešenja ANS treba da budu:

- određivanje stajne tačke (trenutni položaj), određivanje geografskog severa, navigacija (u pokretu), orijentacija oruđa u AzOP i prikaz parametara kretanja ili orijentacija na digitalnoj karti ili u obliku mesta koordinata na mrežnoj skici;
- mogućnost ažuriranja položaja stajne tačke;
- tačnost određivanja pozicije: 15 m ili 2,5 m (za slučaj dGPS);
- tačnost određivanja azimuta: < 0-018 za razmak između antena od 2 m;
- temperatura primene: -30°C do +60°C;
- ostali uslovi primene po MIL-STD 810E i MIL-STD 461-462.

Moguće idejno rešenje za ASUVO

U skladu sa postavljenim zahtevima za ugradnju ASUVO na oruđe NORA-B52-K1 idejno rešenje mora da se dopuni i uskladi sa novim modulima/sistemima. Za verziju K1 treba redizajnirati postojeće hardversko i softversko rešenje komandne table komandira i GD verzije oruđa K0.

Modul ANS treba ugraditi na pogodno i pregledno mesto u kabini vozača, polazeći od pretpostavke da će u verziji oruđa K1 komandir biti na mestu suvozača u kabini vozila.

Osnovne karakteristike mogućeg rešenja ASUVO treba da budu:

- digitalna ravanska i prostorna vizualizacija borbenih dejstava na nivou baterije i artiljerijskog divizionara;
- automatski prijem elemenata gađanja sa GD;
- automatski prijem (generisanje) komandi i signala;
- mogućnost izbora načina rada (automatizovano ili ručno);
- mogućnost merenja uglova pravca i elevacije sa tačnošću do 0-002 u celom sektoru dejstva i zauzimanja pravca i elevacije sa tačnošću 0-005 do 0-01;
- mogućnost merenja uglova nagiba sa tačnošću od 0-005; mogućnost generisanja referentnih „0“ za enkodere i prikaz trenutne izmerene vrednosti i zadane vrednosti;
- tačnost orijentacije i zauzimanja AzOP sa greškom do 0-015;
- automatsko generisanje signala gotovosti i podataka o realizaciji gađanja;
- temperatura primene: -30°C do $+60^{\circ}\text{C}$;
- ostali uslovi primene po MIL-STD 810E i MIL-STD 461-462;
- da izdržava udare i ubrzanja pri gađanju (na mestu ugradnje) sa svim tipovima municije iz borbenog kompleta;
- ostali zahtevi isti kao za realizovano rešenje verzije NORA-B52-K0.

Dalji razvoj sistema oruđa NORA-B52

Dalji razvoj samohodnih oruđa vatrene podrške zasigurno će slediti tendencije: povećanja dometa, povećanja preciznosti i tačnosti sistema municija-oruđe, ostvarivanja veće pokretljivosti oruđa na terenu i višeg nivoa taktičke pokretljivosti, skraćivanja vremena reagovanja, smanjenja broja članova posade, uvođenja u upotrebu novih tipova municije posebne namene sa ciljem da se oruđa podrške osposobe i za duge namene (neutralisanje oklopljenih ciljeva na velikim daljinama, gađanje pokretnih ciljeva). Navedeni trendovi će se ostvariti većim stepenom robotizacije i automatizacije funkcija sklopova oruđa, grafičkim prikazom borbene situacije na svakom oruđu, uvođenjem u upotrebu novih osmatračkih i drugih senzora u sistem za upravljanje vatrom (radar za merenje početne brzine projektila, bespilotna letelica i drugo), primenom novih materijala i tehnologija za izradu vitalnih delova oruđa, primenom novih senzora i tehnologija u projektovanju i proizvodnji pametne municije.

Koncept otvorene ugradnje naoružanja je danas uglavnom prihvaćen od većeg broja vodećih vojnotehnoških zemalja sveta (Francuska, Švedska, Izrael, JAR i druge), te je sa taktičkog aspekta takav koncept prihvatljiv i za izvoz i za VS. Koncept otvorene ugradnje je tim pre prihvatljiv za oruđa

velikog dometa, koja po potencijalnim ciljevima djeluje sa pripremljenih položaja udaljenih za oko 2/3 najvećeg dometa od prednjeg položaja protivničkih trupa i ciljeva. Sve navedeno dokazuje da zahtev oklopljavanja naoružanja, posade i municije (koji se nalaze na šasiji vozila) ili zahtev kupolne ugradnje naoružanja nije taktički opravdan, a istovremeno bitno povećava cenu proizvoda i narušava druge taktičke performanse samohodnog oruđa (brzina na maršu, prohodnost van puteva, mogućnost vazdušnog transporta, otežano opsluživanje oruđa u borbi, složeno i skupo održavanje).

Ipak, „Jugoimport-SDPR“ je tokom 2009. godine započeo razvoj i izradu prototipa samohodnog oruđa NORA-B52 verzije K1,⁴⁰ sa rešenjem koje radikalno napušta koncept otvorene ugradnje naoružanja već primenjen na verziji K0. Na osnovu podataka objavljenih o tom rešenju [10] autori članka tu verziju oruđa promovisu kao oruđe „NORA treće generacije“ pri čemu čine bitne stručne i činjenične greške. Naime, u svetu (pa i kod nas), uobičajeno je da se artiljerijska oruđa generacijski klasiraju prema balističkom sistemu u kome su projektovana. Stoga, samohodna top-haubica 152 mm NORA-B je već pripadala oruđima treće generacije (balistički sistem baziran na korišćenju cevi dužine 45 kalibara), a samohodna top-haubica 155 mm NORA-B52-K0 pripada oruđima četvrte generacije (balistički sistem baziran na korišćenju cevi dužine 52 kalibara). Sva oruđa koja pripadaju porodici NORA-B52 mogu se dalje smatrati samo verzijama oruđa četvrte generacije. Shodno tome, prototip oruđa NORA-B52-K1 koga razvija Jugoimport-SDPR može biti samo nova verzija oruđa porodice NORA-B52, *pod uslovom da je zadržana osnovna koncepcija rešenja – otvorena ugradnja naoružanja na platformu terenskog vozila (koncept TMG).*

U članku pod [10] navodi se da je oruđe NORA-B52-K1 realizovano sa potpunom balističkom zaštitom⁴¹ sklopova kabine vozača, kupole naoružanja, municijskog kontejnera i rezervoara od dejstva streljačkog oružja i parčadnog dejstva artiljerijskih projektila (prema STANAG 4569, nivo II prednja i zadnja strana i nivo I bočne strane) i od dejstva protivoklopnih mina (prema STANAG 4569, nivo 2A i 2B). Ukoliko je pozivanje na navedene STANAG norme tačno, za oklopljavanje kabine i kupole bi trebalo da se koriste pancirne ploče debljine 6 mm i 8 mm da bi štitele od dejstva streljačke municije 7,62 x 51 NATO i 7,72 mm x 39 API BZ ruske proizvodnje sa rastojanja od 30 metara. Međutim, sa tom debljinom primenjenih pancirnih ploča nije obezbeđena zaštita od dejstva parčadi artiljerijske municije, što je potencijalno češći slučaj od dejstva streljačkim oružjem! Nije jasno koji su delovi vozila zaštićeni i na koji način od dejstva protivoklopnih mina (sa masom eksploziva ≥ 6 kg) što odgovara navedenom nivou zaštite?

⁴⁰ Saradnja autora sa „Jugoimport-SDPR“, u svojstvu rukovodioca projekta NORA, je prekinuta na kraju 2008. godine, posle uspešnog završetka realizacije izvoza sistema oruđa NORA-B52-K0. Koncept koga „Jugoimport-SDPR“ nudi u verziji koju je nazvao NORA-B52-K1 bitno odstupa od koncepcije po kojoj je prepoznatljiv brend oruđa NORA-B52 (koga i dalje koristi bez valjanog tehničkog opravdanja!).

⁴¹ Realizovano rešenje neodoljivo podseća na „dvostrbu kamilu“, jer se do njega došlo samo spoljnim oklopljavanjem sklopova oruđa verzije K0.

Ukoliko je navedena zaštita sprovedena (a čak i da jeste ona nije dovoljna) masa oruđa je povećana za više od 6000 kg, te se neminovno nameće potreba projektovanja specijalne šasije vozila, jer nijedno vojno terensko vozilo 8x8 nije projektovano za tako velika opterećenja prednjih i zadnjih mostova vozila. Povećana masa vozila bitno će smanjiti prohodnost vozila pri kretanju na terenu (konstatacija da je povećana mobilnost oruđa ne može da bude tačna!), a biće smanjena i brzina kretanja na putevima (i podatak o maksimalnoj brzini od 90 km/h treba uzeti sa rezervom). O radnom veku i pouzdanosti nesumnjivo preopterećene kamionske šasije ne treba ni govoriti. Očigledno je, dakle, da je insistiranje na oklopnoj zaštiti u koliziji sa potrebom ponderisane optimizacije svih uticajnih borbenih karakteristika sistema oruđa, a potpuno neprihvatljiva sa stanovišta cena–efikasnost. Uostalom, teško je naći relevantno taktičko opravdanje za koncepciju i filozofiju borbene upotrebe artiljerijskog sistema čiji je domet veći od 40 km u uslovima urbanog ratovanja ili bilo koje druge situacije u kojoj će biti izložen dejstvu streljačke municije.⁴² Posebno je problematična zaštita od dejstva protivtenkovskih mina klasične kamionske šasije koja nema nikakvu podnu oblogu niti nezavisno oslanjanje točkova!



Slika 14 – Samohodno oruđe NORA-B52-verzija K1 u marševskom položaju
Lažna dilema za projektante i korisnike – otvorena ili kupolna ugradnja?
Dve kupole na jednoj šasiji – zašto?

Figure 14 – NORA-B52-K1 SP weapon in traveling position.

False dilemma for designers and users – open mounted armament or turret mounted armament? Two turrets mounted on one chassis – Why?



Slika 15 – Samohodno oruđe NORA-B52-verzija K1 u borbenom položaju
Oklopljenost sklopa naoružanja je suvišna.
Zadržati oblik prednjeg dela oruđa za smeštaj posade

Figure 15 – NORA-B52-K1 SP weapon in firing position. Weapon assembly armour is not necessary. Keep the shape of the vehicle front part for crew accommodation

⁴² Francuski sistem 155/52 mm CAESAR, mase manje od 20 000 kg, nema apsolutno nikakvu zaštitu posluge (koja pri gađanju stoji na tlu), a ipak je uveden u operativnu upotrebu u više zemalja i njegove performanse koriste se kao osnova za definisanje taktičko-tehničkih zahteva za nabavke kod novih, potencijalnih kupaca.

Ako potencijalni korisnik (VS ili neki strani partner) izričito traži kupno rešenje samohodnog oruđa podrške na točkaškom vozilu treba usvojiti koncept rešenja slovačkog oruđa 155 mm ZUZANA na specijalnoj (a ne standardnoj) šasiji vozila 8x8. Pri tome, da bi automatski punjač mogao da se koristi pri svim uglovima elevacije, treba napustiti koncept korišćenja sklopova topa 130 mm M46, odnosno umesto koritaste klevke treba projektovati cilindričnu klevku obujmnog tipa (po ugledu na klevku oruđa NORA-A), jer se tako skraćuje rastojanje od donosača projektila i barutnog punjenja do ramena klevke, što je uslov za kompaktno rešenje punjača i nižu visinu vatrene linije.

Zaključak

Program, koncept i obim modernizacija u nastavku razvoja sistema oruđa NORA-B52 treba usaglasiti sa potrebama nove organizacije Vojske Srbije (i potencijalnih stranih korisnika), kao i sa ograničenim finansijskim resursima u dugoročnom planu opremanja VS. Prema podacima objavljenim na internet sajtu, VS ima ukupno 16 diviziona artiljerijskih oruđa (u kalibrima 122 mm, 130 mm i 152 mm), a od toga samo 4 divizona samohodnih oruđa (122 mm). Najveći domet naših oruđa je u rasponu od 15,3 km (122 mm), 24 km (152 mm), 27 km (130 mm), do 31 km (uz pretpostavku da se deo municije 130 mm remontuje i modernizuje ugradnjom generatora gasa, čiji je razvoj ranije završen). Iz navedenog sledi da su potencijalne potrebe VS:

- povećanje broja samohodnih diviziona sa 4 na najmanje 8, odnosno da se proizvedu i uvedu u naoružanje 4 divizona samohodne top-haubice 155 mm NORA-B52,
- povećanje najvećeg dometa do 41 km (uvođenjem divizona NORA-B52).

Predlog modernizacije usaglašen je sa finansijskim resursima već samom koncepcijom rešenja sistema oruđa NORA-B52. Naime, kao što je već rečeno, koncept otvorene ugradnje naoružanja je usvojen (pored ostalog), jer je takva opcija samohodnog oruđa znatno jeftinija od drugih razmatranih rešenja. Dopunski, vodilo se računa da raspolažemo većom količinom vučenih topova 130 mm M46, čiji se sklopovi naoružanja mogu koristiti u verziji NORA-B52. Jedini taktički nedostatak ove opcije jeste korišćenje sklopa „koritaste“ klevke, što ima za posledicu da automatski punjač oruđa NORA-B52 zahteva da se za ispaljivanje narednog projektila cev oruđa dovodi u elevaciju oko 40°, čime se vreme jednog ciklusa povećava za nekoliko sekundi, odnosno moguće je ostvariti brzinu gađanja od 4 metaka/minut. Insistiranje na većim brzinama nije imperativno, jer sa navedenom brzinom vatreni udar sa 8 metaka može da se izvrši za 2 minuta, a zatim da se u naredna 2 minuta napustiti vatreni položaj i tako izbegne moguće dejstvo protivničke artiljerije.

Na osnovu prethodno izvršene analize može se zaključiti da rešenje koje „Jugoimport-SDPR“ nudi za verziju NORA-B52-K1 nije konceptijski i tehno-ekonomski prihvatljivo i da se treba vratiti koncepciji otvorene ugradnje naoružanja. Pri tome, polazno idejno rešenje oruđa pune automatizacije otvara mogućnost za smanjivanje broja članova posade, a time i za poboljšanje arhitekture i smanjenje mase otvorenih sklopova oruđa. Naime, u verziji K1 svi članovi posade se mogu smestiti u produženu kabinu vozila, a oslobođen prostor na pokretnoj platformi (na kojem su u verziji K0 bile kabine za komandira i nišandžiju) treba iskoristiti za produženje kasete projektila i barutnih punjenja i u njih smestiti kompletan borbeni komplet (uz preporuku da se on smanji na samo 24 umesto 36 metaka). Time kontejner za dopunsku municiju postaje suvišan, pokretna platforma se primiče ka kabini vozila, čime se dobija prihvatljiviji raspored masa koje opterećuju prednje i zadnje mostove vozila. Oruđe bi tako imalo bolje manevarske sposobnosti pri kretanju na terenu sa većim usponom, a ukupna masa oruđa sa posadom i borbenim kompletom smanjila bi se na oko 25 do 26 tona (što je za oko 3 tone manje u odnosu na realizovanu verziju K0, a čak 8 do 9 tona manje u odnosu na verziju K1 koju nudi „Jugoimport-SDPR“).

U postupku realizacije samohodnog oruđa 155 mm verzije NOR-B52-K1 najpre treba doraditi KD za oruđe verzije K0, a paralelno s tim završiti razvoj sledećih podсистema radi kompletiranja artiljerijskog sistema 155 mm:

- sistem za upravljanje vatrom integrisati sa predlozima za automatsko usmeravanje cevi oruđa na pravac severa, automatsko određivanje azimuta pravca i automatsko navođenje cevi oruđa (po elevaciji i pravcu) na odabrani cilj,

- nastaviti započeti razvoj bi-modularnih barutnih punjenja, prema već usvojenim polaznim zahtevima, saglasno usvojenom balističkom sistemu za cevi dužine 52 kalibara, a koja se mogu koristiti (sa odgovarajućim redukcijama broja modula) i iz cevi dužine 45 i 39 kalibara,

- nastaviti započeti razvoj (sa firmom EdePro) novog projektila 155 mm RA-BB sa ugrađenim raketnim motorom i generatorom gasa. Projektovani domet novog domaćeg projektila oznake tipa RA-BB bi bio oko 50 km iz cevi dužine 52 kalibara sa postojećom zapreminom barutne komore. Novim balističkim rešenjem, sa barutnom komorom zapremine 25 dm³, domet bi mogao da se poveća do oko 55 km,

- proširiti municijski komplet razvojem i uvođenjem u upotrebu osvetljavajućeg i dimnog projektila na bazi našeg standardnog razornog projektila 155 mm M88,

- ambicije da se samostalno razvija kasetni projektil 155 mm nisu opravdane ni realne. Važno je istaći da već iz postojećeg oruđa verzije NORA-B52-K0 može da se lansira ruski sistem KRASNOPOLJ u kalibru 155 mm, laserski navođen za završnom delu putanje. Time bi (ukoliko to korisnici budu tražili) sistem oruđa NORA bio osposobljen za dejstvo protiv oklopljenih ciljeva na velikim daljinama (15 do 20 km).

Svakako, pre nastavka razvoja sistema oruđa sa potpunom automatizacijom treba da se izvrši usaglašavanje TTZ sa zahtevima VS. Na taj način investitor („Jugoimport-SDPR“) i potencijalni korisnik (MO, odnosno VS) sa jasnim obavezama ulaze u realizaciju projekta, uz bitnu marketinšku prednost da se za izvoz nudi sistem oruđa koji je *usvojen za potrebe VS*. Razvoj sistema oruđa vodio bi investitor, uz aktivno učešće VTI i TOC (kojima bi MO otvorio funkcionalni zadatak) na poslovima razvoja i ispitivanja, a realizaciju bi vršila preduzeća iz grupe odbrambenih tehnologija (imenovana za nosioce proizvodnje, finalizacije i integracije glavnih podsistema oruđa).

Imajući u vidu dostignuti stepen razvoja sistema oruđa NORA-B52 procenjuje se da bi za izradu PT oruđa, nulte serije municije sa projektilima tipa ERFB-BT i ERBF-BB (oko 500 komada metaka) i baterijskog SKUV realno bilo potrebno oko 12 do 16 meseci. Interna, završna i trupna ispitivanja trebalo bi izvršiti po svim procedurama Pravilnika o opremanju VS sredstvima NVO, čime bi se fazno stvarali realni taktički, tehnološki i proizvodni uslovi za opremanje VS (odnosno stranih korisnika) respektabilnim artiljerijskim sistemom oruđa. Po uspešno izvršenom završnom ispitivanju donela bi se *odluka o uvođenju sistema oruđa u naoružanje VS*, a opremanje bi se vršilo prema dinamičci obezbeđenja budžeta za finansiranje plana dugoročnog opremanja VS.

Konačno, razvoj i proizvodnju artiljerijskih sistema naoružanja treba organizovati prema proverenim tehnološkim procedurama i odredbama Pravilnika o opremanju VS sredstvima NVO. Pri tome je presudan uticaj menadžmenta svake kompanije da moguće rizike izbegne, odnosno sveđe u prihvatljive norme [11].

Literatura

[1] Stamatović, A.: *Vojna privreda druge Jugoslavije 1945–1991.*, Vojnoizdavački zavod, 2001, Beograd.

[2] „Raketna ili klasična artiljerija u savremenim uslovima“, Materijali sa okruglog stola održanog 2.jula 1975. u Beogradu, Kumulativna naučno-tehnička informacija broj 31, VTI, oktobar 1975., Beograd.

[3] Paligorić, A.: Prethodna analiza „Novo oruđe vatrene podrške kalibra 152-155 mm“, Reg. broj 02-25-093, 1975, VTI, Beograd.

[4] Paligorić, A.: Program realizacije „Konverzija topa 130 mm M46 u top 155 mm M46/84“, Reg. broj 02-25-194, 1985, VTI, Beograd.

[5] Paligorić, A.: Program realizacije „Oruđe vatrene podrške 152 mm NORA“, Reg. broj 02-25-145, 1978, VTI, Beograd.

[6] Paligorić, A.: Prethodna analiza „Samohodna top-haubica 152 mm NORA-B“, Reg broj 02-25-185, 1984, VTI, Beograd.

[7] Paligorić, A., Vujičić, N.: „Samohodni top-haubica 155 mm NORA-B52“, *Novi glasnik*, broj 2, april-jun 2006, Vojnoizdavački zavod, Beograd.

[8] Radojević, S., Čurčić, J.: „Razvoj globalnih satelitskih navigacionih sistema“, *Vojnotehnički glasnik (Military Technical Courier)*, Vol. 57, No. 3, pp 111-126, ISSN 0042-8469, UDK 623+355/359, Beograd, 2009.

[9] Sekulović, D., Đurković, V., Milošević, M.: „Pozicioniranje, orijentisanje i određivanje daljine do cilja na samohodnom višecrevnom raketnom lansirnom sistemu korišćenjem GPS i elektronskih karata“, *Vojnotehnički glasnik (Military Technical Courier)*, Vol. 58, No. 3, pp 32-46, ISSN 0042-8469, UDK 623+355/359, Beograd, 2010.

[10] Lijaković, A., Marinković, P.: „NORA treće generacije“, YU Report, Jugimport-SDPR, broj 29, jun 2010, str. 46-53, Beograd.

[11] Jovanović, D.: „Upravljanje rizicima u proizvodnji naoružanja i vojne opreme“, *Vojnotehnički glasnik (Military Technical Courier)*, Vol. 58, No. 1, pp 5-12, ISSN 0042-8469, UDK 623+355/359, Beograd, 2010.

ANALYSIS OF THE DESIGN CONCEPT OF “NORA” FAMILY ARTILLERY WEAPONS

FIELD: Mechanical Engineering (Engineering Design,
Automation Control Systems)

Summary:

The development of the NORA family started as far as back to 1976 at the Military Technical Institute of the Yugoslav's People's Army. The programme covered development of several types of the main artillery weapon: the 152 mm NORA-A towed gun-howitzer, the 152 mm NORA-B self-propelled gun-howitzer and the 152 mm gun-howitzer with APU. Under the same programme, the conversion of the Russian 130 mm towed gun M46 into the 155 mm M46/84 gun (for export needs) and the 152 mm M46/86 gun respectively (for the needs of the YPA) was completed. Only the 152 mm M84 (NORA-A) towed howitzer was introduced in service, while the development of the NORA-B and NORA-C weapons was carried on until 1992. After it had been suspended for many years, the development of the NORA-B weapon was continued in 2003, followed by serial production of the 155 mm NORA-B52 self-propelled system for the export needs.

Introduction & History of the NORA Programme

The programme aimed at modernizing the YPA artillery (adopted in 1975) anticipated radical changes in the organization and equipping the units with new weapons, and more specifically envisaged to: reduce the number of calibres to three (122 mm, 130 mm, 152 mm); replace the 105 mm and 155 mm towed howitzers with the 122 mm and 152 mm howitzers; introduce the 122 mm self-propelled weapons in the formation of mechanized units (a certain number of Russian self-propelled howitzers was purchased to that effect) and the 152 mm self-propelled weapons (through local development).

The paper gives the chronology of the NORA programme, with an overview of the fundamental historical, tactical-technical and technological aspects related to the creation and development of the

NORA-A, NORA-B, NORA-C weapons and the 152/155 mm converted guns. It has pointed out how important it is to introduce in operational service artillery weapons of the second ballistic generation (powder chamber of 18 l volume and barrel of 39/40 caliber length), the third generation (powder chamber of 23 l and barrel of 45/46 caliber length), and the fourth generation (powder chamber of 23 l and barrel of 52 caliber length). The development of the NORA-B self-propelled weapon is explained in detail, with an overview of possible design concepts (tracked vehicle with turret-mounted armament, wheeled vehicle with turret-mounted armament and wheeled vehicle with open-mounted armament). The paper mentions that as early as 1984 and for the first time in the world, a concept of open truck-mounting of 152/155 mm armament was adopted and implemented on a platform of a wheeled vehicle of 8x8 formula. In the years that followed, this concept was broadly adopted and acknowledged as a TMG concept (Truck Mounted Gun).

The Philosophy of Use of NORA Family Weapons

It is common to all weapons of the NORA family that they belong to the main calibre of army fire support, and may be executed in calibres of 152 mm or 155 mm respectively (by mere replacement of barrel), depending on the military and political choice made by the user. The only difference may be found in the philosophy of using the weapons that is typical for either towed or self-propelled weapons. All weapons of the NORA family have been designed so as to meet as much as possible the basic requirements of the principles that govern the use of artillery: achieving the longest possible range while preserving or even increasing the projectile target effectiveness and, reducing the weapon mass as much as possible without decreasing the projectile energy at the barrel muzzle. The extent of fulfilment of the said requirements has been analyzed by computation of the main technical and combat characteristics and properties (as shown in Table 1).

Analysis of the Design Concept used for the 152 mm NORA-A Towed Gun-Howitzer

In the process of upgrading our artillery, the main tactical requirement has been to replace the American 155 mm M114 howitzer and its locally produced copy, the 155 mm M65, with a more up to date weapon that would be developed based on the Russian 152 mm D-20 gun. Accordingly, the preliminary solution of the new NORA-A weapon system reflected the need to obtain a new weapon of significantly longer range with the minimum changes made on D-20 gun assemblies and to enable firing with upper angles thanks to the increase of elevation field action. Briefly, the idea was to convert the Russian D-20 gun into a long range and high fire power gun-howitzer. The attained tactical advantages of the NORA-A weapon are indicated in Table 1 of this paper.

Analysis of the Design Concept of the NORA-B Self-Propelled Gun-Howitzer

The concept and the preliminary solution of the NORA-B self-propelled weapon were initiated by: the tactical requirement to reduce the length of the weapon-towing vehicle tandem length on the march, which is considered to be one of the shortcomings of towed artillery weapons; the requirement to use a locally made vehicle (the FAP 2832 off-road vehicle, formula 8x8 was adopted); the requirement to have maximum unification of subsystems and assemblies of the NORA family (achieved by modular integration of all assemblies moving in traverse taken over from the 152 mm NORA-C prototype (PT) that had already been executed); the need to reasonably decrease the price and reduce the production period (by using the assemblies of the available 130 mm M46 guns - cradle, counter-recoil unit, sighting devices). Based on these design imperatives, the designers had to opt for integration of design solutions used in weapon main subsystems (such as armament, hydraulic subsystem, power supply subsystem, optoelectronic subsystem) with a chassis of an available off-road vehicle. To be able to do it, they had to use a newly designed assembly of a bell type carriage housing with roller bearing of large diameter, mounted in a newly designed additional frame to which the trails for weapon suspension at firing are attached.

The main requirements behind the philosophy of weapon use (shorter time of weapon response before opening fire, reduced fatigue and safe operation for the crew), were to be met by an adequate automation of Weapon serving functions. It has been achieved with the adopted design solution and an adequate designing of NORA-B functional model (FM) assemblies (as described in the paper).

Manufacture and testing of the NORA-B52 PT weapon – important modifications, while preserving the TMG concept.

On the basis of serious technical analyses, it has been concluded that the NORA-B52 PT weapon should and may be executed only and uniquely on condition that the TMG concept is maintained, but also subject to eliminating deficiencies established during the tests of the NORA-B FM weapon and further increasing the degree of automation. The paper has systematized modifications and improvements made on the NORA-B52 weapon, the most important ones being the introduction of: a system of vehicle semi-elastic suspension at firing of rounds, an automatic loader of projectiles and monoblock propellant charges and a unit for automatic loading and firing of primers. The increased scope of weapon's automated functions necessitated that the electrical equipment of the FM weapon (of relay type) be replaced on the PT weapons with PLC technology for automation of the armament subsystems. The introduction of PLC controllers on the weapon necessitated to perform its integration and ensure communication with the battery FCCS through the GD. The imposed contractual requirements

made it necessary to use the chassis of Kamaz 8x8 vehicle instead of the FAP vehicle. The paper describes the results achieved and experience gained during the tests of PT weapons.

Assessment of the NORA-B52-K0 Weapon, Series Production Version

The launching of the series production of the NORA-B52 weapon was conducted in a procedure dictated by the obligations assumed under an export contract, with partial overlapping between the stage of PT testing and the stage of launching the first lot and successive rework of the design documentation. In the course of the series production in the LOLA-SYSTEM Company, the industrial level of the product was markedly improved with each new lot as the technological documentation was drafted and a part of tools made, necessary equipment purchased and the production personnel educated. The version of the design concept adopted for the series production was referenced as NORA-B52-K0. Rework of the design documentation is suggested for the purpose of further series production of the K0 version of the weapon.

The Next Stage of Development– Full Automation Weapon Version

The development of the NORA-B self-propelled weapon has been based on the procedure of progressive achievement of the expected combat properties. The status of the implemented solution of the NORA-B52-K0 weapon version and current technological and economic capabilities of the local industry constitute good grounds for the next stage of development of this self-propelled weapon, which should result in the NORA-B52-K1 weapon version featuring full automation of all weapon serving functions. The tactical and technical requirements for operational missions of the K1 version have been suggested with a statement that, while maintaining the concept and almost all assemblies of the K0 version, it is necessary to design and execute two more new systems – automated navigational system and fire control system on the weapon. Design requirements have been stated and possible solutions of new systems indicated.

Further Development of the NORA-B52 Weapon System

Having in mind world tendencies in the future development of self-propelled weapon systems intended for fire support, the procedures have been mentioned of how to materialize these trends. It has been stated that the concept of open mounting of armament is nowadays accepted by a considerable number of countries worldwide (France, Sweden, Israel, South Africa, and others), and that it is also convenient for the Military of Serbia.

However, Yugoimport-SDPR Company started the development of an armoured self-propelled NORA-B52 PT weapon in 2009, with the aim to provide ballistic protection for the assemblies accommodated in the driver's cabin, for the turret-mounted armament, ammunition container and fuel tank from the effects of small arms and fragmentation effects of artillery projectiles. So, the TMG concept was thus abandoned on the version of armoured PT weapon. Also, it has been stated that

armour protection would substantially increase the mass of the NORA-B52 weapon (by about 6 tons) without providing the proclaimed level of protection in compliance with STANAG 4569.

Conclusion

The programme, the concept and the scope of upgrades in further development of the NORA-B52 weapon system should be harmonized with the needs of the new organization of the Military of Serbia (and prospective foreign users), and with limited financial resources in the long term plan for equipping the Military of Serbia. Based on data published on the official Internet site of the Military of Serbia concerning the structure and number of artillery battalions in the Military of Serbia, a general upgrade programme has been suggested. It should be implemented by increasing the number of self-propelled battalions and the maximum range up to 41 km, with an objective to introduce in service few battalions armed with the NORA-B52-K1.

Based on the previously made analysis, it may be concluded that the solution offered by Yugoimport-SDPR for the NORA-B52-K1 version is not acceptable for conceptual and techno-economic reasons; consequently, the concept of an open mounting of armament should be brought back. It has been established that the initial preliminary solution of a fully automated weapon version referred to as K1, proposed by the author of this paper, opens the possibility to reduce the number of crews and thus improve the architecture and reduce the mass of weapon. In such a way, the total mass of K1 weapon version would be reduced to about 25 to 26 tons (which is by 3 tons less compared to the executed version K0, and even 8 to 9 tons less compared to K1 version offered by Yugoimport-SDPR).

It has been suggested that, in parallel with the development of the K1 weapon version, the development of a large number of subassemblies should also be carried out, for the purpose of completing the 155 mm artillery system (new types of ammunition and ammunition elements and the fire control system). A proposal has been presented as to the procedure under which the NORA-B52 artillery weapon, version K1 (full automation) would first be adopted for the needs of the Military of Serbia, and subsequently, after the conditions have been met for that, a Decision on introducing the subject weapon system in the Military of Serbia would be made.

Key words: artillery weapon, gun, howitzer, projectile, propellant charge, modular charges, igniters, primer, fire control systems.

Datum prijema članka: 24. 12. 2010.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 28. 01. 2011.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 30. 01. 2011.