

МИНИСТАРСТВО ОДБРАНЕ
УНИВЕРЗИТЕТ ОДБРАНЕ
ВОЈНА АКАДЕМИЈА

ОПТИМИЗАЦИЈА АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТрене ПОДРШКЕ
У ОПЕРАЦИЈАМА ВОЈСКЕ СРБИЈЕ ПРИМЕНОМ
ГЛОБАЛНОГ ПОЗИЦИОНОГ СИСТЕМА
ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

МЕНТОР

генерал-мајор у пензији
др Митар Ковач, ред. проф

КАНДИДАТ

капетан
мр Дамир Пројовић

Београд, 2015.

***Од циља води хиљаду путева,
до циља само један.***

Мишел де Монтењ, 1533-1592.

Дисертација је урађена уз значајну подршку и помоћ мојих уважених колега, сарадника и породице.

Велику захвалност дугујем свом ментору, редовном професору др Митру Ковачу, на указаном поверењу, разумевању, стрпљењу, добронамерним саветима и несебичној помоћи у успешном савладавању недоумица и проблема током израде тезе. Захваљујем се професору др Самеду Каровићу, чије су сугестије и усмерења допринеле да се дисертација формира у овом облику.

Посебну захвалност упућујем колегама мр Кокeљ Тугомиру и пп Куртов Дејану, на пруженој подршци у кључним фазама истраживања.

И на крају, као писани траг неизмерне захвалности, ову дисертацију посвећујем својим родитељима Милици и Милуну, брату Борису, супрузи Ивани и ћеркама Анђели и Невени, јер су са пуно разумевања и одрицања, у сваком тренутку безусловно подржавали и бодрили сваку моју животну амбицију.

САДРЖАЈ

УВОД.....	7
1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА	7
2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА.....	12
3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА	13
4. ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	14
5. НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА.....	15
6. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА	16

І ДЕО

ОПШТИ ПРИСТУП ИСТРАЖИВАЊУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У ОПЕРАЦИЈАМА ПРИМЕНОМ ГЛОБАЛНОГ НАВИГАЦИОНОГ САТЕЛИТСКОГ СИСТЕМА

1. ПОЈАМ ВОЈНЕ ОПЕРАЦИЈЕ.....	17
1.1. Карактеристике савремених војних операција	18
1.2. Класификација операција	20
1.3. Основни конститутивни елементи операција	23
1.4. Структура и садржаји операција	27
2. АРТИЉЕРИЈСКА ВАТРЕНА ПОДРШКА У БОРБЕНИМ ОПЕРАЦИЈАМА....	30
2.1. Опште одредбе артиљеријске ватрене подршке	31
2.2. Карактеристике артиљерије за подршку	34
2.3. Командовање и управљање артиљеријском ватром	35
2.4. Артиљеријски циљеви	44
2.5. Артиљеријска ватрена подршка у нападним операцијама.....	48

2.6. Артиљеријска ватрена подршка у одбрамбеним операцијама.....	51
3. ГЕОТОПОГРАФСКО ОБЕЗБЕЂЕЊЕ АРТИЉЕРИЈЕ У ОПЕРАЦИЈАМА	57
3.1. Геотопографско обезбеђење	57
3.2. Основне одредбе топографско-геодетске припреме	59
3.2.1. Топографско-геодетска припрема на потпунијој основи	60
3.2.2. Топографско-геодетска припрема по карти	64
3.3. Страна решења геотопографског обезбеђења	65
3.3.1. Одређивање координата применом глобалног позиционог система.....	69
3.3.2. Усмеравање артиљеријских оруђа у основни правац применом глобалног позиционог система	71
4. ГЛОБАЛНИ НАВИГАЦИОНИ САТЕЛИТСКИ СИСТЕМ	70
4.1. Руски глобални навигациони сателитски систем	71
4.2. Амерички глобални навигациони сателитски систем	74
4.3. Европски глобални навигациони сателитски систем	75
4.4. Теоријске основе глобалног навигационог сателитског система.....	76
4.4.1. Примена глобалног навигационог сателитског система	76
4.4.2. Предности и недостаци глобалног навигационог сателитског система	80
4.5. Методе и карактеристике позиционирања	81
4.5.1. Методе апсолутног позиционирања.....	81
4.5.2. Методе релативног позиционирања.....	84
4.6. Извори грешака у мерењима	87

II ДЕО

АНАЛИЗА ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТрене ПОДРШКЕ ПРИМЕНОМ ГЛОБАЛНОГ НАВИГАЦИОНОГ САТЕЛИТСКОГ СИСТЕМА

1. ПОТПУНА ПРИПРЕМА ПОЧЕТНИХ ЕЛЕМЕНАТА ЗА ГАЂАЊЕ ПРИМЕНОМ ГЛОБАЛНОГ ПОЗИЦИОНОГ СИСТЕМА	91
1.1. Сумарна грешка потпуне припреме почетних елемената за гађање.....	92
1.2. Рејон могућег положаја циља по завршеној потпуној припреми почетних елемената за гађање	96
1.3. Утицај тачности потпуне припреме почетних елемената на извршење групног гађања.....	98

1.4. Грешке при извршењу групног гађања једним оруђем	99
1.5. Грешке при извршењу групног гађања водом-батеријом	101
1.6. Вероватноћа погађања циља	102
1.7. Утицај тачности припреме почетних елемената на величине границе зона сигурности.....	103
2. ОПТИМИЗАЦИЈА УТРОШКА ПРОЈЕКТИЛА	106
3. ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ	109

III ДЕО

НИВО ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У НАПАДНОЈ И ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

1. УТИЦАЈ РЕЛАТИВНОГ ПОЗИЦИОНИРАЊА НА ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ.....	114
2. УТИЦАЈ РЕЛАТИВНОГ ПОЗИЦИОНИРАЊА НА ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ	137
ЗАКЉУЧАК.....	156
ЛИТЕРАТУРА	162
ПРИЛОЗИ	171

УВОД

Извођење савремених операција изискује употребу различитих средстава ватрене подршке. За наше услове доминира артиљеријска ватрена подршка као најзначајнији елемент успешности остварења циља операције. Да би артиљерија успешно извршавала задатке у борбеним операцијама неопходно је усавршити систем артиљерије који ће одговорити савременим захтевима. У таквим условима јавља се потреба за изналажење решења која ће артиљерији обезбедити успешност ватрене подршке и у сложеним условима какве су савремене и асиметричне операције. Усавршен систем артиљеријске ватрене подршке се обезбеђује увођењем савремених средстава у употребу, како у фази извођења операција тако и у припремној фази операције. У артиљеријској ватреној подршци припремне фазе операције потребно је тачно и брзо извршити топографско-геодетске радове који посредно утичу на успешност подршке. Савремено средство које обезбеђује брзо и тачно извршење топографско-геодетских радова јесте глобални позициони систем (у даљем тексту GPS).

У докторској дисертацији се описују и објашњавају елементи који су из једног угла значајни за успешну ватрену подршку. Првенствено се односи на оптимизацију артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система. Глобални позициони систем омогућава брзо и прецизно одређивање координата ватрених положаја и осматрачница, а у одређеном методу рада обезбеђује и прецизно усмеравање оруђа у основни правац. Потреба за оптимизацијом артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система произилази из проблема који се јавља као последица застарелих, обимних, спорих и непрецизних метода

позиционирања у топографско-геодетској припреми и функционишу само у дневним условима. Пошто је врло често битнија брзина рада него прецизност, на уштрб прецизности, примењују се методе позиционирања са већом грешком. Тиме се прелазе границе дозвољених грешака у потпуној припреми почетних елемената за гађање и прелази се у скраћену припрему која изискује потребу за коректуром. Коректура је непожељна фаза гађања јер не обезбеђује изненађење и смањује ефекат по циљу. Топографско-геодетске радове, са тренутним формацијским средствима, је веома тешко изводити у ноћним условима што представља велики ограничавајући фактор за припремну фазу операције.

Имајући у виду претходно наведено, оптимизација артиљеријске ватрене подршке у домену позиционирања је неопходна и пут је за превазилажење тог проблема у примени метода заснованих на глобалном навигационом сателитском систему (енг. Global Navigation Satellite System, у даљем тексту GNSS) и савременим комуникационим технологијама.

Докторска дисертација садржи три дела. У првом делу рада, по основи независне варијабле истраживања, описан је појам војне операције са освртом на структуру и садржај операције. Затим су обрађени основни садржаји артиљеријске ватрене подршке: командовање и управљање артиљеријском ватром, артиљеријски циљеви, артиљеријска ватрена подршка у нападним и одбрамбеним операцијама. Тежишно су анализирани и описани артиљеријски циљеви. Објашњена је и примена GPS у концепту асиметричног рата где се самонавођеним ракетама гађају појединачни циљеви. У овом делу рада објашњена је топографско-геодетска припрема која се изводи у припремном делу операције на један застарели и временски неприхватљив начин за данашњи савремени концепт операција.

Паралелно су приказана и упоређена страна решења ТГП која се лако могу имплементирати у нашим условима. Представљене су основе GNSS-а, његове предности и недостаци, врсте позиционирања и извори грешака. Наглашено је чији су GNSS у оперативној функцији и да се са повећањем конкуренција повећава поузданост система. Грешке GNSS-а и њихове вредности на крају поглавља уједно представљају и полазну основу за следећи део рада.

У другом делу доктората приказана је анализа оптимизације артиљеријске ватрене подршке применом GNSS-а. Издвојени су и обрађени основни садржаји оптимизације: 1) потпуна припрема почетних елемената за гађање применом глобалног

позиционог система; 2) оптимизација утрошка пројектила и 3) ватрене могућности артиљерије за подршку. Цео процес оптимизације је математички подржан. Тежиште тог дела рада је стављено на анализи потпуне припреме где се користи GPS у припремном делу операције.

Трећи део представља последњи и тежишни део доктората који се односи на приказ резултата истраживања и дискусију. У том делу рада, примењена је теорија вероватноће, теорија грешака и теорија гађања у припремној фази нападне и одбрамбене операције бригадног нивоа како би се квантификовала оптимизација артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система.

Потешкоће у изради докторске дисертације биле су у експерименталном делу при проналажењу прецизних GPS пријемника и пратеће опреме. Да би се на крају испоставило да су средства била у једном од магацина Војне академије нераспакована и тешко доступна.

1. ПРОБЛЕМ ИСТРАЖИВАЊА

Основни садржаји борбених дејстава у борбеним операцијама су: командовање и руковођење; дејства и противдејства и обезбеђења. Поред наведених, у борбеним дејствима се као њихови садржаји или утицајни фактори истичу: обавештајне активности; маневар; ватрена подршка; заштитна снага и цивилно-војна сарадња. Један од садржаја дејстава и противдејстава којима се постиже успешно остваривање постављених циљева артиљеријске ватрене подршке, почива на правовременом и успешном извршавању задатака артиљеријско-ракетних и противартиљеријско-ракетних дејстава. Топографско-геодетска припрема у артиљерији представља скуп топографско-геодетских радњи које изводе топографско-геодетске јединице и артиљеријске старешине, ради обезбеђења прецизне и изненадне ватре артиљерије и стварање основе за најцелисходнију употребу артиљеријских извиђачких јединица као и откривање и одређивање места циљева који се не могу открити са осматрачница на земљи. Приликом извођења топографско-геодетске припреме примењују се различити видови припреме, начини одређивања координата тачака и методе обраде теренских података. Избор вида, начина рада и методе обраде података који се примењује зависи од борбене ситуације, броја и међусобног распореда познатих тачака, расположивог

времена, снага и средстава, доба дана, атмосферских услова као и облика и покривености земљишта.

Иако су радње које се врше у топографско-геодетској припреми разрађене, проблем представљају активности које се заснивају на старомодним, спорим, ручним и превазиђеним методама при којима се јављају велике грешке. Средства која се тренутно користе у ТПП су толико застарела и непрецизна да аналогно тиме полако нестаје потреба за овом врстом припреме. Због непраћења трендова и незанављања средстава у артиљеријским јединицама данас у целој Војсци Србије постоји само једно топографско геодетско одељење у мешовитој артиљеријској бригади. Случајне грешке које се јављају у раду са застарелом опремом у фази припреме операције се пројектују на фазу извођења операције кроз вероватноћу погађања и ефекта на циљу. У том смислу, поставља се питање ефикасности топографско-геодетске припреме, односно, артиљеријске ватрене подршке, с обзиром на све сложеније захтеве. Критеријуми за вредновање резултата се све више поштравају, са једне стране се поставља захтев за бржим и квалитетнијим радом, док се са друге поставља све већи број задатака, што резултира нескладом између уложеног рада и остварених резултата.

Суштина проблема, полазећи од његовог лоцирања и сложености, изражена је у утврђивању битних чинилаца: 1) прецизност формацијских средстава за позиционирање 2) прописане временске норме за позиционирање 3) захтевано време позиционирања у борбеним операцијама. Наведени чиниоци су међузависни, истовремено утичу на ток борбених дејстава и различито доприносе ефикасности артиљеријске ватрене подршке.

Могући пут ка решењу проблема се огледа у уочавању међусобних односа чиниоца и њиховој међузависности током припремања, организовања и извођења одбрамбене и нападне операције. Потребно је сагледати условљеност ефикасности артиљеријске ватрене подршке прецизношћу и временом рада средстава за позиционирање. Како би се оптимизовао процес артиљеријске ватрене подршке, односно, како би се пронашли најбољи услови за њено извођење, потребно је познавати основне одредбе о употреби, дејству, обезбеђењу борбених дејстава и кретању. Оптимизација се врши тамо где се захтева тачност поседања траженог положаја борбеног распореда и аквизиције циљева. Спектар могуће примене савремене технологије позиционирања у артиљерији изузетно је широк.

Хипотетички ставови који проистичу из наведене суштине и лоцирања проблема су: 1) артиљеријско ракетна ватрена подршка је сложен процес који се састоји из више

подпроцеса; 2) артиљеријско ракетна ватрена подршка изводи се по фазама; 3) припрема и планирање артиљеријске ватрене подршке обезбеђује прецизну и тачну ватру по непријатељу; 4) GNSS у артиљеријској ракетној ватреној подршци је елемент брзине и ефикаснијег извођења артиљеријске ватрене подршке; 5) Оптимизација артиљеријске ватрене подршке се заснива на дефиницији критеријума и циљева извођења подршке.

На основу суштине проблема истраживања и хипотетичких ставова поставља се следеће основно питање: *Како оптимизовати процес артиљеријске ватрене подршке применом глобалног навигационог сателитског система?*

Највећи број страних радова, при чему су доступни само апстракти радова, из области оптимизације артиљеријске ватрене подршке, објавили су Кинези, Јапанци и Американци у периоду од 1990. до 2009. године. У њима су обрађени модели и примењени алати преко којих је покушана оптимизација процеса. У зависности од услова и земље у којима су рађена истраживања постављани су и различити критеријуми на основу којих су добијане и различите алтернативе. Током истраживања проблема уочено је да се тежиште оптимизације применом GNSS ставља на скраћивање процедура припреме и организовања артиљеријске ватрене подршке, али се и поред тога значајно повећава тачност рада.

Друштвени значај истраживања се огледа у актуелности артиљеријске ватрене подршке као дела укупне ватрене подршке. Посебна пажња би се посветила распрострањености и заступљености у борбеним дејствима и подржавању јединица. Истраживање овог проблема имало би вишеструки значај како за теорију, тако и за праксу војних наука, тактике родова Копнене војске, а посебно тактике јединица артиљерије. Значај истраживања би се огледао у уочавању могућности извођења артиљеријске ватрене подршке са мањим утрошком пројектила, односно, са већом вероватноћом погађања циљева у операцијама применом савремених средстава на бази GNSS-а.

Теоријски значај истраживања се огледа у потпунијем сагледавању проблема позиционирања за потребе артиљерије, што до сада није рађено. Успешним реализовањем истраживања постигла би се потпуна примена теорије гађања у области припреме, организовања и извођења артиљеријске ватрене подршке у операцијама, као и рационалнијем планирању и употреби артиљеријских ватрених јединица на задацима артиљеријске ватрене подршке у борбеним дејствима.

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

У истраживању, артиљеријско-ракетна ватрена подршка у операцијама посматраће се као процес који има своје улазе и излазе, као и одређен број подпроцеса, при чему излаз претходног подпроцеса представља улаз наредног. Потребно је дефинисати и уочити све подпроцесе и оптимизовати њихове токове и излазе користећи теорију грешака, теорију вероватноће и теорију гађања. Улазне величине процеса јесу случајне грешке средстава са којима се врши припрема елемената за гађање. Основни параметар на излазу процеса јесу ватрене могућности артиљеријског дивизиона за подршку снага у операцији.

Полазећи од суштине проблема, уз уважавање начела прецизности, реалности и ограничења, предмет истраживања је прелиминарно дефинисан као: *Оптимизација артиљеријске ватрене подршке заснована на глобалном навигационом сателитском систему у операцијама Војске Србије*. Предмет истраживања припада теорији и пракси наука одбране, а уже посматрано теорији гађања и тактици.

Проверена научна сазнања. Оптимизација је проналажење најбољег могућег решења или најповољнијих услова за извршење неког задатка. Тренутно, у потпуној оперативној функцији су два глобална сателитска навигациона система и то руски ГЛОНАСС и амерички NAVSTAR GPS (или само GPS). Основни принцип рада заснива се на трилатрацији-уколико се зна растојање од три тачке чији су положаји познати, може се одредити стајна тачка. Пошто се данас производе пријемници који користе сигнале од оба система, сматра се да је позиционирање уз помоћ GNSS-а веома поуздано.

Знања која нису потпуно верификована односиће се на организацијско-формацијску структуру јединице, задатке које може добити, организовање и функционисање садејства и поштовање зоне сигурности. Могућности средстава за прецизно обележавање потребних тачака и усмеравања оруђа, која ће се користити кроз модел, су углавном изведена применом GNSS-а и то методом релативног позиционирања.

Знања која нису у довољној мери истражена односиће се на сагледавање оптимизоване артиљеријске ватрене подршке на бази глобалног позиционог система и метода релативног позиционирања и спознају начина бржег обележавања позиција ватреног положаја, осматрачница и одређивање позиција откривених циљева у фази припреме борбених дејстава и након маневра артиљерије током фазе извођења

борбених дејстава подржаване јединице. Кроз модел је потребно сагледати и неопходне промене у: самом процесу одређивања тачних позиција, потреби опремања јединица савременим средствима за позиционирање и оријентисање, начину ангажовања јединица које су опремљене наведеним средствима, промене начела употребе артиљеријских јединица и организацијско-формацијских промена артиљеријских јединица за подршку.

3. ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање има за циљ да аналитички одреди артиљеријску ватрену подршку од топографско геодетске припреме у припремној фази операције до извршења групног гађања у фази извођења операције, како би се видео утицај топографско-геодетских радова. Оваквом анализом је могуће одредити ефикасност по рејонима циљева и њену оптимизацију применом GNSS-а у борбеним дејствима подржаване јединице.

Научни циљ не може се јединствено одредити. Разлог је што предмет истраживања представља сложену целину, те у појединим сегментима могуће је остварити различите нивое научног сазнања. Из тог разлога за предмет истраживања се не може одредити јединствен научни циљ. У делу који ће се односити на ставове борбених дејстава подржаване јединице, артиљеријске ватрене подршке и употреби дивизиона за подршку, научни циљ је научни опис са елементима научног објашњења. У делу који ће се односити на оптимизацију артиљеријске ватрене подршке на бази GNSS, циљ је научно објашњење. Дакле, преплићу се елементи научне дескрипције и научног објашњења. Кад је у питању оптимизација, онда су доминантни елементи научног објашњења, при чему је дескрипција пропратни елемент и неће имати удео у презентованом делу.

Практични циљ обезбеђује да се добијени резултати искористе за: 1) преузимање мера и активности на евентуалној промени организацијско- формацијске структуре артиљеријског дивизиона; 2) давање предлога за опремање артиљеријских јединица савременим средствима за брзо и прецизно позиционирање; 3) указивање на основне проблеме и недостатке при употреби досадашњих средстава која се налазе по формацији у јединицама артиљерије; 4) унапређење мирнодопске и евентуалне ратне праксе; 5) унапређење оперативности и брзине рада према захтевима; 6) израду новог упутства разрадом савремених метода и замену старог упутства за топографско-геодетско обезбеђење артиљерије. Допринос методологији војних наука огледа се у

коришћењу и продубљивању методолошког поступка истраживања, а такође и као искуство за naredna истраживања. Сагледавање процеса артиљеријске ватрене подршке засноване на GNSS има за циљ да укаже на артиљеријску ватрену подршку засновану на GNSS у борбеним дејствима подржаване јединице и на основу тога да утврди колики је степен уштеде пројектила по циљевима у нападној и одбрамбеној операцији, као и да иницира нова истраживања битна за артиљерију као род.

4. ХИПОТЕТИЧКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је засновано на формулацији заснивајуће и разрађујућих хипотеза.

Заснивајућа хипотеза: *Успостављањем оптимизованог процеса артиљеријске ватрене подршке засноване на глобалном навигационом сателитском систему унапредиће се ефикасност ангажованих снага на задацима артиљеријске ватрене подршке у борбеним операцијама.*

Релације у садржају заснивајуће хипотезе су комплексне јер проистичу из сложености самог предмета истраживања, што се на одговарајући начин одражава на разрађујуће хипотезе.

Прва разрађујућа хипотеза: Применом релативног позиционирања¹ повећаће се вероватноћа погађања циљева при извршењу задатака артиљеријске ватрене подршке у нападној операцији.

Друга разрађујућа хипотеза: Применом релативног позиционирања повећаће се вероватноћа погађања циљева при извршењу задатака артиљеријске ватрене подршке у одбрамбеној операцији.

Трећа разрађујућа хипотеза: Применом релативног позиционирања повећаће се ватрене могућности артиљеријске јединице за подршку у нападној операцији.

Четврта разрађујућа хипотеза: Применом релативног позиционирања повећаће се ватрене могућности артиљеријске јединице за подршку у одбрамбеној операцији.

¹ Релативно позиционирање је метод одређивања координата са два GPS пријемника, при чему је први база и поставља се на познату тригонометријску тачку а други пријемник је ровер чија се позиција одређује. Између базе и ровера се успоставља веза како би се тражене координате добиле у реалном времену. Овим методом се обезбеђује висока тачност, поузданост и економичност.

5. НАЧИН ИСТРАЖИВАЊА

Оптимизована артиљеријска ватрена подршка заснована на GNSS за коју се ангажује дивизион за подршку на маневарском земљишту током борбених дејстава подржаване јединице, као предмет истраживања, научни циљеви, задаци и очекивани ниво научног сазнања, те хипотезе које је, преко индикатора, потребно верификовати, захтевају избор и коришћење различитих научних метода.

Метода моделовања, имајући у виду да се коришћење савремених средстава артиљеријске ватрене подршке засноване на GNSS-у не може у потпуности аутентично истраживати отуда и неопходност моделовања дате појаве. Део истраживања ће се реализовати у реалним околностима које се односе на рад са савременим средствима (одређивање координата циљева, ватрених положаја, контролних тачака, осматрачница и др.), а део са борбеном ситуацијом мораће се моделовати коришћењем тактике, теорије гађања и теорије грешака и на крају разматрати заједно са добијеним резултатима из реалног истраживања. Цео метод ће бити проверен кроз два оперативна модела, јединица нивоа бригаде у одбрамбеној и нападној операцији.

Полазећи од става да су борбена дејства релативно масовна појава, која се реализују под различитим условима, неопходно је приликом истраживања користити статистички метод. У току самог процеса истраживања добијене вредности тачности позиционирања и време потребно за ове активности представљаће полазну основу за утврђивање ефекта на циљу и квантификацију ватрених могућности артиљеријске ватрене подршке у примерима нападне и одбрамбене операције. Дакле, у раду ће се дефинисати скала ватрених могућности и резултати ће се добити искључиво статистичком обрадом.

За ово истраживање, подаци су делимично изворни и посредовани, а највећи број података о примени средстава за артиљеријско-ракетну ватрену подршку заснованој на GNSS-у чине изворни подаци. Подаци прикупљени применом метода моделовања, испитивања и анализе комбинују се са статистичком методом и посебним научним методама и чине основне индикатора у поступку потврђивања и верификација хипотеза.

6. НАУЧНА И ДРУШТВЕНА ОПРАВДАНОСТ ИСТРАЖИВАЊА

Допринос истраживањима у наукама одбране се огледа двојако и то као хеуристички и као верификациони резултат. Хеуристички резултат представља изналажење квантитативних показатеља постојања степена утицаја средстава на бази GNSS-а за извршење задатака артиљеријске подршке у борбеним дејствима. Верификациони резултати представљају утврђивање места, улоге, као и обима задатака јединице за подршку у борбеним дејствима. Методолошки допринос овог истраживања се огледа у широкој припреми разноврсних метода и методолошких поступака и њихова провера на конкретном проблему.

Истраживање је друштвено оправдано јер има важност за војну компоненту друштва, која се на посредан начин рефлектује и на економски елеменат друштва преко ефикасности целокупног процеса. Сагледавање оправданости примене средстава на бази GNSS-а, а касније и масовна употреба самих у војсци увелико би се пружила основа за оправдање истраживања

I ДЕО

ОПШТИ ПРИСТУП ИСТРАЖИВАЊУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТрене ПОДРШКЕ У ОПЕРАЦИЈАМА ПРИМЕНОМ ГЛОБАЛНОГ НАВИГАЦИОНОГ САТЕЛИТСКОГ СИСТЕМА

У општем приступу истраживања оптимизације артиљеријске ватрене подршке у операцијама применом глобалног навигационог сателитског система разматрају се следећа независна питања: 1) војна операција; 2) артиљеријска ватрена подршка у борбеним операцијама; 3) геотопографско обезбеђење артиљерије у операцијама; 4) глобални навигациони сателитски систем. Да би се сагледали наведени елементи неопходно је и размотрити суштинска питања која се односе на борбене операције, првенствено из угла њиховог припремања и извођења.

1. ПОЈАМ ВОЈНЕ ОПЕРАЦИЈЕ

Стално компликовање међународних односа, подела интересних сфера, константан развој и усавршавање средстава ратне технике, нужно су доводили до обогаћивања садржаја и структура операције. Промене карактеристика, пре свега структуралног садржаја развоја, чине операцију све сложенијом, тако да оне нису само

уско војна већ и шира друштвена појава.² Суштинско значење операције као категорије, дакле, оно што она објективно јесте, сагледава се и разматра различито и зависи не само од степена развијености теорије операција већ и од доктринарних погледа на њен значај и функцију, у одређеној војсци и држави.³ Постоје различите дефиниције појма војне операције.

Тако Вукичевић Д. дефинише операцију као „највиши и најсложенији процес – облик борбених и неборбених активности снага одбране у којима се јединственим менаџментом – руковођење и командовање према јединственом пројекту и у одређеном времену, по теоријским и доктринарним поставкама обједињавају и усмеравају њени садржаји ради остварења постављеног циља“.

Према Ковачу М. „Операција је облик припреме и ангажовања снага у борбеним дејствима и неоружаним активностима, којима се, према јединственом плану, на одређеном простору и за одређено време, обједињавају и усмеравају борбена дејства јединица, борбене радње и друге активности снага система безбедности и других снага државе, ради остваривања јединственог тактичког, оперативног или стратегијског циља“.

Може се закључити да појам „операција“ указује на процес међусобно повезаних активности који има дефинисане циљеве, трајање, учеснике, ресурсе, као и друге елементе неопходне за њихову реализацију, док појам "војна", указује на доминантну улогу оружаних снага.

1.1. Карактеристике савремених војних операција

У савременим операцијама се користи високософистицирано оружје и опрема ради постизања што веће надмоћи над непријатељем и остварења дефинисаних циљева. Тиме се омогућава наношење удара по читавој дубини непријатељевог распореда и селективно наношење удара не само по оружаним снагама непријатеља већ и по његовим најважнијим привредним и инфраструктурним објектима, који имају непосредан и значајан утицај на ток и исход сукоба. Тако да се прелази на неутралисање појединачних а не површинских циљева каква је била пракса у класичним операцијама. Примена савремене технологије омогућава бољу усклађеност дејства и садејства снага и повећава брзину извођења операција. Тиме се и смањују

² Ковачевић, С.: Конституенци операције, ЦВВШ, Београд, 1996, стр. 11.

³ Ковач, М.: Појам и класификација операције, Нови гласник, 1/2010, Београд, стр. 15-16.

укупни трошкови операције. У операцијама је висока активност јединица и непрекидност извођења борбених дејстава тако да су чести маневри снагама које треба квалитетно обезбедити и подржати.

За постизање ефикасности потребне су софистицираније мере, с обзиром на врло сложено окружење у коме су информације у реалном времену капитална вредност. Захваљујући савременој информационој технологији, операција се могу пратити из оперативног центра где се промене у зони операције представљају у реалном времену тако да је олакшано планирање и организовање наредних дејстава.

Разматрањем нове суштине војне делатности уочава се проблем знатно другачијих борбених војних операција од оних које су познате у класичној теорији. У савременим оружаним сукобима војне операције се изводе у потпуно измењеним условима па се поставља питање како то ново окружење изгледа и шта га карактерише. Новонастало оперативно окружење за борбене војне операције може се описати као: мултидимензионално, прецизно, нелинеарно, дистрибуирано, једновремено и интегрисано.⁴

Мултидимензионалност се најбоље сагледава у борбеном простору. Војне снаге у савременим условима изводе борбена дејства на знатно већем простору, па борбени простор превазилази традиционалне физичке димензије-ширину, дужину и висину. Он сад укључује и делове електромагнетног спектра. Комуникација и дигиталне везе са другим елементима простиру се изван физичких димензија традиционалне поделе у оквирима националних граница. Такође, борбени простор је дефинисан и људском димензијом. Под њом се не подразумевају само војници већ и цивилно становништво на простору на коме се изводе операције, затим породице припадника војске изван тих простора и остали грађани страна у сукобу, али и други народи у свету. Коначно, временска димензија борбеног простора постаје посебно значајна. Према савременом концепту, постоје тежње да се искористи иницијатива за успостављање темпа битке, при чему се не тежи само да се дејствује брже од непријатеља већ и да се та дејства изводе брзином која је најпогоднија за реализацију плана сопствених снага.

Прецизност се исказује у дејствима и обезбеђењу. Операције војних снага карактеришу синхронизовани напади на читавом борбеном простору. За њих је неопходна велика прецизност, коју омогућавају три развојне компоненте 1)

⁴Field manual FM 3-0, Operations, Headquarters department of the army, 2001, Washington DC.

дигитализација, која обезбеђује снагама у сваком ешелону информације неопходне за доношење рационалних одлука; 2) обједињавање борбених информација аналитичких тимова у јединствену базу и преглед ситуације на целокупном борбеном простору, и 3) симулација, која омогућава да се елементи војних снага формирају на основу кризе која се развија. Приликом планирања, вештим коришћењем наведених могућности, операције се постављају на основу реалне ситуације. Прецизност у данашње време излази ван оквира предвиђања само прецизног удара и обухвата све аспекте: од развоја и распоређивања, преко борбе и поновног распоређивања или прелажења на друге врсте дејстава. У пројектовању снага то значи обликовање и ангажовање одговарајућих снага, ефикасно обучених и увежбаних, на правом месту и у право време.

У извођењу борбених операција, прецизност значи прецизан маневар, коректно позиционирање елемената у времену и простору, употпуњено прецизним системима и прецизном муницијом, као и успостављање услова који своде способност непријатеља на минимум.

Нелинеарност у физичком простору. Војне снаге извршавају задатке у свим димензијама борбеног простора, а не само груписањем борбене моћи на предњој линији фронта. Нелинеарност у операцијама не захтева строгу организацију борбеног простора на фронту, по дубини и у позадини. Уместо тога, борбени простор је променљив, мења се као што се мења општа ситуација током трајања припреме и извршења задатака. Нелинеарност, са своје стране, захтева да команданти и војници имају бољи преглед ситуације.

Дистрибуираност у садржају. Војне акције борбених операција се све више изводе у дубини, ширини и висини борбеног простора. Такве операције су дистрибуиране, што значи да се изводе на оном месту и у времену када је то неопходно. Кључ за дистрибуиране операције је давање овлашћења командантима и војницима да користе своју иницијативу, снагу воље и професионалну способност у извршавању критичних задатака у свим ешелонима. Дистрибуираност омогућава елементима војних снага да искористе предности међусобно умрежених комуникација избегавајући тенденцију да користе ланац командовања као ланац информација. Распоред снага омогућава потчињенима да делују независно, у оквирима командантове намере, што води до синергетских ефеката који превазилазе синхронизацију од стране централизованих главних штабова. Дистрибуиране операције доприносе динамици, са већом флексибилношћу за реаговање на многобројне промене ситуације.

Симулације и оперативно искуство су показали примењивост у операцијама следећим приступом: развијање јединствене замисли, паралелно планирање уз координацију коју омогућава дигитализација и дистрибуирано извођење операција.

Једновременост акција. Концепт децентрализованих операција које су мултидимензионалне, прецизне, дистрибуиране и нелинеарне дозвољава могућност извођења једновремених операција на читавом борбеном простору. Дигитализација ствара могућност за планирање, координацију и извођење акција једновремено. Свака од ових акција производи неки ефекат, чији збир је већи него да су оне извођене невезано и секвенцијално. Уместо једног, просторно концентрисаног (сасређеног) напада, изводе се серије напада, што је више могуће једновремено. Да би дистрибуиране операције имале одлучујући ефекат, намеће се темпо и редослед активности и дејстава које противник не може да издржи. Принцип једновремености дејства је најважнији за успех одлучујућих операција. Команданти одређују критичне циљеве и редослед дејстава да би надвладали борбене и структуре за подршку противника, ради изазивања брзог пораза.

Интегрисаност снага и њиховог ангажовања. Савремене операције су потпуно интегрисане са здруженим, мултинационалним и невладиним партнерима. Почев од пријема задатка, преко распоређивања, извођења операција и прелажења на следеће операције, делови и војне снаге, као целина, функционишу као интегрални део јединственог система одбране.⁵

Информационе функције, зависно од прецизности, тачности и правовремености, утичу на убрзавање или успоравање борбених активности. Доминирање електро магнетним спектром барем толико значајно колико и доминирање ситуацијом у ваздушном простору и на копну.⁶ За ту димензију бојишта, која је у прошлости често препуштана стручњацима за механику, данас је неопходна командантова пажња исто колико и за класичну копнену војну акцију. Према савременом концепту операције војне снаге се суочавају са мноштвом потпуно различитих критичних ситуација и много опција за реаговање које се традиционалном војном логиком тешко могу пратити.

⁵ Сивачек, Ј.: Стратегија одбране војна доктрина и војне операције, Војно дело, 2004,бр.2, стр.155-157.

⁶ Czerwinski, J.: Command and Control at the crossroads, Parametars, Autumn 1996, pp. 121-132.
<http://www.army.mil/usawc/Parametars/96autumn/czerwins.htm>

1.2. Класификација операција

Постоје разни приступи и критеријуми класификације операција. Један од њих је приказана на слици 1. Према основном критеријуму примене оружаног насиља, операције се могу сврстати у борбене и неборбене, а у литератури се често означавају као оружане и неоружане.



Слика 1: Класификација операција⁷

Према различитим критеријумима извршена је класификација борбених операција, уз уважавање практичних разлога и теоријских сазнања релевантности

⁷Ковач, М.: Појам и класификација операције, Нови гласник, 1/2010, Београд, 2010, стр.17.

критеријума. У теорији су присутни и други критеријуми, али према њима се добијају врсте операција које су подврста или специфична форма већ класификованих операција. Према критеријуму вида борбених дејстава борбене операције се деле на одбрамбене и нападне. Одбрамбене операције су врста борбених операција које се примењују у случајевима када непријатељ има иницијативу и настоји да запоседне одређену територију или настоји да се пробије у брањени простор. Основни циљ одбрамбених операција је супротстављање вољи и намерама непријатеља и неутралисање снага на којима се заснива његова нападна моћ. Нападне операције су основна врста борбених операција чији је циљ наметање воље непријатељу употребом оружане силе. Наношење губитака непријатељу је средство за постизање успеха. Копнена војска изводи нападне операције применом различитих борбених и тактичких радњи, уз преовладавање нападних борбених дејстава.⁸

Како би се доказале постављене хипотезе, у раду се разматрају врсте операције према виду борбених дејстава. Одбрамбена и нападна операција су погодне за истраживање јер се најчешће планирају и изводе.

1.3. Основни конститутивни елементи операција

Конститутивни елементи операције су универзални, трајни, међусобно повезани и условљени. Представљени су као: циљ, снаге, план, време, простор и доктрина. У зависности од њих операција се одликује својом оригиналношћу као посебан и сложен облик борбених дејстава.

У Војном лексикону *циљ* је дефинисан као „хтење (намера) да се нешто постигне свесним деловањем појединца, групе, јединица, или оружаних снага у целини. Циљеви предоређују снаге и средства, постављају норме и сврсисходност појединачних радњи и целокупних активности“. Општи циљ оружане борбе јесте наношење масовних губитака непријатељу, у живој сили и техници, како би се разбиле његове оружане снаге. Циљеви оружане борбе се остварују, пре свега, планским припремама и организовањем и извођењем операција као највиших облика борбених дејстава. Циљ операције мора бити реално одређен и јасно дефинисан а задатак снагама које га извршавају прецизно постављен.⁹

⁸Доктрина Копнене Војске, Управа за планирање и развој Ј-5, Београд, 2012, стр. 34.

⁹Ковачевић, С.: *Конституенси операције*, ЦВВШ, 1996, стр. 20 и 24.

Снаге у операцијама чине људски и материјално-технички чиниоци наших и непријатељевих снага. Квантитативна својства снага исказују се бројем људи сврстаних у разноврсне групације, јединице и саставе намењене за извршавање предодређених задатака и опремљене разноврсним борбеним и другим средствима за обезбеђење и опслуживање. Међутим, изван број људи и средстава ратне технике и опреме има одређене особености, односно квалитете. Квалитативна својства материјално-техничког чиниоца снага се исказује кроз тактичко техничке особине наоружања и њихову ефикасност, прилагођеност земљишним и временским условима у зонама операција и прилагођеност за извођење борбених дејстава, опслуживањем, одржавањем и занављањем.

Управљачка техника и њен стални развој побољшавају услове за брже прикупљање, преношење, обраду, приказивање и дистрибуцију података и информација. Истовремено, она се повезује са ватреним системима, чиме се добијени подаци брзо усклађују са одлуком. Један од битних услова успешног функционисања оружаних снага у операцијама је опремљеност ватреним средствима. Отуда је присутна трка, посебно код великих сила, у непрекидном развоју разних врста наоружања. Промене се одвијају у правцу повећања димензија, прецизности и ефикасности поготка. Ради се о комплексним информационо-управљачким системима, способним за откривање и аквизицију циљева, дистрибуцију и пренос података и информација, одређивање елемената гађања, лансирање и вођење пројектила и анализу ефекта ватре. Примењени технички развој прати и компатибилан развој космичке технике и технологије.

Груписање снага и планско и организовано довођење, распоређивање и усмеравање укупних снага, у духу су замисли и плана операције и имају за циљ да се јединице правовремено, према утврђеном плану, доведу у одређене зоне, положај, рејоне или просторије, ради обезбеђења услова за формирање одређеног елемента оперативног распореда и стварање повољних услова за извршење добијеног задатка.

У операцији, рационална употреба снага значи такву употребу снага и састава којима се постављени циљеви остварују уз што мање властите губитке. Сви напори у операцији се доводе у склад са резултатима који се желе постићи и осигурава се рационалан однос између постављеног циља и обима, степена напрезања и ефикасности

ангажовања снага. Главно мерило рационалне употребе снага је однос између степена извршења задатка и величине властитих губитака.¹⁰

У односу на величину снага за извршење операција формирају се привремени састави различитог нивоа:

- оперативна група је еквивалентна снази бригаде са ојачањем или снази више бригада,
- тактичка група је еквивалентна снази батаљона са ојачањем до јачине бригаде,
- борбена група је еквивалентна снази чете са ојачањем до нивоа батаљона.

Простор је природни амбијент у којем се води оружана борба. Простор обухвата копнени, поморски и ваздушни простор, а делимично и космос, са свим њиховим својствима и карактеристикама од утицаја на припремање и вођење оружане борбе.¹¹ У односу на операцију као облик организовања и извођења борбених дејстава, простор има два битна својства: прво, квантитативно изражено, у димензијама (дужина, ширина, површина) и друго, квалитативно као што су: рељеф, хидрографске карактеристике, проходност, пошумљеност, комуникативност, насељеност, уређеност територије и др.¹² Простор као фактор оружане борбе је зона операције. Зона операције је земљишна просторија, која може укључивати акваторију, на којој стратегијске групације, оперативне јединице или састави изводе операције и извршавају добијене задатке. Обухвата зоне дејстава и распореда непосредно потчињених јединица и састава и осталих елемената оперативног распореда.¹³ Зона утицаја је простор од предњег краја распореда елемената првог ешелона, па све до оне дубине на којој непријатељ може прикупљати и распоређивати своје снаге, које ће учествовати, подржавати или обезбеђивати дејства у зони распореда елемената борбеног распореда наших снага. Зона интереса обухвата зону утицаја и проширује се до оних простора на којима се планирају, припремају и групишу снаге и средства и одвијају друге активности, које у одређеном времену могу испољити свој утицај у зони припремања и извођења операције.¹⁴

У свим врстама операција и условима припремања и извођења, простор треба да удовољи захтевима распореда снага које изводе операцију, остварења постављеног

¹⁰ Ковачевић, С.: *Конституенси операције*, ЦВВШ, 1996, стр. 65-66.

¹¹ Ковачевић, С.: *Конституенси операције*, ЦВВШ, 1996, стр 28.

¹² Исто, стр 29.

¹³ Исто, стр 32.

¹⁴ Исто, стр 34-35.

циља и примене доктрине, односно начина дејства и маневра елемената оперативног распореда.¹⁵

Оперативни циљеви, ангажовањем снага у зони операције, остварују се у дефинисаном *времену* трајања и метеоролошким условима. Свака операција има свој почетак, ток и завршетак. Глобално, време се дели на периоде који се односе на фазу припремања и фазу извођења. Свака од ових фаза, посебно фаза извођења, кључни је период у остваривању дефинисаног циља операције. Како операција има свој ток у којем се по одређеним етапама и деловима зоне ангажује већи број елемената оперативног распореда и извршавају одговарајући задаци, време се дели по извршавању међу циљева, односно по етапама. У подели времена увек се тежи да оно буде рационално искоришћено. Сваки застој у ангажовању снага, или извршавање сувишних радњи и поступака, нарушава ритам силине дејстава и отежава или успорава остваривање циљева појединих етапа или операције у целини. Време као фактор, егзистира и као доба године, доба дана и као метеоролошки услови. Метеоролошка ситуација у зони операције (киша, магла, снежне падавине и остали климатски услови) знатно утиче на садржаје, начин припреме и извођење операције. Операције се изводе у оквиру оперативног времена и у објективним условима времена.

Операција као сложена појава припрема се и изводи на великом простору, ангажовањем видова и родова војске; у њој се обједињују бојеви и борбе, разноврсна активна борбена дејства, тактичке борбене радње и други облици отпора, и то извршавањем разноврсних борбених и неборбених задатака, ради остваривања постављеног оперативног циља. Отуда се поставља захтев да се операција организује и изводи по јединственом *плану*, који се дефинише као план операције. Планирање операције је процес изналажења најрационалнијих решења за остваривање постављеног циља.

Анализа конституенса операције је била неопходна, како би се учили потребни чиниоци операције битних за доказивање оптимизације. Издвајају се време, простор, снаге и циљ као најбитнији конституенси. У даљем делу рада су разложени најбитнији конституенси на елементарне чиниоце, чије ће вредности представљати улазне вредности процеса оптимизације.

¹⁵ Исто, стр 126.

1.4. Структура и садржаји операција

По природи, операције су организациони системи. Као и сви системи, операције су организационо и функционално јединство једноврсних и разноврсних чинилаца, њихових својстава или одлика као и њихових међусобних односа и веза, помоћу којих се целина остварује.

Структура је грађа система, односно начин на који су операције обједињене у јединствену целину. Са тог аспекта могуће је анализирати организациону и функционалну структуру операција. Организациону структуру операција чине њени елементи и подсистеми:

- елементи: циљ, снаге, простор, време, план, доктрина
- подсистеми: део за командовање, борбени део и део за обезбеђење б/д.

Функционалну структуру чине процеси:

- елементарни: активности, делатности, деловање и дејства,
- подсистемни: планирање, припрема и реализација операција.¹⁶

Садржаји операција обухватају процесе и токове командовања и руковођења у операцијама, дејства и противдејства, процесе и токове подршке и обезбеђења, као и структуру тока и процеса операције. Процес и ток командовања у операцијама обухвата динамичку структуру командовања и руковођења и њену материјализацију у операцијама. Динамичка структура командовања и руковођења у операцијама обухвата: припреме, организовање и извођење; или припреме, извођење и дезангажовање снага. Материјализација командовања и руковођења у операцији обухвата: рад команди-штабова и израду докумената. Организација командовања и руковођења у операцијама подразумева:

- Стандардне оперативне процедуре,
- Структуру команди – штабова,
- Просторни развој органа командовања и руковођења у операцијама¹⁷.

Садржаји дејстава и противдејстава су: пешадијска и противпешадијска; оклопна и противоклопна; артиљеријско-ракетна и противартиљеријско-ракетна; ваздухопловна и противваздухопловна; бродска и противбродска; електронска и

¹⁶ Ђорђевић, В.: Увод у оперативну, 2010, Београд, стр. 95.

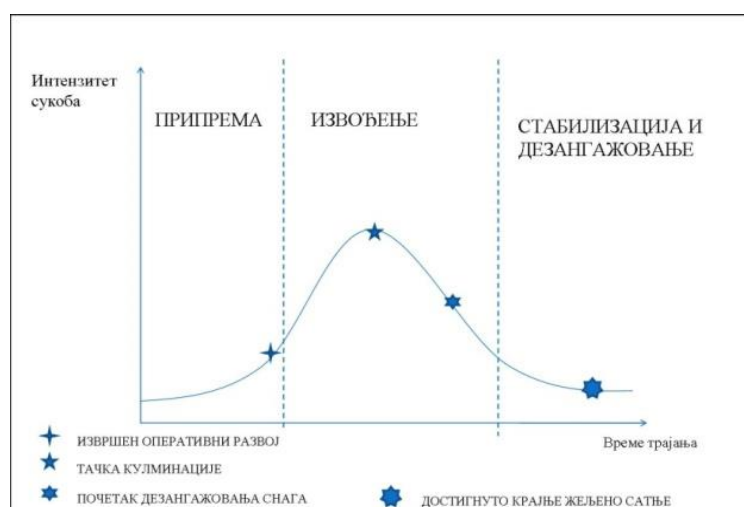
¹⁷ Исто, стр. 96.

противелектронска; инжињеријска и противинжињеријска; диверзантска, противдиверзантска и противтерористичка дејства.¹⁸

Обезбеђења и подршка у операцијама обухватају: кадровско; телекомуникационо и информатичко обезбеђење; противнуклеарно, противхемијско и противбиолошко обезбеђење; маскирно обезбеђење; борбено осигурање; геотопографско; метеоролошко; навигацијско; правно; финансијско обезбеђење и логистичку подршку.¹⁹

Ток операције начелно се дели у три фазе (слика 2):

- У фази припреме операције реализује се планирање, организовање, обука и оперативни развој снага,
- У фази извођења операције употребљавају се планиране снаге ради остварења додељене мисије.
- Фаза стабилизације и дезангажовања представља последњу фазу операције у којој се врши постепено смањење војних капацитета у складу са смањењем интензитета претњи, односно са степеном стабилизације ситуације у зони операције.²⁰



Слика 2: Фазе операција²¹

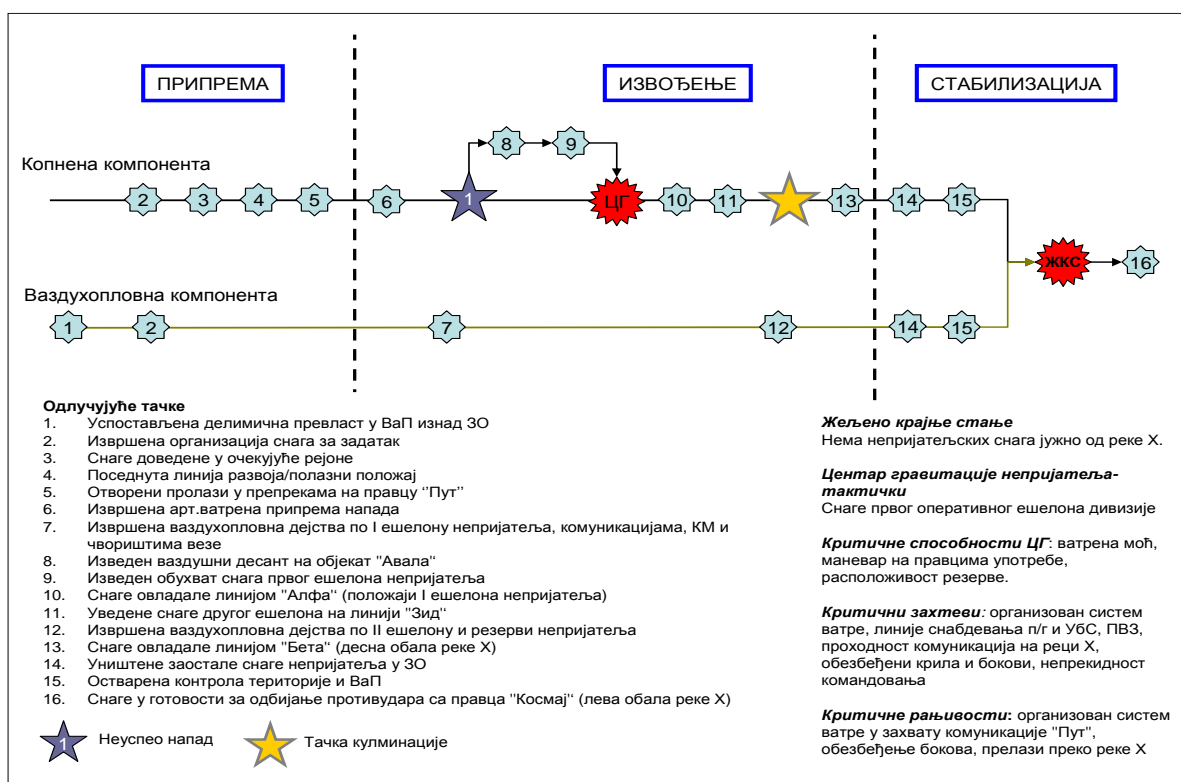
¹⁸Доктрина Копнене Војске, Управа за планирање и развој J-5, Београд, 2012, стр. 44.

¹⁹Доктрина операција Војске Србије, МО, ГШВС, ЗОК, 2012, стр. 46-47.

²⁰Доктрина Копнене Војске, Управа за планирање и развој J-5, Београд, 2012. стр. 37-38.

²¹Доктрина операција Војске Србије, МО, ГШВС, ЗОК, 2012, стр. 32.

Оперативни модел (слика 3), начелно, садржи следеће елементе: линије операција-подпројекте које реализују посебне, за ту сврху димензионисане снаге; одлучујуће тачке-кључне догађаје или задатке који обезбеђују поступност извршења и омогућавају праћење степена реализације пројекта-операције; крајње жељено стање-исказ о циљевима које треба реализовати; фазе операције-груписање задатака по времену и сродности, ради координације и синхронизације подпројеката; центар моћи-идентификује способност, инсталацију или војну јединицу, чијим се уништењем или неутралисањем одлучујуће доприноси остварењу постављених циљева, и тачке у којима је могућа корекција (гране и наставак операције) и угрожавање плана (кулминација).



Слика 3: Начелан пример оперативног модела²²

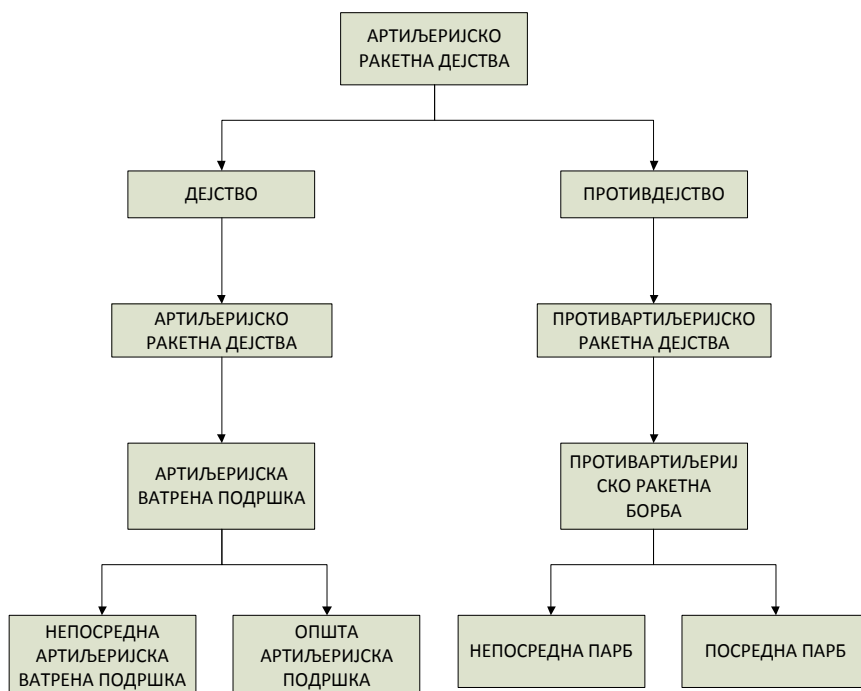
Структура и садржај операције недвосмислено приказују место свих потребних елементарних чиниоца у операцији, који се употребљавају у процесу оптимизације. Најзанимљивије са аспекта доказивања је геотопографско обезбеђење као основни садржај обезбеђења и подршке у операцијама. Након чега следе и фазе тока операције,

²²Видаковић, В., Ковач, М.: Пројектовање војних операција, стр 157, *Пројектни менаџмент и операције Војске Србије*, Београд, 2012 Новембар 22-23.

јер се геотопографско обезбеђење у припремној фази на својствен начин манифестује на фазу извођења операције.

2.АРТИЉЕРИЈСКА ВАТРЕНА ПОДРШКА У БОРБЕНИМ ОПЕРАЦИЈАМА

Артиљеријска ватрена подршка је ватрено дејство артиљерије по непријатељу ради подршке сопствених снага у борбеним операцијама. Реализује се остварењем различитих врста артиљеријских ватри и ракетних удара ради уништавања и неутралисања живе силе и борбених средстава противника, рушења и онеспособљавања објеката командовања и инфраструктуре и отварању пролаза у минским и другим препрекама²³. Артиљеријске ватре и ракетни удари се остварују артиљеријским гађањем.



Слика 4: Декомпозиција појмова артиљеријско-ракетна дејства и противартиљеријско ракетна дејства²⁴

²³ Борбено правило артиљерије, ГШВС КоВ, 2013, Београд, стр 8.

²⁴ Зековић, Г.: Артиљеријско-ракетна дејства у концепту асиметричног рата, Нови гласник, 2006, бр. 1, стр. 22.

Противартиљеријско-ракетна дејства су садржај борбених дејстава којима се уништавају и онеспособљавају артиљеријско-ракетне снаге противника (слика 4).²⁵

2.1. Артиљеријска ватрена подршка

Улога артиљерије у борбеним операцијама одређује се зависно од њене намене, својстава и могућности наоружања, као и укупног доприноса и степена учешћа у ватреној подршци јединица. Ради извршења одређеног задатка артиљерија се обједињује и групише. Налази се у улози снага за ватрену подршку јединица и састава различитог нивоа. Артиљерија у борбеним операцијама своје задатке извршава ватром, а задаци артиљерије су:

- неутралисање и уништавање живе силе и борбених средстава непријатеља,
- рушење и онеспособљавање објеката за дејство, заштиту, командовање, саобраћај и војне инфраструктуре,
- отварање пролаза у минским пољима, жичаним и другим вештачким препрекама,
- стварање димних завеса ради ометања непријатеља при осматрању и дејству или прикривања покрета и дејстава сопствених јединица,
- изазивање пожара у одређеним објектима-рејонима непријатеља,
- осветљавање земљишта.

Искључиво право *употребе артиљерије* у извођењу операција имају команданти подржаваних јединица (састава, група). У складу са њиховом идејом и одлуком за извођење операције, врши се груписање артиљерије, одређују се улоге, задаци, рејони борбеног распореда, начин извршавања задатака, утрошак муниције и друга питања. Артиљеријским јединицама командују команданти артиљеријских јединица у складу са донетом одлуком и задацима претпостављеног старешине. У командама свих тактичких и оперативних састава одређује се штабни специјалиста за артиљерију за ватрену подршку, који је одговоран за одређивање објеката дејстава и предлаже употребу артиљерије.

Артиљерија се групише и развија за дејство у захвату правца на тежишту операција ради њеног што масовнијег и ефикаснијег учешћа у одлучујућим фазама операције. Груписање артиљерије подразумева распоред дела артиљеријско-ракетних

²⁵Према Борбеном правилу артиљерије из 2013. године дефинисан је појам артиљеријска ватрена подршка као артиљеријско-ракетна ватрена подршка, због самог наслова докторске тезе у даљем тексту употребљаваће се термин артиљеријска ватрена подршка.

јединица за ватрену подршку у одговарајуће артиљеријске групе. Артиљеријске јединице за извршење артиљеријске ватрене подршке образују артиљеријске и ракетне групе.

Борбени распоред артиљеријских јединица чине командно-извиђачки, ватрени и логистички делови. Командно-извиђачки делови у операцији се налазе на командним местима, осматрачницама, осматрачким станицама и у извидницама. Ватрени део артиљеријских јединица размешта се у очекујућем рејону, а за извођење борбених дејстава поседају ватрене и/или очекујуће положаје.²⁶ Основни ватрени положаји се одређују у рејонима који обезбеђују најповољније извршење основних ватрених задатака на главном правцу напада подржаване јединице, односно на тежишту одбране. Бирају се, начелно, у нападу на 1/3, а у одбрани на 2/3 домета оруђа којим је јединица наоружана, од предњег краја сопствених снага.²⁷ Логистички део артиљеријских јединица састоји се од органа логистичке подршке и јединица логистичке подршке. Јединице логистичке подршке у операцијама развијају одговарајуће станице логистичке подршке.

Артиљеријско гађање је процес припремања и испаливања (лансирања) одређеног броја пројектила на циљ ради остваривања артиљеријске ватре. Артиљеријском гађању претходи припрема за гађање која обухвата: избор и поседање реона елемената борбеног распореда артиљеријске јединице; организовање телекомуникација и извиђања; топографско-геодетске, балистичке, метеоролошке и техничке припреме за гађање и, по могућности, планирање артиљеријских ватри.²⁸ Артиљеријско гађање има, начелно, три фазе: припрему почетних елемената, коректуру и групно гађање. Припремом почетних елемената се за што краће време обезбеђују што тачнији елементи за почетак коректуре или групног гађања. Коректуром се отклањају грешке припреме почетних елемената и обезбеђују што тачнији елементи за извршење групног гађања. Групним гађањем се остварује артиљеријска ватра и постижу материјални и морални ефекти по циљу. У савременим борбеним дејствима велики број циљева је покретан или се кратко задржава на једном месту, што захтева да се

²⁶ Артиљеријско правило гађања, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, УА-2-1, ВИЗ Београд, 1991, стр. 13-14.

²⁷ Борбено правило артиљерије, ГШВС КоВ, 2013, Београд, стр. 15.

²⁸ Артиљеријско правило гађања, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, УА-2-1, ВИЗ Београд, 1991, стр. 13-14.

артиљеријска гађања изводе без коректуре. Тактички значај гађања без коректуре огледа се у изненадном и правовременом дејству по циљу.²⁹

Артиљеријска ватра је организовано, временски и просторно усклађено дејство артиљерије којим она извршава задатке. Остварује се ради наношења губитака непријатељу у живој сили, ватреним и другим средствима и рушења објеката војне инфраструктуре. Требало би да артиљеријска ватра буде изненадна, тачна и снажна. Зависно од карактеристика циља, врсте и величине расположиве артиљеријске јединице, постављеног задатка, ефекта дејства који се жели постићи, врсте и одобреног утрошка муниције, артиљеријска ватра се остварује оруђем, водом, батеријом, дивизионом и са више дивизиона (групом). Основна ватра артиљерије је дивизиона ватра, према ефекту дејства артиљеријске ватре се остварују ради неутралисања, уништења, рушења, запречавања и ометања непријатеља.

Избор објекта дејства подразумева идентификацију ресурса непријатеља чијим се уништењем или онеспособљавањем може остварити предност сопствених снага уз што мању употребу ресурса. Употреба артиљерије и избор циљева повезани су са планираним ефектима и условима у којима се извршавају задаци ватрене подршке.

Артиљеријски циљ је елемент борбеног распореда непријатеља који је уносно гађати артиљеријом. За све циљеве врши се тактичко-оперативна и техничка анализа за борбено дејство и на основу тога доноси се одлука о гађању.

Тактичко-оперативном анализом циљева долази се до закључка : 1) укупном броју циљева по којима треба дејствовати и њиховом распореду по правцима, положајима и појасевима у зони операције, 2) највероватнијим местима и реонима појаве одређених циљева у одређеним фазама операције, 3) значају и карактеристикама одређених циљева, 4) подели циљева између артиљерије и авијације и 5) подели циљева на поједине артиљеријске јединице-групе.

Техничком анализом долази се до закључака о могућностима задовољавања тактичко-оперативних захтева и проналажења најповољнијих решења или аргумената који захтевају да се од таквих захтева одустане. Техничка анализа циљева обухвата одређивање: врсте и величине циља, потребних снага и средстава за гађање; ефекта дејства; начина, облика и врсте гађања; врсте пројектила, упалача и пуњења; утрошка пројектила и границе зоне сигурности. На основу тактичко-оперативне анализе циљева и предлога специјалистичког штабног официра, командант подржане јединице

²⁹ Исто, стр 15.

(састава) одређује по којим циљевима ће ватром дејствовати артиљерија, а по којим авијација.³⁰

2.2. Карактеристике артиљерије за подршку

Ограниченим дометом и спорошћу у брзини реаговања, због релативно застарелих система оруђа, артиљеријско-ракетне јединице доведене су у инфериоран положај са могућношћу трпљења већих губитака у току операције. Овај проблем се јавио као производ дугорочног стагнирања техничког развоја артиљерије у свим њеним сегментима. Како би се целовитије сагледали оперативно-технички проблеми, неопходно је сагледати захтеве развоја савремене артиљеријске ватрене подршке.³¹

Кроз досадашњи развој савремених артиљеријских система за ватрену подршку јасно се истичу следеће основне тенденције: 1) повећање домета 2) смањење масе оруђа 3) стално побољшање прецизности и тачности гађања 4) повећање брзине гађања 5) побољшавање покретљивости и маневарских својства оруђа 6) скраћивање времена припреме за почетак дејства 7) повећање ефикасности дејства пројектила на циљу 8) једноставније и економичније одржавање оруђа 9) способност за спровођење модернизације ради побољшавања перформанси и карактеристика.³²

Савремена артиљерија за подршку у садашњим борбеним операцијама се разликује у односу на конвенционалну, која је теоријски обрађена у усвојеним упутствима и правилима. У савременим оружаним сукобима артиљеријска ватрена подршка се остварује у потпуно измењеним условима па се поставља питање шта је то карактерише. Савремена артиљерија за подршку има велику тактичку покретљивост и непрекидно је спремна за дејство по захтеву у најкраћем могућем времену. Поред тога, је потпуно аутоматизованих функција и процедура припреме и отварања ватре тако да је способна да истовремено прецизно и ефикасно дејствује на врло велики број циљева. Непрекидно је укључена у дигитално окружење, са ажурирањем борбене ситуације у реалном времену тако да по обављању једног борбеног задатка, одмах је спремна да се посвети извршавању новог задатка. Применом GPS вођених пројектила савремена

³⁰Борбено правило артиљерије, ГШ КоВ, Београд, 2013, стр. 11-15.

³¹Кнежевић, З., Славковић, Р.: Специфичности и проблеми употребе снага артиљеријско -ракетне подршке у борбеним операцијама, 2012, Универзитет Одбране, Војна Академија, Пројектни менаџмент, стр. 121.

³²Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, 2010, Београд, стр. 8-9.

артиљерија за подршку је прецизна у дејству на тачкасте циљеве, тако да слика растурања неће више зависити од даљине гађања.

2.3. Управљање и руковање артиљеријском ватром и примена командно-информационог система

Командно-информациони систем дефинише се као подсистем командовања у којем су у мањој или већој мери аутоматизовани процеси прикупљања, преноса, обраде и коришћења података и информација потребних за командовање оружаним снагама ради повећања брзине реаговања система, смањења броја непосредно ангажованих људи у процесима командовања и оптимизације трошења ресурса. Основни садржај КИС су средства навигацијског подсистема која треба да обезбеде прикупљање података о текућем (тренутном) положају сопствених елемената снага и податке за кретање и оријентацију, при чему посебан значај имају подаци за тачно одређивање положаја и усмеравање ватрених и извиђачких система.

Уочити и осматрити релевантни циљ, користећи рачунарску подршку и комуникациона средства (средства за везу), па у најкраћем могућем року дефинисати оптималну варијанту дејства и донети потребне одлуке и наређења, а затим артиљеријска оруђа правилно усмерити ка изабраном циљу и створити услове да се циљ уништи уз најмањи утрошак муниције, су основни циљеви које треба да обезбеде системи за командовање и управљање ватром као део ширег система по акрониму C⁴ISR (Command, Control, Communication, Computer, Inteligence, Surveillance and Reconnaissance - командовање, управљање, комуникација, рачунари, обавештајна подршка, осматрање и извиђање). Ти системи, који се често зову и командно-информациони системи, обухватају стратешка и доктринарна опредељења употребе наоружаних формација, организациону структуру, људство, опрему, инфраструктуру, методе и процедуре, систем веза и пратеће извиђачке и обавештајне активности којима се свим командним нивоима у успостављеној хијерархији правовремено обезбеђују подаци неопходни за планирање употребе, командовање и управљање борбеним дејствима.³³

Савремене технологије омогућиле су креирање концепта система за управљање борбеним дејствима (Battle Management System-BMS). То је, заправо, део сложених

³³Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, Београд, 2010, стр 96.

командно-информационих система који постоје на нивоу тактичких и оперативних групација, прилагођен специфичним потребама појединих родова војске, а требало би да омогући што већи ниво самосталности у борби, обезбеђујући при томе да јединица која га користи координисано обавља задатке дефинисане од стране надлежне команде.

Системи за командовање и управљање ватром (у даљем тексту СУВ) је подсистем Командног информационог система и представља скуп процедура и поступака на принципима просторне векторске механике са задатком да се у реалном времену лоцира, захвати и уништи циљ под најповољнијим просторним условима које у датом тренутку обезбеђује борбена ситуација. Системи за командовање и управљање ватром треба да обезбеде:

- поуздане податке и релевантне информације о борбеној ситуацији и о непријатељу,
- услове за ефикасно, ефективно и правовремено дејство по непријатељу,
- коришћење и размену потребних информација,
- обавештајне и контраобавештајне податке (користећи компоненте система чији су задаци осматрање, аквизиција циљева и извиђање),
- услове за управљање ризицима и њихово свођење на најмању могућу меру,
- координацију дејстава и повезивање са другим деловима оружаних снага.

Средства везе омогућавају да се поруке о елементима снаге преносе огромним брзинама, а савремена рачунарска средства да се ажурирање сваке поруке на радној карти изводи аутоматски, по њеном пријему.³⁴

Успешан командно-управљачки и информациони систем (КИС) и систем за командовање и управљање артиљеријском ватром (СУВ), као његов подскуп, подразумевају потпуну интеграцију извиђања, осматрања, обраде и преноса података и информација, навигације, позиционирања, логистичке подршке, балистичких прорачуна и процедура отварања ватре (табела 1). Систем би требало да омогући што виши ниво аутоматизације планирања и приказа ситуације ради што ефикасније припреме и извођења предвиђених борбених дејстава.

Табела 1: Опште перформансе типичног КИС артиљеријске бригаде ³⁵

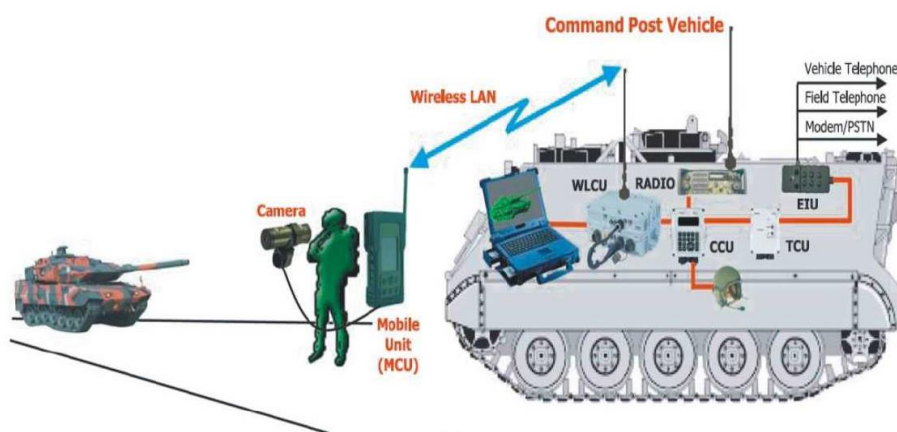
Подфаза процеса	Време
-----------------	-------

³⁴Максимовић, С.: Праћење ситуације у реалном времену, Нови гласник, 1/1997, стр 41.

³⁵Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, Београд, 2010, стр 98.

време за припрему операције	до једног сата
пренос информација истуреним осматрачима	до 30 минута
прикупљање, обрада и пренос информација о положајима и распореду сопствених снага	до 5 минута
прикупљање и обрада података о положају непријатеља	до 8 минута
пренос информација о положајима и распореду непријатеља	до 2 минута
припрема елемената за гађање	до 1 минут
пренос наређења до оруђа у батерији	до 30 секунди
прикупљање података од оруђа у батерији	до 2 минута
ажурирање података о непријатељу	сваких 30 минута

Само један извршилац гађања, који не мора да буде из исте батеријске организације ако располаже савременим сензорским средствима за мерење параметара о опаженом циљу и савременим комуникацијским уређајем за припрему команде за гађање, може да обави читав процес припремања, издавања и преноса команде за гађање за 5 до 10 секунди.³⁶ Концепт за реализацију командно-извиђачке функције у виду командног извиђачког возила одређује се на основу намене, појединачних функција и захтева које треба испунити (слика 5). Основна намена извршавања командно-извиђачке функције КИС снага ватрене подршке заступљене у артиљеријском дивизиону за ватрену подршку је да обезбеди: осматрање, детекцију, надгледање и праћење објеката, аквизицију циљева, услове за успешно командовање и праћење тока дејстава, руковање ватром формацијских и придодатих артиљеријских јединица.³⁷



³⁶Максимовић, С.: Артиљеријско гађање у тактичким командно-информационим системима, Нови гласник, 3-4/1997, Београд, стр 39.

³⁷Милетић, С., Кокел, Т., Мањак, М.: Концепт сензорског комуникационо-информационог система командно-извиђачког возила КИС-а артиљеријског дивизиона за ватрену подршку, Војно дело, 2011, бр.4, стр 303-313.

Слика 5: Концепт артиљеријског гађања са командно информационам системом³⁸

Класични системи за одређивање елемената за гађање претпостављају збијен распоред оруђа на ватреном положају са једним оруђем као основним, а нова тактика захтева да се оруђа распореде на велика међусобна растојања, па чак и у различите правце и да се за свако од њих посебно одређују елементи за гађање за један или више различитих циљева истовремено. Класични прибори за управљање ватром тај проблем не могу да реше.³⁹

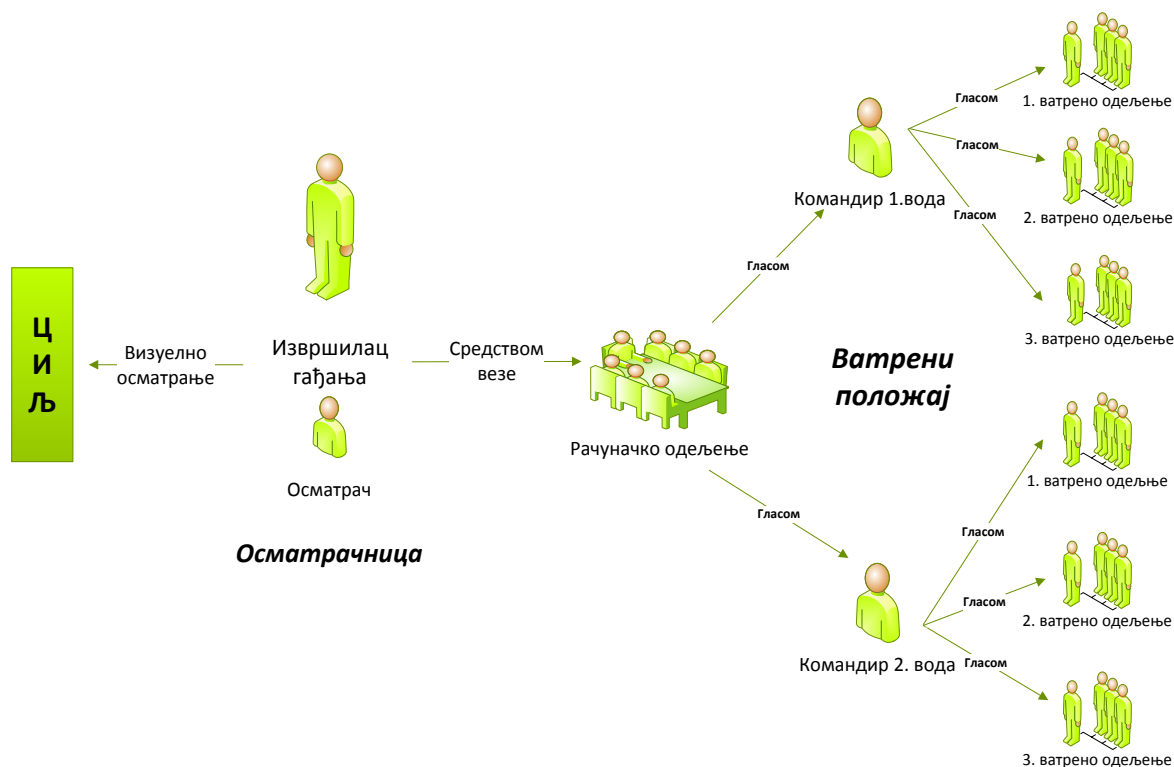
У класичном приступу извођења артиљеријских дејстава, гађање се првенствено организује и реализује на нивоу батерије. Такав модел дејстава подразумева да су одговарајућим средствима везе повезани и функционално интегрисани командно-управљачки део, осматрачко-извиђачки део, део за обраду података и ватрени део. Извршилац гађања на осматрачници управља гађањем, осматра бојиште и издаје команде за дејства. Људство задужено за обраду података добијених од осматрача одговарајућим методама одређује и припрема елементе за гађање додељеног циља (формирају такозвано основно оруђе у батерији). Одељење припрема и испалује одређени број метака са бар једним артиљеријским оруђем (или више одељења, некада и цела батерија) према добијеним елементима за гађање (правац, елевација, пројектил, упаљач, барутно пуњење, режим гађања). Ватрени део батерије обично има два вода са по 2 до 3 оруђа (у зависности од калибра и врсте оруђа). Командири водова класичним поступком (коришћењем такозваног снопара и планшетног прибора за управљање) одређују допунске елементе за гађања за свако од оруђа у воду, због тога што се положај оруђа разликује од положаја основног оруђа, што стање истрошености цеви није исто и што се захтева гађање различитих тачака на површинском циљу.

Извођење гађања је сложен процес који се у условима класичног вођења борбених дејстава, без командно-информационих система и система за управљање ватром, одвија на следећи начин (слика 6). Извршилац гађања се налази на осматрачници, где се уочавају, идентификују и локализују циљеви. Он припрема и издаје рачунарском одељењу команду за гађање. Ако циљ није био претходно одређен (што је чест случај), процес траје до 2 минута. Када је циљ раније познат (објекти на

³⁸ Исто, стр 311.

³⁹Тмушић, М.: Артиљеријски рачунарски систем за управљање ватром АРСУВ-99, Нови гласник, 1-2/2000, стр 62.

терену, утврђени положаји непријатеља), издавање и пренос команде за гађање трају знатно краће (око 30 секунди). На осматрачници су, обично, четири особе (извршилац гађања, осматрач, радио оператер, везиста).



Слика 6: Класична процедура артиљеријског гађања

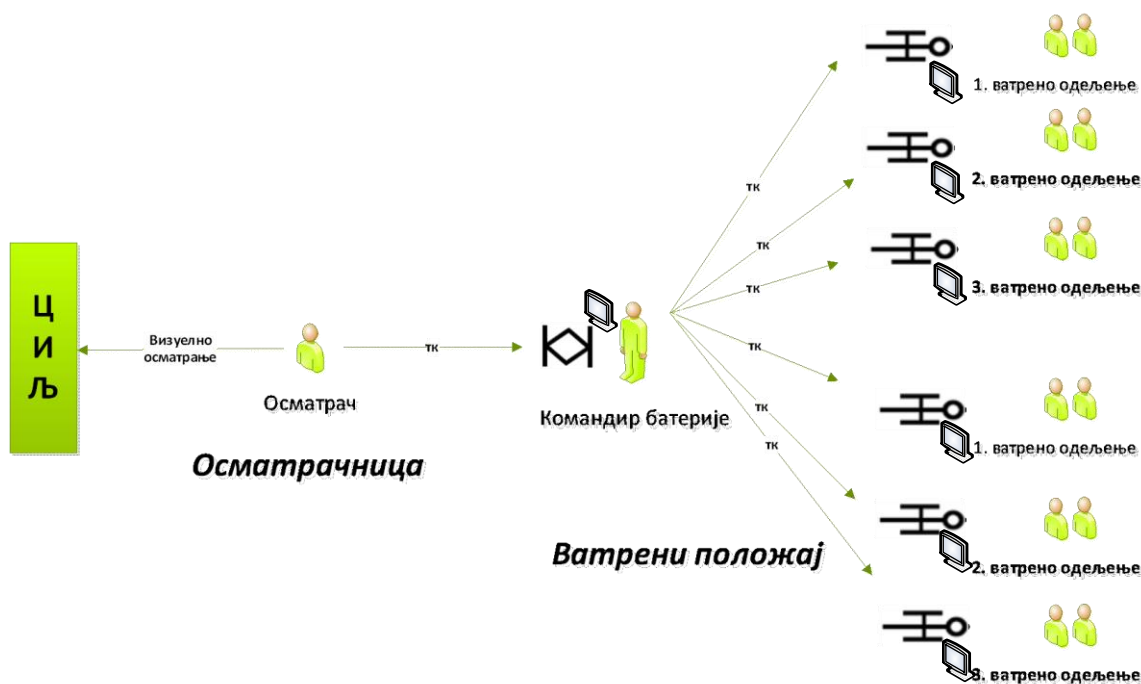
Рачуначко одељење (четири војника) током 5 минута одређује заједничке елементе за гађање и преноси их командирима водова. Командири водова добијене податке дорађују у складу са позицијом појединих оруђа и врстом циља, па их у наредних 2 минута саопштавају одељењима као елементе за гађање. Њихов рад траје до 7 минута.⁴⁰ Оруђна одељења (2 командира) реализују добијене команде и за 30 секунди испале прве пројектиле који падају на циљ после 30 до 90 секунди лета.

Прва фаза гађања (одређивање почетних елемената) по наведеној процедури траје: до 9 минута за прикупљање, обраду и припрему података и до 30 секунди за испаливање првих пројектила. При томе је на пословима припреме гађања ангажовано 10 лица. Ако задатак није одмах у потпуности извршен, што је најчешће случај, процес се понавља. Следећа фаза гађања коректура траје краће (само око 2 минута), јер се користе подаци из претходног циклуса. Наредни циклуси служе да се што тачније

⁴⁰Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, Београд, 2010, стр 100.

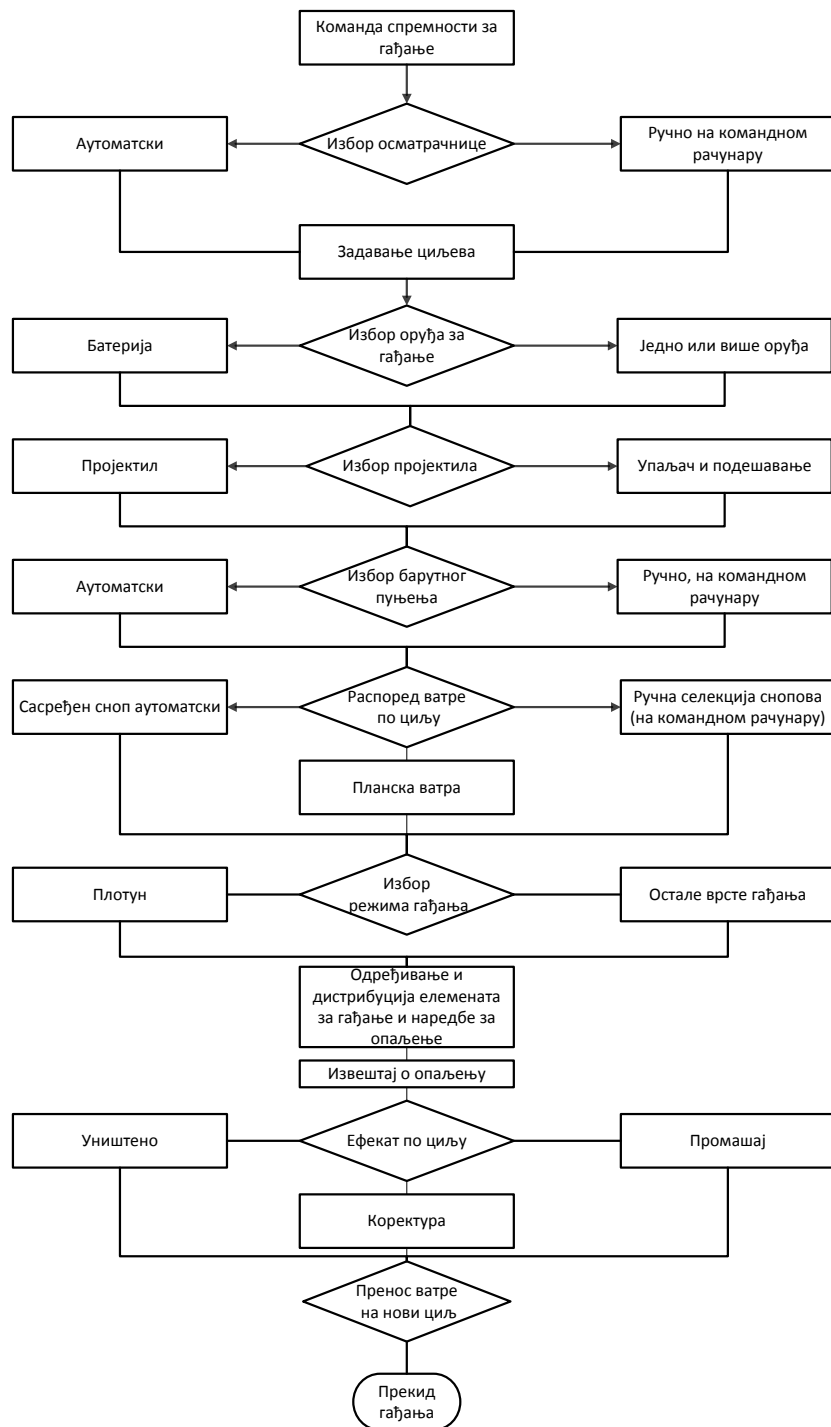
погоди циљ, а последњи да се остваре жељени ефекти на циљу. Последњом фазом се гађа групно ради остваривања потребне густине ватре.

Системом за командовање и управљање ватром аутоматизују се процеси прикупљања, преноса и обраде података да би се, уз смањен утрошак борбених ресурса, убрзала и повећала ефикасност и ефективност борбених дејстава.



Слика 7: Артиљеријско гађање коришћењем система за командовање и управљање ватром

Системом за командовање и управљање ватром оруђа ватрене подршке, чији је принцип коришћења приказан на слици 9, представља систем међусобно повезаних уређаја и подсистема који омогућавају прикупљање, пренос, обраду и приказ података потребних за анализу, припрему и извршење артиљеријског гађања, према алгоритму датом на слици 10.



Слика 8: Алгоритам и процедура артиљеријског гађања⁴¹

Употребом СУВ постиже се: повећање брзине реаговања артиљерије; боља координација дејстава артиљеријских јединица; већа тачност и економичност артиљеријске ватре; смањење непосредног људског рада, односно броја ангажованог људства; оптимизација трошења ресурса. Све већа покретљивост јединица и динамика

⁴¹Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, Београд, 2010,стр 102.

борбених дејстава отежавају праћење догађаја на бојном пољу. Разноврсност циљева доводи до огромне количине информација које треба прикупити и обрадити у веома кратком временском периоду. Ако се дозволи јединицама нижег нивоа да самостално преузимају иницијативу, може се отворити снажна, ефикасна и тачна ватра по непријатељским циљевима. Само аутоматизовани системи су способни да прикупе, обраде и класификују огроман број информација и да их правовремено и поуздано расподеле корисницима.

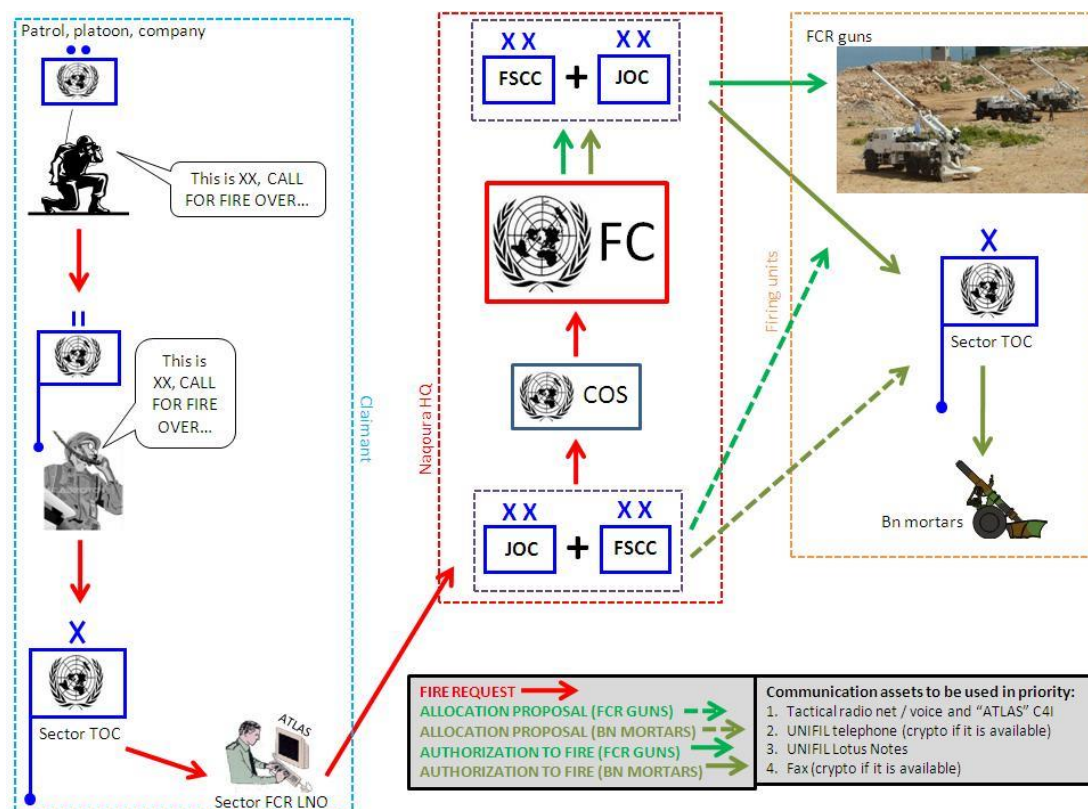
Брзо и тачно одређивање података за гађање само је један део у процедурама борбених дејстава артиљерије. Важан део представља и пренос података до сваког оруђа у батерији. Елементи за гађање се у класичним поступцима на ватрени положај преносе гласом. Није тешко замислити како то изгледа у условима реалних борбених дејстава. То захтева велико време, а ради избегавања грешке команда се сваки пут понавља од стране онога који треба да је изврши на оруђу. Применом аутоматизованих система за управљање ватром отклања се тај недостатак, а време се битно скраћује.

Тежи се да почетни елементи буду високог реда тачности, чиме се обезбеђује почетак гађања циља без предходне коректуре, остварује ефекат изненађења и ватрени задатак извршава за најкраће време. При извођењу савремених борбених дејстава, коректура (као следећа фаза артиљеријског гађања) је непожељна фаза артиљеријског гађања коју треба избегавати, или потпуно елиминисати, због свих негативних последица које може да изазове. Да би се коректура избегла, неопходно је применити најтачнију методу припреме почетних елемената. У досадашњој пракси је то била позната потпуна припрема почетних елемената за гађање. Примена ове методе захтева: тачне координате елемената борбеног распореда јединице и циљева; тачне податке о метеоролошким и балистичким условима гађања; оријентисане инструменте и оруђа усмерена у основни правац према упутству за топографско-геодетско обезбеђење артиљерије; поседовање одговарајућих таблица гађања, зависно од надморске висине оруђа. Ако било који од наведених услова није испуњен, прелази се на скраћену припрему почетних елемената, при чему се често чине грешке: не врши се сондирање атмосфере и нема тачних података о метеоролошким условима гађања, па се координате ватреног положаја одређују по карти, што неминовно захтева вршење коректуре и ствара лоше навике код старешина.⁴²

Основне функције које се реализују применом СУВ су:

⁴²Грбо, С.: Скраћена припрема почетних елемената за гађање у артиљерији, Нови гласник, 2/2004, стр. 83.

- а) Праћење осматрања, извиђања и тактичко-техничке анализе циљева, као и стања стока муниције.
- б) Планирање и организовање: 1) топографско-геодетске припреме; 2) метеоролошке припреме, 3) балистичке припреме; 4) техничке припреме.
- в) Управљање ватром: 1) избор врсте припреме елемената за гађање; 2) коректура; 3) избор начина гађања; 4) решавање групног гађања, као основног ватреног задатка.⁴³



Слика 9: Концепт захтева за отварање ватре по стандардним оперативним процедурама НАТО⁴⁴

У свету је данас најраспрострањенији Амерички СУВ и КИС познат као AFATDS (енг. Advanced field artillery tactical data system). Примењује се на командном месту за управљање ватром од нивоа вода до корпуса. Намењен је да координира и оптимизује ватрену подршку свих јединица, укључујући и минобацаче, артиљеријске јединице различитих врста и калибра, јединице МЛРС, борбених хеликоптера, ваздушне подршке и бродске артиљерије. Амерички систем за управљање ватром је

⁴³Калезић М.: Пројектовање артиљеријских система, Ваљево Принт, Београд, 2010, стр 102.

⁴⁴Standard Operating Procedure, fire support artillery July 2011, J3-CUOPS1, str. 11.

интероперабилан са постојећим СУВ-КИС Немачке (ADLER), Британије (BATES) и Француске (ATLAS), слика 9.

За наведене системе у сталним оружаним снагама користи се ознака C⁴I системи артиљерије да би се означило јединство функције командовања, контроле, комуникације и обавештајне делатности у артиљеријским јединицама. Заједничко за све КИС или C⁴ системе артиљерије је допринос скраћењу времена реаговања артиљерије на један до два минута, повећањем тачности и ефикасности артиљеријске ватре за око 30-50 посто и у истој мери смањење ангажовања људских потенцијала и трошења материјалних ресурса.⁴⁵

2.4. Артиљеријски циљеви

Велики број и разноврсност циљева на бојишту намеће потребу да се непрекидно, пре борбених дејстава и у току њих, откривени циљеви анализирају тактички и технички. Тактичку анализу врши штабни специјалиста за артиљеријску ватрену подршку, ради добијања података: колики је укупан број просечних дивизионих циљева по којима треба дејствовати; колики је број просечних дивизионих циљева по правцима и положајима; на којим се правцима и рејонима може очекивати појава циљева. На основу тих и других података одређују се груписање, подела и предпотчињавање артиљеријских јединица, као и подела муниције по фазама борбе. Из тактичке анализе циљева извлаче се и закључци за планирање ватре, ради обезбеђења успешне подршке јединица. Посебно се анализирају циљеви по којима ће дејствовати артиљерија за подршку. Основ за успешну техничку анализу представља детаљно познавање карактеристика циљева. У борбеним условима често је тешко открити све циљеве и сазнати њихове карактеристике, што за последицу има мање успешно гађање. Велику улогу у техничкој анализи циљева за извршиоца гађања имају благовремено проучавање земљишта и добро познавање: организацијско-формацијске структуре, задатка, ситуације и начела дејства противника.⁴⁶ Техничка анализа циљева обухвата одређивање: врсте и величине циља, потребних снага и средстава за гађање; ефеката

⁴⁵Каровић, С., Кокељ, Т.: Условљеност организацијско-формацијске структуре артиљеријских јединица ватрене подршке савременим технологијама, Нови гласник, 1-2/2008, стр. 42.

⁴⁶Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр. 35-36.

дејства; начина, облика и врсте гађања; врсте пројектила, упаљача и пуњења; утрошка пројектила и границе зоне сигурности.⁴⁷

Промене карактеристика артиљеријских циљева (структура, отпорност и покретљивост) условиле су потребу за повећањем брзине реаговања артиљерије за подршку и остваривањем изненадних и краткотрајних артиљеријских ватри.⁴⁸ У савременим условима ратовања елементи борбеног распореда су разврстани од линије додира, па по дубини на великом пространству, зависно од величине јединице. По дубини непријатељевог распореда распоређени су веома важни циљеви, који су од интереса за артиљерију, а не могу да се осматрају са артиљеријских осматрачница командира и команданата.⁴⁹ Управо откривање овако далеко, односно, дубоко распоређених циљева представља основни и најтежи задатак за артиљерију.

Због скраћивања времена боравка циља у одређеном рејону, ниво аутоматизације система поприма све већи значај. Са повећањем ватрене зоне повећава се и значај вероватноће откривања циљева у односу на простор (стварни капацитети обраде података). Показатељи времена боравка циља у одређеном рејону и вероватноћа његовог проналажења упућују на неопходност бржег прикупљања података о борбеном распореду непријатеља, реализовању тактичко-техничке анализе, избора циља и почетка гађања. Да би се испунио тај захтев потребно је осавременили СУВ и КИС ради повећања брзине реаговања.⁵⁰

Покретљивост артиљеријских циљева (елементарних и групних) представља њихову динамичку отпорност, изражену преко временске димензије у простору. Динамичка отпорност се може анализирати за појединачно борбено средство или за јединицу у функцији ефикасности дејства или преживљавања на бојишту. Унапређење ефикасности артиљеријских дејстава подразумева неопходност уважавања и решавања проблема које је условила повећана покретљивост артиљеријских циљева.⁵¹ Како се мењају карактеристике артиљеријских циљева, пред артиљерију за подршку постављају

⁴⁷ Борбено правило артиљерије, 2013, ГШВС КоВ, Београд, стр. 18.

⁴⁸Ковач, М.: Могућности повећавања ефикасности дејства артиљерије за подршку, Нови гласник, 3-4/1997, стр. 80.

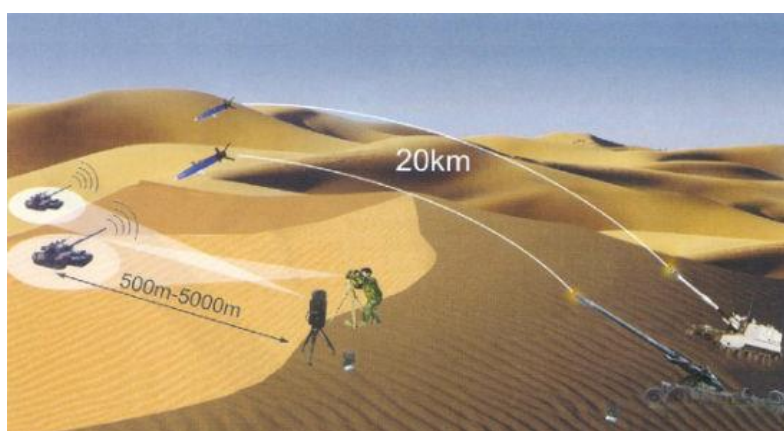
⁴⁹Милетић, М.: Ангажовање артиљеријских и извиђачких трупа у борби, Нови гласник, 4-5/2002, стр. 52.

⁵⁰Ковач, М.: Утицај командно-информационих система на организацију и ефикасност артиљеријско-ракетних јединица за подршку, Нови гласник, 2/2000, стр. 36.

⁵¹Ковач, М.: Анализа покретљивости артиљеријских циљева, Нови гласник, 1/1996, стр. 77.

се сложенији захтеви у смислу промена у домену тактике артиљерије, метода ватре и изналажења бољих конструкционих решења на муницији.⁵²

Будући да је употребна вредност свих борбених система изражена дејством на циљу, посебан значај се даје развоју и увођењу у наоружање савремене артиљеријске муниције. Она је задржала традиционалну намену (извршавање задатака ватрене подршке), али са усавршеним перформансама, израженим повећаним дометом и већом ефикасношћу на циљу. Међутим, значајнији напредак је учињен проширењем намене, а самим тим и извршавањем нових тактичких задатака по критеријуму ефикасности извршења борбеног задатка. Вођени артиљеријски пројектили постају најуспешнија средства у противоклопној борби на великим даљинама до 20км и више (слика 10).⁵³



Слика 10: Концепт посредног гађања у противоклопној борби⁵⁴

Ефикасност дејства артиљерије за подршку је мера њене успешности у извршењу наменских задатака. Широк је спектар параметара који одређују степен ефикасности дејства артиљерије за подршку. Они захтевају техничке и тактичке аспекте карактеристика система артиљеријске ватрене подршке. Технички аспект параметара ефикасности дејства артиљерије за подршку условљен је развојем технолошког фактора, а манифестује се кроз техничке карактеристике артиљеријских оруђа, муниције, средства вуче, командно-информационог система и система за управљање и командовање ватром.⁵⁵

⁵²Ковач, М.: Квантитативна анализа артиљеријских циљева, Нови гласник, 1995, стр. 35.

⁵³Палигорић, А.: Савремена артиљеријска муниција, Нови гласник, 1/1996, стр. 89.

⁵⁴ Интернет, Доступно на: < <http://www.survincity.com/2011/05/the-complex-is-managed-artillery-armorment-122mm> >, Преузето: 15.07.2014. године.

⁵⁵Ковач, М.: Могућности повећавања ефикасности дејства артиљерије за подршку, Нови гласник, 3-4/1997, стр. 79.

На основу ратних операција вођених током 1991. године, стечена су искуства у вези са артиљеријским извиђањем, топографско-геодетским, инжињеријским, позадинским обезбеђењем и борбеним осигурањем. Обавештајно-извиђачка делатност, односно артиљеријско извиђање, била је најслабија тачка у обезбеђењу борбених дејстава. Извиђање је, нарочито у почетном периоду рата 1991. године, било неорганизовано, а задаци су само делимично и површно обављани (прикупљање, обрада и достављање података о непријатељу, земљишту и метеоролошким условима). Из страха од губитка људства, поједини органи артиљеријског извиђања, као на пример, артиљеријске извиђачке групе АИГ, нису активирани, мада су недостајали управо подаци о артиљеријском извиђању непријатеља.⁵⁶

Неосматрани циљеви су они који се не могу осматрати са осматрачница на земљи, као што су обично непријатељска жива сила и ватрена средства на већој дубини, снаге на очекујућем и полазном положају, командна места и центри везе, минобацачке и артиљеријске батерије предвиђене за посредно гађање, и слично. За гађање оваквих циљева карактеристична је:

- Мања тачност одређивања елемената за групно гађање у односу на тачност за осматране циљеве,
- Немогућност осматрања резултата групног гађања (изузев при осматрању из ваздуха), а самим тим немогућност исправљања елемената у току групног гађања.

Координате неосматране живе силе могу се одредити:

- Осматрањем из ваздуха,
- по аеро-фото снимку,
- по карти на коју је нането место циља на основу извиђачких података или према процени борбене ситуације.

Елементи за групно гађање одређују се:

- коректуром непосредно на циљ осматрањем из ваздухоплова,
- преносом ватре од репера,
- потпуном припремом са урачунавањем метеоролошко-балистичких, односно побољшаних поправки,
- скраћеном припремом (изузетно).

⁵⁶ Милетић, М.: Артиљерија у ратним операцијама 1991. године, Нови гласник, 6/1996, стр 97-98.

Због врло мале тачности којом су одређени елементи за гађање неосматраних циљева, групно гађање изводи се само ради неутралисања оваквих циљева, зато што би за уништење била потребна огромна количина муниције и доста времена или јединица за гађање. Неосматрана жива сила и ватрена средства неутралишу се површинским ватрама, с тим што површина не може бити мања од 3-4ha , а утрошак муниције одређује се у виду норми за 1ha површине. Норме се одређују на основу вероватноће погађања која зависи од величине средишних грешака, а средишне грешке су у директној зависности од начина припреме елемената за гађање и даљине гађања.

2.5. Артиљеријска ватрена подршка у нападним операцијама

Разноврсна борбена дејства и специфичности зоне операције захтевају различите тактичко-оперативне саставе, чије ангажовање намеће различите облике дејстава, а од артиљерије захтева потпуно прилагођавање. Артиљерија, као основни носилац ватреног удара и подршке у току нападних операција, има одлучујући значај и улогу, чији се ефекти директно изражавају на живу силу и борбена средства браниоца, а посебно у борби против његовог артиљеријско-ракетног система, која учествују у активним дејствима. Са становишта употребе ватре сопствене артиљерије у нападу, треба истаћи потребу њене правовремености, изненадности, масовности и краткотрајности.⁵⁷

Основна улога артиљерије је да слаби одбрамбену моћ браниоца и тако створи нападачу повољне услове за извршење задатка. Непрекидно садејство са другим родовима и видовима обезбеђује максималан замах нападне операције, односно високи темпо наступања. Артиљерија је у стању да ватру концентрише на најважније циљеве и тиме оствари ватрено тежиште на главном правцу удара на свим тактичким и оперативним нивоима.⁵⁸

Циљ је да се уништи чврстина одбране непријатеља, да се у зони напада непријатељске јединице разједине и изолију и да се обезбеде оперативно одлучујући циљеви. Најпожељнији метод је наћи и напасти непријатеља на даљини смртоносним и несмртоносним ватрама остајући изван домета претећих система. Артиљеријска ватра, са системима позиционираним знатно унапред, у довољној мери задовољава

⁵⁷Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр. 213.

⁵⁸ Исто, стр. 214.

карактеристике напада. Такве ватре се могу брзо мењати и прикупљати за изненадни напад непријатеља из било ког правца у било које време.⁵⁹

Артиљерија организује ватрени положај одмах позади главног борбеног ешелона, са кога може сигурно и једновремено дејствовати по најважнијим циљевима у припреми и подршци. Артиљеријске осматрачнице (осматрачи) налазе се у распореду најнижих тактичких јединица и на истуреним осматрачницама команданата. Вођење савремених борбених дејстава захтева све већу ефикасност ватреног дејства артиљеријско-ракетних јединица по читавој дубини бојишта. За повећање њихове ефикасности користе се, између осталог, беспилотне летелице и извиђачки хеликоптери, у условима велике динамике борбених дејстава, делимичне или тренутне превласти у ваздушном простору и у критичним ситуацијама на бојишту.⁶⁰

Наведени задаци се реализују у тесном садејству са авијацијом, пешадијом и оклопним јединицама, чија ватра, у складу са општим ватреним системом, представља јединствену целину, а практично се дефинишу у плану операције.⁶¹

Употреба артиљерије у многоме зависи од начина организације и врсте одбране. Уколико је одбрана непријатеља упорнија, утолико је улога нападачеве артиљерије више изражена, јер мора знатно утицати на ток нападних дејстава, посебно при обезбеђењу почетног удара, сламању јако брањених рејона и одбијању већих противнапада и противудара.⁶²

Артиљеријска јединица, по пријему наређења, приступа организацији извиђања и осматрања. У одређене рејоне ватрених положаја, осматрачница и командног места упућују се извиднице ради њиховог дефинитивног избора и уређења. Елементи борбеног поретка артиљеријских јединица у нападу распоређују се ближе фронту, тј. предњем крају одбране непријатеља.

Артиљеријска припрема је сама за себе комплетна целина, а истовремено и део опште ватрене припреме напада (у којој, поред артиљерије, учествују авијација, пешадија и оклопне јединице). Без обзира на ком се нивоу и на какав одбрамбени систем примењује, артиљеријска припрема треба да обезбеди одређени степен неутралисања, а по могућности и да освоји ватрену превласт над браниоцем и лиши га

⁵⁹Field manual 3-09.22 Field Artillery Tactics and Techniques, Headquarters Department of the Army, Washington, DC. Chapter 3-2.

⁶⁰Пишчевић, Д.: Коректура артиљеријске ватре извиђачким хеликоптером, Нови гласник, 3-4/1998, стр. 36.

⁶¹Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедре артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр. 216-217.

⁶²Исто, стр. 217- 218.

могућности да ефикасно и организовано пружа отпор јединицама које наступају. Планом дејства артиљерија би требало да изврши поделу артиљеријске припреме по зонама и времену, а затим по циљевима, тј. да предвиди на које ће циљеве дејствовати авијација а на које артиљерија.

Артиљеријска припрема обезбеђује полазак пешадијских и оклопних јединица у напад са полазног положаја, односно са линије развоја за оклопне јединице, као и њихово успешно продирање у дубину одбране. Дужина артиљеријске припреме зависи од времена потребног јединицама првог ешелона да савладају простор од полазног до јуришног положаја, а артиљерији да неутралише циљеве у довољној мери да сопствене снаге могу што успешније извести јуриш. Артиљеријска припрема може да почне са поласком пешадије са полазног положаја, пре или касније, а завршетак се увек поклапа са почетком јуриша.

Артиљеријска подршка напада почиње на сигнал за јуриш и траје све до извршења постављеног ватреног задатка. Изводи се, начелно, у свим условима напада. Ако се артиљеријска припрема изводи, онда се артиљеријска подршка непосредно надовезује на њен завршетак. У случају да нема артиљеријске припреме, артиљеријска подршка се планира и организује тако да може отпочети чим пешадија и оклопне јединице отпочну јуриш. Сигнал за јуриш значи истовремено и почетак артиљеријске подршке. Основни задатак артиљеријске подршке је да на правцима напада крчи пут пешадији и тенковима и води их ватром на читавој дубини задатка, неутралишући поједина жаришта отпора, артиљерију и минобацаче, решавајући противнападе других ешелона и резерви, припремајући и подржавајући увођење у борбу других ешелона и резерви, штитећи крила и бокове јединица, а у границама могућности и добијених задатака подржавајући дејство потчињених или садејствујућих јединица.

Артиљеријска подршка напада до извршења ближег задатка изводи се почетним груписањем организованим пре почетка напада. Највећи број задатака артиљерија извршава са основних и првих наредних ватрених положаја. Прве ватре у артиљеријској подршци су планске и аутоматске. Остварују се по унапред одређеним циљевима, а касније по свим новим или оживелим за које је заинтересована пешадија. Артиљеријска подршка интензивно се наставља ради савлађивања одбрамбених рејона тактичких јединица браниоца. Ватре се, начелно, остварују по захтевима и сигнаlima старешина пешадијских и оклопних јединица у границама могућег утрошка муниције за тај период-фазу борбе, док прекорачење планираног утрошка одобрава лично

командант. Артиљеријске старешине морају бити увек спремне за брзо и правовремено отварање ватре по било којем циљу.⁶³

До почетка следећег задатка, треба се извршити мноштво тактичких радњи, као што су довођење и припрема за дејство артиљерије другог борбеног ешелона, придавање, претпотчињавање, прерасподела задатака и муниције, допунско ангажовање артиљерије (која је до тада била и остаје у борби) и допуна садејства. Ови се задаци предвиђају и у начелу планирају пре почетка напада, али конкретно решење добијају у току борбе и често у покрету. Важно је да буду регулисани до почетка друге фазе дејства, односно операције.

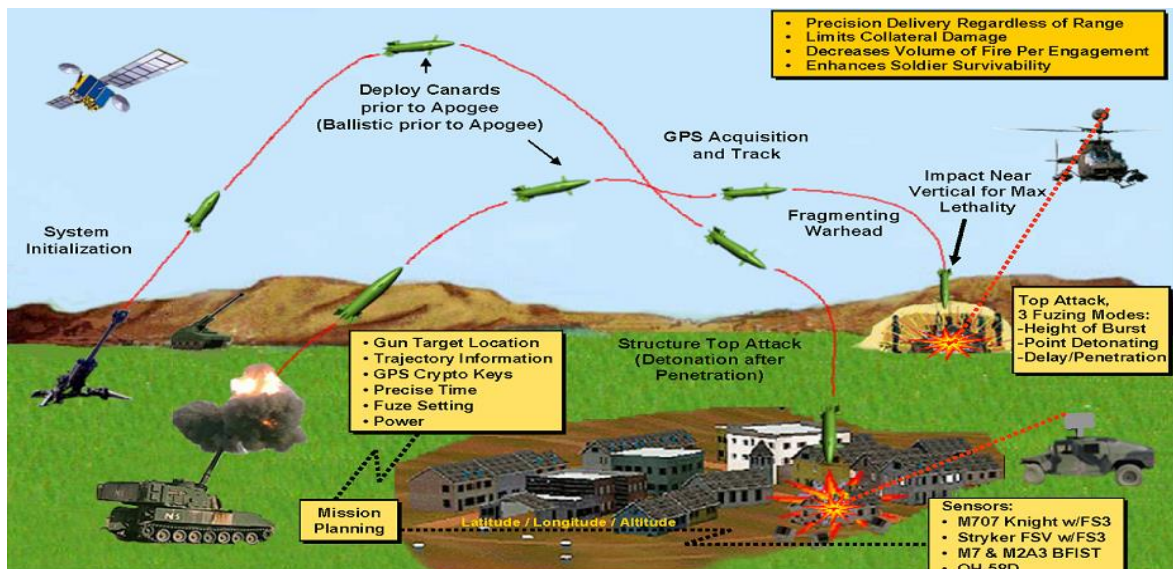
Од правилног конципирања утрошка артиљеријске муниције зависи снага артиљеријског ватреног система, који опет преко њеног организованог ватреног модела утиче на степен и интензитет неутралисања у периоду припреме односно подршке. Утрошак и одобравање муниције зависиће од укупног задатка свих снага у нападу, јачине и распореда браниоца и организације његове одбране.

Копнене операције вођене на крају двадесетог века показале су да су наступиле револуционарне промене у области артиљеријске муниције и ракета за чију се прецизност и ефикасност по циљу на западу користе синтагме „лансирај па заборави” и „један пројектил-један циљ”. Таква муниција, врхунске технологије и врло скупа, битно смањује огромне логистичке проблеме који су кроз читав двадесети век пратили обезбеђење довољних количина артиљеријске муниције.⁶⁴

У развијеним земљама изводе се облици активних дејстава где се у основи користе GPS самонавођени пројектили. При планирању извођења упада, у току нападне операције са GPS самовођеним пројектиlima, поред података везаних за циљ и вођење пројектила (координате циља, информације о позицији пројектила на путањи, GPS кодови за прецизну навигацију, прецизно време атомских часовника, фази подешавања и погонско гориво) потребно је одредити сопствене снаге које ће подржати операцију након дејства пројектила. За овакву врсту операције користе се специјалне снаге како би се задатак у потпуности испунио (слика 11).

⁶³Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр. 223.

⁶⁴Ковач, М.: Тенденције развоја артиљеријске муниције и ракета, Нови гласник, 1-2/2000, стр. 47.



Слика 11: Концепт операције са употребом артиљеријских GPS навођених пројектила⁶⁵

Концепт активних дејстава је увезан са сателитом. Приказане су две структуре напада са GPS навођеним пројектилом, и то: 1) кад се гађа циљ ван заклона са парчадним дејством пројектила; 2) кад се гађа циљ у потпуним заклонима са подешавањем кашњења упаљача. Хаубица која испаљује самонавођени пројектил представља иницијални систем, пре него што пројектил достигне максималну висину отварају се крилца на упаљачу пројектила. Крилца на упаљачу служе за самовођење уз подршку навигационих информација. Након достизања максималне висине, пројектил прима GPS информације и креће се по путањи на основу њих. У завршној фази вођења пројектила води се рачуна о висини налета, тачки детонације и времену кашњења на упаљачу. При уласку пројектила у рејон циља убацна путања пројектила је вертикална како би ефекат по циљу био максималан.

⁶⁵Gudjohnsen, D., Worthington, M.: Development of the XM982 Excalibur Fuzing System, ndia 49th annual fuze conference 5-7 april, 2005, str. 7.

разбијању борбеног поретка и груписања, спречавању и одбијању напада и против-напада. Одбрана наших оружаних снага требало би да се супротстави непријатељу који напад сматра основним и најважнијим видом дејства. Сваком нападу претходи јака авио и артиљеријска припрема, са циљем да омогући првом ешелону развој из марша и образовање борбеног поретка за напад. Први ешелон креће у напад без задржавања или после кратког задржавања на јуришном положају, који је на 100 до 800м. Артиљеријска припрема почиње када први ешелон почне развој у батаљонске колоне и траје до зоне сигурности властитих јединица.

Планирање обухвата одређивање задатака, специфичности планирања, организацију употребе артиљерије и ракетних јединица, груписање, борбени поредак, организацију ватреног система, садејства, командовања и управљања ватром. Планирање према фазама борбе обухвата:

- дејство до почетка напада непријатеља, којим се са привремених ватрених положаја подржава борба предњих одреда и борбеног обезбеђења,
- дејство у току одбране првог ешелона ради спречавања наступања и јуриша пешадије и оклопномеханизованих снага на предњи крај и њиховог брзог продирања и ширења, обезбеђења бокова и спојева и подршке противнапада,
- спречавање увођења другог ешелона, неутралисање артиљерије и минобацача, подршку снага које разбијају ваздушни десант и спречавају даље продирање пешадије и тенкова,
- подршку одбране другог борбеног ешелона и прихват снага првог ешелона,
- у току даљих дејстава (или борбе по дубини) подршку по правцима, нарочито борбу против снага које брзо продиру и ваздушнодесантних јединица.

Кључни елемент успешне одбрамбене операције је наћи и уништити непријатеља на раздаљини пре него што дође до блиске борбе са потенцијално великим бројем жртава. Јединице нарушавају темпо и синхронизацију нападача да би га спречиле да скупи своју борбену моћ на полазном положају напада.⁶⁸

Систем ватре се организује на основу задатака постављених артиљерији за подршку, а укључује се у ватрени систем подржаване јединице, чинећи са њим целину. Артиљеријски ватрени систем представља костур целокупног ватреног система или је његов најважнији део. Бранилац првенствено ватром наноси највеће губитке нападачу, одбија напад и штити сопствене јединице и борбени поредак. Да би имала највећи

⁶⁸Field manual 3-09.22 Field Artillery Tactics and Techniques, Headquarters Department of the Army, Washington, DC. Chapter 3-39.

ефекат, ватра се треба систематизовати према јединицама, могућностима и врстама оружја.

При организацији *садејства* између артиљерије и авијације утврђује се подела циљева између артиљерије и авијације према фазама и етапама операције (табела 2), време дејства на поједине циљеве, начин показивања циљева и пријем извиђачких података, рејони *ватрених положаја*, технички подаци за везу и ватрено дејство, јединствена нумерација циљева, оријентира, кодирања и сигнала. Авијација за потребе артиљерије извршава следеће задатке: извиђање и аерофотоснимање, показивање циљева и осматрање гађања. Авијација такође може контролисати маскирање, снабдевати артиљерију муницијом и вршити премештање лаких оруђа. Потребно је регулисати како ће се одржавати везе између артиљеријске јединице и авиона, и то: између авиона и *ватрених положаја*, артиљерије са аеродромом и авионом у ваздуху.

Табела 2: Учешће артиљерије за подршку у неутралисању циљева у операцији⁶⁹

Р.бр.	Назив циља (карактеристике и структура)	Вероватноћа
1.	Жива сила и ватрена средства у и ван заклона (вод у одбрани)	20%
2.	Артиљеријски вод-батерија (самоходне или вучне у и ван заклона)	60%
3.	Ракетни системи подршке (лансирна оруђа)	60%
4.	Артиљеријско ракетне јединице за ПВД	25%
5.	Осматрачнице (батаљон и више јединице и састави)	25%
6.	Командна места (батаљон и више јединице и састави)	60%
7.	Противоклопна средства	25%
8.	Електронска средства за извиђање	20%
9.	Тенкови и ОТ (у реонима прикупљања)	20%

Готовост може да се поклапа са готовошћу целокупне одбране или да јој претходи, а под њом се подразумева завршено довођење, развођење и поседање *ватрених положаја*, организован систем осматрања и веза, завршено планирање, израђени планови дејства, завршена топоорганизација земљишта, завршена коректура, израђене таблице почетних елемената и припремљена муниција на *ватрене положаје*.

⁶⁹Борбене могућности механизоване бригаде у одбрани и у нападу, студија, ЦВВШ КоВ, Београд 1987, стр 93.

Снаге у *претпољу* представљају елемент борбеног поретка јединице која им је поставила борбени задатак. Осматрачнице артиљеријских старешина за подршку појаса обезбеђења (у даљем тексту ПО) су на тежишту одбране. Артиљеријски осматрачи налазе се у возилима са потребним средствима везе, како би могли управљати ватром, а командант дивизиона (батерије) код команданта ПО. Артиљерија за подршку одбране снага у појасу обезбеђења добија и извршава следеће задатке: спречава нападачу подилажење, рашчлањавање маршевог поретка и развој за борбу, обезбеђује ватрену подршку снага у појасу обезбеђења и води борбу против артиљерије.

Фаза ватрене припреме напада. Могућности браниоачеве артиљерије у овој фази су знатно смањене због тога што се део ње налази под ватром нападачеве артиљерије и авијације, а други тежи да се прикрије до остваривања ватри за одбијање јуриша. Зато у овој фази може дејствовати веома мали број батерија, и то искључиво против најважнијих циљева.

У фази борбе за први одбрамбени положај и током нападачевог продирања кроз дубину првог одбрамбеног појаса, пред артиљерију се постављају бројни и сложени задаци, као што су спречавање јуриша пешадијских и оклопних снага на предњи крај одбране, уклињавање и ширење уклињених делова у одбрамбене рејоне, прилажење резерви и других ешелона, и, такође, непрестана борба против оклопних возила ваздушних десаната, обезбеђење бокова, спојева и међупростора, припрема и подршка противнапада и противудара сопствених снага, борба против артиљерије и ракетних јединица, нарушавање система осматрања, командовања веза, заштита и прихват сопствених снага које се извлаче из борбе и одступају.

Развој артиљеријско ракетних дејстава као садржаја савремене здружене операције утиче на померање стандардних решења у тактици артиљерије.

3. ГЕОТОПОГРАФСКО ОБЕЗБЕЂЕЊЕ АРТИЉЕРИЈЕ У ОПЕРАЦИЈАМА

Обезбеђење дејстава у операцији организује се правовремено, непрекидно и потпуно, на свим нивоима, сагласно борбеним, временским и просторним условима.⁷⁰ Тако се стварају потребни услови за функционисање команде и јединица и извршавање мисија и задатака који се остварују у операцијама. Обезбеђење дејстава у борбеним операцијама је сложено, због већег и динамичнијег утрошка ресурса, непосредног утицаја на животе људи и извршење постављених задатака. Врсте обезбеђења су: кадровско, обавештајно, безбедносно, телекомуникационо-информатичко, противнуклеарно, противхемијско и противбиолошко, геотопографско, правно, финансијско, метеоролошко и логистичка подршка.

У топографско-геодетском обезбеђењу операција деведесетих година било је много пропуста и недостатака. Топографско-геодетске припреме у артиљеријским јединицама углавном нису планиране, а јединице нису биле снабдевене каталозима и картама размера 1:25000. Један од задатака ТгГоб је топографско-геодетска припрема, која је у већини артиљеријских јединица извођена по карти, док је, према правилу, основни метод топографско-геодетске припреме (у даљем тексту ТГП) је припрема на потпуној основи. Показало се да су топографске јединице необучене за ТГП на потпуној основи и да је то рађено само изузетно у неким бригадама за подршку. Топографско-геодетски радови у борбеним дејствима неоправдано су упрошћавани и поједностављени, што је имало за последицу непотпуно топографско-геодетско обезбеђење.⁷¹

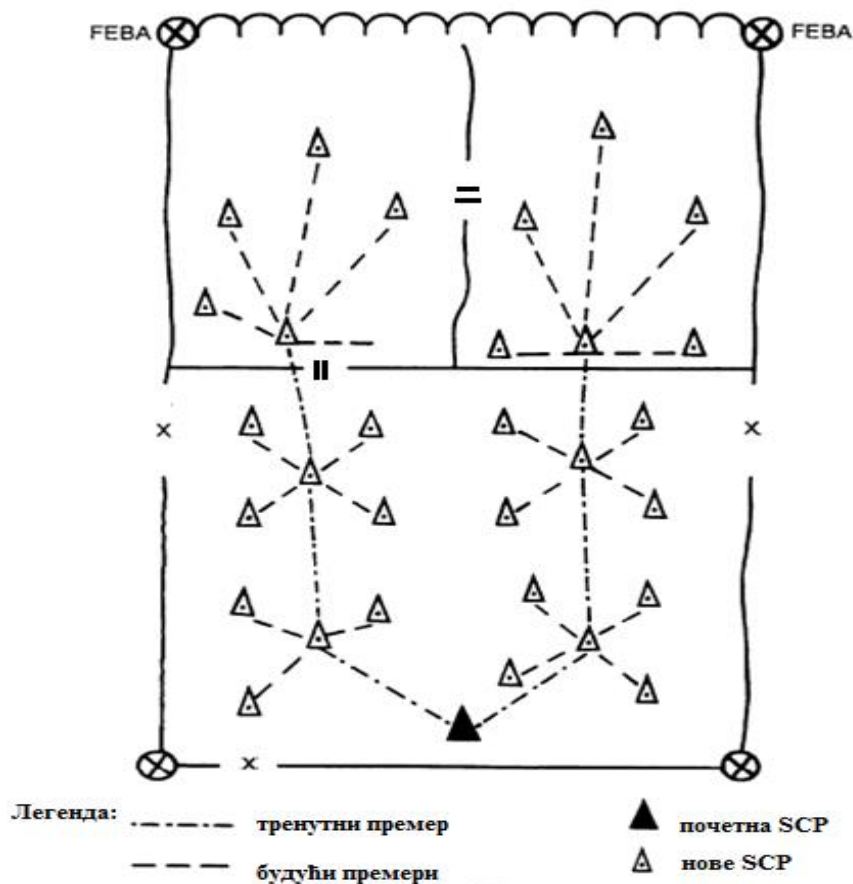
3.1. Геотопографско обезбеђење

Геотопографско обезбеђење је основни садржај обезбеђења дејстава снага у операцијама и представља процес у коме се као излазне вредности дефинишу подаци о простору ради подршке процесу доношења одлука, елементи распореда сопствених и непријатељских снага, припреме елемената за ватрено дејство и обезбеђује се снабдевање геотопографским материјалом. Потребне информације о географском

⁷⁰ Доктрина операција Војске Србије, МО, ГШВС, ЗОК, 2012, стр. 45.

⁷¹ Исто, стр. 99.

простору добијају се путем географског информационог система који представља софтверску подршку у анализи простора извођења операције и реализацијом топографских радова. Повезивањем база обавештајних података са географским информационом системом, командовању се обезбеђује географска информациона подршка, потпуна визуализација простора извођења дејстава, ради остваривања прецизног дејства по непријатељу у току извођења операције.



Слика 13: План топографско-геодетске припреме у зони операције⁷²

На основу оперативног наређења, командир топографске јединице проучава одређена питања, потребна за израду плана топографско-геодетске припреме, при чему:

- одређује и обележава на карти тригонометријске тачке или одређује и означава контурне тачке које могу да послуже као основа за допуну постојеће мреже;
- усаглашава рад свих топографских јединица и артиљеријских дивизиона обједињавајући овај рад по правцима и рејонима извођења;

⁷²Field manual FM 6-2 Tactics, techniques, and procedures for field artillery survey, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 23 September 1993, str 8-4.

- израђује план попуњавања (развијања) тригонометријске мреже;
- одређује начин оријентације локалне артиљеријске тригонометријске мреже;
- одређује редослед и ток извршења радова;
- одређује место и рок обраде резултата теренских мерења;
- одређује зборно место топографских јединица (група) након завршетка радова у одређеном рејону (правцу) и
- према потреби, одређује и наредне задатке.

Након проучавања и прецизирања ових питања, командир топографске јединице израђује план топографско-геодетске припреме (слика 13).

Након завршетка топографско-геодетских радова, командир топографске јединице доставља команди извештај са списком координата одређених тачака. Након завршетка радова у основном рејону, топографско-геодетска припрема у одбрани се одмах наставља у наредним рејонима развоја, а у нападу се одређује потребан број тачака што ближе предњем крају непријатеља и са њих врше пресецања и одређивање координата погодних тачака на непријатељевој страни, које ће послужити као основа за топографско-геодетску припрему у наредном рејону развоја.⁷³

3.2. Топографско-геодетска припрема

Топографско-геодетска припрема у артиљерији је део процеса топографско-геодетског обезбеђења које изводе топографско-геодетске јединице и артиљеријске старешине, ради обезбеђења прецизне и изненадне ватре артиљерије и стварање основе за најцелисходнију употребу артиљеријских извиђачких јединица, откривање и одређивање места циљева који се не могу открити са земаљских осматрачница. Приликом извођења топографско-геодетске припреме примењују се разни видови примене, начини одређивања координата тачака и методи обраде теренских података. Избор вида, начина рада и метода обраде података који ће се применити зависи од борбене ситуације, броја и међусобног распореда познатих тачака, расположивог времена, доба дана, атмосферских услова, облика и покривености земљишта и расположивих снага и средстава.

⁷³Правило артиљеријске бригаде, ГШВС КоВ, Београд, 2013, стр. 57-58.

Вид топографско-геодетске припреме зависи од основе која се примењује за рад. Упутство за топографско-геодетско обезбеђење у артиљерији прописује два вида топографско-геодетске припреме у артиљерији:

- Топографско геодетска припрема на потпунијој основи
- Топографско геодетска припрема по карти

Пре почетка извођења радова треба извршити све потребне припреме, јер то обезбеђује потпуност у раду, скраћује време и повећава тачност рада. У припремне радове спада: проучавање добијеног задатка, израчунавање правоуглог азимута почетног и завршног оријентационог правца, припрема мање планшете и наношење познатих тачака на њу, припрема белега и сигнала за обележавање и сигналісање тачака и састављање шеме теренских радова у произвољној размери. У рад на земљишту спада: извиђање земљишта и процена како најлакше да се изврши постављени задатак, проналажење познатих тачака на земљишту, сигналісање истих и обележавање тачака које треба одредити, мерење углова и дужина најтачнијим средствима и начинима. Обрада теренских мерења података може се вршити графичким методама планшети уз помоћ прибора за рад на планшети (лењир, шестар, попречног размерника и тетивног угломера) и рачунском методом на одређеним обрасцима уз помоћ логаритамских таблица, спиралног логаритмара или рачунске машине. Графички метод је бржи од рачунског, изводи се на планшети размере 10.000 и 12.500, а тачност одређених координата је 0,5-1мм размере планшете. Рачунски метод обезбеђује већу тачност, 1 до 2 метра у односу на почетну тачку, али дуже траје израчунавање, те га треба примењивати када се има времена. Сваки топограф мора знати све напред изнето, јер су улоге топографа у практичном раду различите.⁷⁴

Тежиште рада је на начинима за одређивање позиција и оријентисања инструмената односно усмеравања оруђа. Начини који су тренутно у употреби, проверавају се кроз дефинисане активности топографа и приказане су у табели 3. Провера се врши по дефинисаним условима из норме за проверавање и оцењивање оспособљености у артиљерији.

⁷⁴ Приручник за војника топографа земаљске артиљерије, Београд, 1970, стр. 208- 209.

Табела 3: Степен тачности рада са стандардним методама у ТПП⁷⁵

Припрема	Начин извођења	Оцене, дању/ноћу				Тачност
		5	4	3	2	
По карти, оценом одока	Пресецањем назад	10'	12'30"	14'20"		до 5мм пречника троугла (до 50м)
	Визирањем са мерењем	10'	12'30"	14'20"		1-2мм размере карте (до 50м)
		20'	25'	28'40"		
	Упорјеђење карте са земљиштем	Користи се кад за претходна два начина нема времена				1-2мм размере карте, користи се за грубу контролу (до 50м)
7'		10'	15'			
По карти, применом инструмената	Помоћу кратке базе	14'	16'	18'		(до 50м)
	Пресецањем по обрнутим правоуглим азимутима	7'	10'	15'		до 5мм пречника троугла (до 50м)
	Тачке полигоном влаком	/	/	/		1-2мм размере карте (до 50м)
На потпуној топографско-геодетској основи	Рачунски метод обраде полигоног влака	10'	12'	14'		до 2 м
		20'	24'	28'		
	Графички пресецање напред и комбинованог	14'	16'	18'		0,5-1мм размере планшете (до 12.5м)
	Рачунски, пресецање напред и комбинованог	24'	29'	35'		до 2 м
		27'30"	33'30"	41'		
Графички, пресецањем назад са три тачке	14'	17'	20'		0,5-1мм размере планшете (до 12.5м)	
Рачунски, пресецањем назад са три тачке	54'	65'	80'		1 до 2 м	

У реалним условима добија се задатак да се одреди позиција и задатак се завршава кад се израчунају координате. Дакле норма треба да обухвата: припрему радова, рад на земљишту и обраду података. Једино под таквим потпуним околностима

⁷⁵ Приручник за војника топографа земаљске артиљерије, Београд, 1970, стр. 180-201.

увежбавања и на крају нормирања добијају се врхунски резултати оспособљености. Најзахтевније је одређивање координата нових тачака које обухвата теренска мерења и обраду података. Обука кадра је тешка зато што се користи сложени математички поступак, што се тешко изводи, а знање још теже одржава.⁷⁶

3.2.1. Топографско-геодетска припрема на потпунијој основи

Топографско-геодетска припрема на потпуној основи је основни вид припреме у артиљерији, при чему се обезбеђује јединствени координатни систем за артиљеријске јединице и тачније одређивање почетних елемената за гађање. Топографско-геодетска припрема на потпуној основи обухвата:

- Развијање артиљеријске тригонометријске мреже,
- Одређивање координата ватрених положаја, осматрачница и осматрачких станица артиљеријских јединица;
- Одређивање координата циљева и репера и одређивање података за усмеравање оруђа и оријентисање иструмената

Теренске радове у припреми на потпуној основи се изводе инструментима и прибором којим се обезбеђује највећа тачност (теодолитом, челична пантљика и др.). При одређивању координата елемената борбеног поретка артиљерије, може се користити артиљеријска бусола (без употребе магнетне игле) и ласерски даљиномер. Начин одређивања координата тачака су следећи : 1) поларни начин; 2) полигони влак; 3) пресецање напред и комбиновано пресецање 4) пресецање назад са три тачке 5) триангулација.

Поларни начин рада примењује се само за одређивање координата ватреног положаја и осматрачница (осматрачких станица) артиљеријских јединица. Због једноставности применом овог начина рада убрзава се процес реализације топографско-геодетске припреме у целини.

Полигони влак представља низ међусобно повезаних полигоних тачака одређених поларним начином. Примењује се за одређивање координата тражених тачака на слабо прегледном (пошумљеном, испресецаном, насељеном и вегетацијом

⁷⁶Максимовић, С.: Аутоматска обрада података у артиљерији (топографско-геодетска припрема), Нови гласник, 5/1999, стр 40.

покривено) земљишту, када није могућа примена једноставнијих начина топографско-геодетске припреме.

Пресецањем напред одређују се координате тражене тачке пресеком спољних праваца, на основу две познате тачке. За контролу рада користе се још две контролне тачке.⁷⁷

Комбинованим пресецањем одређују се координате тражене тачке, комбинацијом пресека унутрашњег и спољашњих праваца, на основу двеју познатих тачака. За контролу рада се користи и још једна позната тачка.⁷⁸

Пресецањем назад са три тачке одређују се координате тражене тачке, пресеком унутрашњих праваца, на основу три познате тачке. За контролу рада се користи још једна позната тачка. Мерења на земљишту се изводе на једној тачки, овај начин временски је веома рационалан, те га треба користити кад год за то постоје услови.⁷⁹

Одређивање координата тачака *триангулацијом* састоји се од развијања мреже троуглова на земљишту полазећи од једне, двеју или више познатих тачака. Примењује се за одређивање координата тачака артиљеријске тригонометријске мреже, нарочито у условима развијања локалне артиљеријске мреже.⁸⁰

Артиљеријска батерија (према организацијско-формацијским решењима у систему обучавања) није оспособљена за извођење ТГП на потпуној основи, али је оспособљена за ТГП по карти коју може да изврши од 10 до 30 минута али не може да досегне захтевану тачност података. Захтевану тачност могу да досегну топографска одељења, састава 6-9 људи, којима је, после дуге специјалистичке обуке по једној артиљеријској батерији и на топографски уређеном земљишту, потребно 2 до 3 сата за теренска мерења и обраду података, при чему се на врло сложену обраду података троши око 50% расположивог времена. Основни проблем ТГП је како да се скрати трајање ТГП и да се артиљеријске батерије оспособе за брзо извођење ТГП на потпуној основи.⁸¹ Досадашња пракса је показала да није могуће истовремено и тачно и брзо одређивање координата тачака. Да би се на топографски неуређеном земљишту тачно одредиле координате на 3 ватрена положаја и 3 осматрачнице једног дивизиона (6

⁷⁷Упутство за топографско-геодетско обезбеђење артиљерије, Београд, Војноиздавачки завод, 1981, тачка 214-216.

⁷⁸Исто, тачка 217, 218.

⁷⁹Исто, тачка 224, 225, 227.

⁸⁰Исто, тачка 232, 233, 234.

⁸¹Максимовић, С.: Информациони систем топографско-геодетске припреме, Нови гласник, 2/1995, стр 44.

тачака у два различита рејона) потребно је да 6-8 људи непрекидно ради 6-8 сати.⁸² Међутим, захтевано време артиљеријских јединица НАТО снага за одређивање тражених координата износи до двадесет минута.⁸³

3.2.2. Топографско-геодетска припрема по карти

Топографско-геодетска припрема по карти обухвата одређивање координата ватрених положаја и осматрачница (осматрачких станица) артиљеријских јединица, на основу контурних тачака и месних објеката за које се подаци узимају са карте (аерофото-снимка), а по могућности и проверу усмерености оруђа у основни правац и оријентисање инструмената. Том применом се, због разних неизбежних грешака које се чине у раду, постиже знатно мања тачност од припреме на потпуној основи. Примењује се када не постоје услови за примену топографско-геодетске припреме на потпуној основи (у динамичним борбеним дејствима).

Тачност топографско-геодетске припреме по карти зависи, првенствено, од размене карте снимка (тачност 1 до 2 мм размере), прибора и уређења који се користе у раду, те због тога треба користити карту што крупније размере (1:25000, а само изузетно 1:50000). Уколико се у припреми користе посебна средства (топовезац, артиљеријски радар, хеликоптер) тачност припреме зависи и од тачности рада средстава која се примењују, а које су прописане техничким упутствима за та средства зависно од типа средстава. Обрада података теренских мерења може се вршити: рачунским методом, коришћењем џепног рачунара или логаритмима и графичком методом на карти или планшети (размере не ситније од 1:25000). Као познате тачке за одређивање координата ватрених положаја и осматрачница артиљеријских јединица узимати контурне тачке (месне објекте), који се налазе на карти и на земљишту. Ради постизања веће тачности, кад год је могуће за познате тачке треба узимати тачке тригонометријске мреже. Топографско-геодетска припрема по карти се може изводити помоћу инструмената и помоћу посебних средстава, табела 2.

Пошто је топографско геодетска припрема по карти бржа и једноставнија у односу на ТГП на потпуној основи, у топогеодетским радовима у фази припреме почетних елемената за гађање прибегава се упоређењу карте са земљиштем као начину

⁸² Максимовић, С.: GPS пријемници у КОВ, Нови гласник, 5/1996, стр. 78.

⁸³ NATO Standardization Agency, STANAG 2373, 1989, str. II-13.

одређивања кордината ТПП по карти. Овакав начин одређивања координата није захтеван јер је лицу које изводи радове само потребна карта и лична оријентација на терену. Недостаци овако изведених геотопографских радова су недопустиво високе грешке у одређивању координата и немогућност примене у ноћним условима.

3.3. Страна решења геотопографског обезбеђења

Решења топографско геодетске обезбеђења у развијеним земљама показују оријентацију у смеру коришћења прецизног GPS-а као основно средство геотопографских радова при чему се као подршка или резервна варијанта користе инерцијална средства за позиционирање. Оваква резервна варијанта код нас представља основни начин извођења топографско-геодетских радова.

Као пример илустрације таквих решења може се узети начин топографско геодетских радова у Канади. Где је потребна прецизност артиљеријских премера прописана преко НАТО стандарда (STANAG 2373), тражена прецизност у одређивању координата 10м по X, Y, Z вредностима и прецизност у усмеравању од 0,3 до 0,6 хиљадита у зависности од врсте оруђа за које се одређује. Норма за добијање ове прецизности је 20 минута. Горе наведене вредности позиционирања се тренутно поклапају са потребном тачношћу артиљеријских јединица Канаде које су се добијале конвенцијалним методама које су биле радно интензивније и била је потребна приступачност до познате тачке у тој области. Главни захтев се испуњавао тако што су коришћени теодолити. Најисплативија алтернатива заснива се на GPS-у у самосталном раду, допуњена са потребним постојећим аутоматизованим мерним методама. Коришћењем јефтине, тек у развоју, преносиве, и снажне PPS опреме добија се захтевана прецизност за потребе артиљерије реда минута. Потребни захтеви за прецизношћу се испуњавају коришћењем дво-антенског GPS система. У ситуацијама где постоји озбиљно маскирање сигнала, због прикривања може се искључити употреба GPS-а на тој позицији, али пренос положаја и података са најближих позиција на којима је могућ пријем GPS сигнала може да се обавља коришћењем стандардних метода мерења, која се такође могу користити као подршка у случајевима кад GPS-а не

функционише. Због високог степена аутоматизације GPS-а и савремене мерне опреме, очекује се да ће се захтеви за обуку значајно смањити.⁸⁴

Потребна тачност мерења се изражава кроз величине средње вероватне грешке E (probable error PE), кружне вероватне грешке (CER) и средње квадратне грешке E_2 (стандардне девијације σ). Средња вероватна грешка E и кружна вероватна грешка CER се изводе од средње квадратне грешке и то на следећи начин:

$$E_2 \quad (3.1.)$$

$$E = 0,6745 E_2 \quad (3.2.)$$

$$CER = 1.1774 E_2 \quad (3.3.)$$

$$CER = 1.7456 E \quad (3.4.)$$

Табела 4: НАТО стандарди за оријентацију и одређивање позиције тачке⁸⁵

Систем/оруђе	Усмеравање E (0-00)	Одређивање хор. координата CER(m)	Одређивање Z координате E (m)
Класичана и ракетна	1.0	20	10
СВЛР	/	35	10
Метеоролошка пратећа опрема	5.0	50	10

Контролна тачка (у даљем тексту SCP) се дефинише као тачка чије су координате X, Y, Z познате и са које су азимути ка бројним референтним тачкама такође познати. Позиција тачке (fixation point) се разликује од контролне тачке SCP по томе што нема вредности азимута на друге тачке. Основна улога фиксне тачке (fixation point) је да омогући инерцијалним навигационим системима да се ажурирају за почетак рада.⁸⁶

Фреквенција и правременост. Артиљерији је потребно да се SCP тачке успоставе у рејону 5км око артиљерског дивизиона и батерије за одређивање циљева. Поред тога заједничка мрежа (артиљеријска мрежа) мора бити успостављена у зони операције и треба да обухвати SCP тачку и азимутне вредности на сваких 30

⁸⁴ Lachapelle, G., Cannon, M.E.:Evaluation of GPS-Aided Artillery Positioning and Orientation Methods, Department of Geomatics Engineering,The University of CalgaryJ. BirdDefence Research Establishment Ottawa,Department of National Defence, str 1.

⁸⁵ Исто, стр 8-1.

⁸⁶ STANAG 2934 or AArty P-1(B) is an implementing document, however most nations (Germany, GB, USA, Canada ,Belgium, Italy, France, Denmark, Greece, Hungary, Netherlands, Portuga l,Romania, Spain, Turkey, Poland, Norway) and include the contents in their national publications, 27. April 2009, Chapter 8.

километара. У току борбених дејстава, SCP тачке и азимутне вредности се успостављају за 30 минута од потражње. При раду са системом за одређивање позиција и азимута (у даљем тексту енг. PADS) почетна и крајња тачка морају да задовоље 3. степен SCP то је услов за потребе артиљеријских јединица. Растојање између SCP тачака је 25 до 30 км. Прецизан GPS-S је једини потпун начин за успостављање SCP на овим растојањима. Број SCP тачака које ТПП јединица мора обезбедити у зони операције зависи од густине борбеног распореда, броја покрета и командирских приоритета. На пример, начелно има 5 до 7 покрета у току дана, 10 до 20 геодетских контролних тачака ће се захтевати сваких 24 сата да обезбеди јединицама вишим од корпуса и корпусним артиљериским системима, ово све артиљеријски дивизион не може да подржи.⁸⁷

Дистрибуција. Координате положаја које топографи одређују за артиљерију требају се дистрибуирати до SPCE (елемент геодетског планирања и кординације). SPCE је као геодетски информациони центар SIC у артиљерији. SPCE-ови се налази у команди и у командној батерији, корпусу, бригади и СВЛР дивизионима. Ако се SPCE није у функцији онда се геодетске информације дистрибуирају у S3 у оперативно или помоћнику команданта и у G3 (операције и планирање) највеће јединице која је у употреби (батаљон, бригада, или корпус). Командиру се мора предочити да се користе карте различите пројекције у зони операције зато што нису све карте у WGS 84. Геодете би требало обезбедити SPCE са неопходним параметрима који захтевају да се локалне координате пребаце у унапред дефинисану заједничку мрежу. Разлике у координатама могу проузроковати грешке од више стотине метара и стиме сопствене жртве од сопствене ватре или промашај циља.⁸⁸

GPS омогућује позиционирање и навигацију у цивилне и војне сврхе као два различита позициона сервиса. Стандардни позициони сервис SPS обухвата цивилне корисника и обалску стражу. Кад се користи сигнал преко GPS пријемника у апсолутном позиционирању, SPS корисницима је ускраћена висока тачност. Прецизни позициони сервис PPS састоји се од војних корисника и ауторизованих корисника са пријемником који дешифрује потребне кодове.⁸⁹

⁸⁷ Field manual FM 3-34.331 (Formerly FM 5-232) Topographic Surveying, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 16 January 2001, Chapter 9-1.

⁸⁸ Исто, стр 9-1.

⁸⁹ Field manual FM 3-34.331 (Formerly FM 5-232) Topographic Surveying, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 16 January 2001, стр 1-15.

Апсолутни и диференцијални позициони методи користећи GPS обезбеђују прецизно и правовремене координате. Избор метода зависи тражене прецизности и доступне опреме и од логистичких захтева. Апсолутно позиционирање користи сигнал GPS пријемник и не захтева додатну промерну (геодетску) контролу. Апсолутне позиције могу обезбедити тренутне позиције (у реалном времену) или постпроцесне позиције. Топографи геодете могу поставити SCP користећи апсолутно позиционирање. Диференцијално позиционирање користи два или више GPS пријемника. Један GPS пријемник је референтни и он се налази на познатној тачки. Остали пријемници (даљински пријемници) се налазе на тачкама које нам требају POI. Диференцијално позиционирање може бити реализовано у реалном времену или кроз накнадни процес (постпроцес). Ако се траже позиције у реалном времену, комуникација мора бити успостављена између референтног и даљинског пријемника. Овај метод се користи на даљини до 100км између пријемника⁹⁰

Пријемник GPS-S ради у прецизном PPS модуи тиме побољшавају ефикасност и продуктивност ТПП-е. Нови GPS-S обезбеђује адекватне резултате позиционирања и направљен је да обезбеди заштиту од ометања. Услов за PPS GPS пријемник ради као DGPS је да ауторизовани војни корисник дешифрује потребан код. Пријемник задовољава позициону тачност захтевима Војске, Министарства одбране и здружене команде.⁹¹

PADS је инерцијални систем који се користи као резервна варијанта GPS-у. Систем има два послужиоца, први је помоћник оператору (уједно и возач) и оператор (командир). Употреба PADS почиње по пријему припремних наређења пре целокупне припреме за операцију односно иницирања. Због брзине и тачности система мора се спровести обимно планирање и извиђање по карти. Начин путовања, рута, време, терен и тактичка ситуација се морају узети у обзир. Због временског и даљинског ограничења, тачке најближе зони извршења PADS задатка се узимају као почетне тачке за почетну контролу. Иницирна тачка је тачности хоризонталне 100м и вертикалне тачности 10м.⁹²

У савременим армијама као резервна варијанта GPS-а је узето средство које је моторизовано, аутоматизовано, има минималан број послужиоца и компатибилно за

⁹⁰ Field manual FM 3-34.331 (Formerly FM 5-232) Topographic Surveying, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 16 January 2001, параграф 1-16.

⁹¹ Field manual FM 6-2 Tactics, techniques, and procedures for field artillery survey, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 23 September 1993, Chapter 1-18.

⁹² Исто, параграф 9.

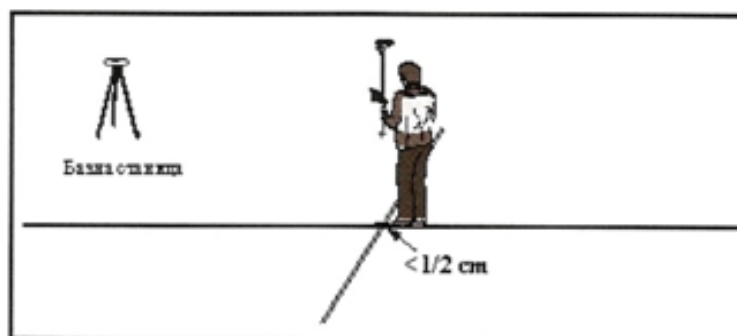
надogradњу. Овакво средство је изузетно скупо и код нас подсећа на топовезац кога је било само неколико, а данас је избачен из употребе. Разлог избацивања је вероватно висока цена одржавања, неомасовљеност средства и стално потребна обука оператера.

3.3.1. Одређивање координата применом глобалног позиционог система

Потреба за прецизним позиционирањем сопствених снага и противника намеће се као један од основних фактора за припрему и извођење артиљеријских посредних гађања. Нове технологије развијене или примењене за војне потребе омогућиле су да се позиционирање може веома прецизно извести без оптичке видљивости до познатих тачака, и то са глобалним позиционим системом. Стандардне методе у ТГП за добијање позиција по карти и на потпуној основи аналогне су апсолутном и релативном позиционирању посматрано са становишта GPS-а. Релативно позиционирање и припрема на потпуној основи дају прецизније вредности координата него апсолутно позиционирање и припрема по карти. Ови методи се сви међусобно разликују по времену које им је потребно за одређивање позиције. Прецизност позиционирања и потребно време за реализацију биће детаљно разматране у наредном делу рада.

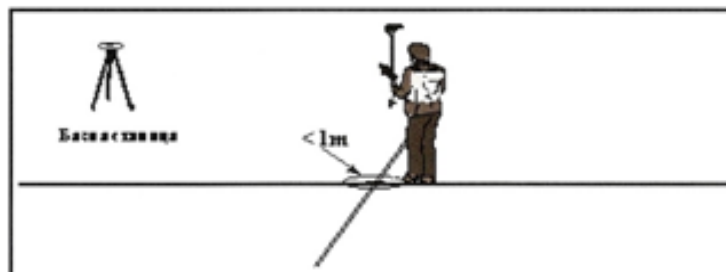
У зависности од расположивог времена и средстава, ови уређаји могу радити у различитим методама рада, и то: 1) статички метод, 2) кинематички метод са накнадном обрадом, 3) кинематички метод у реалном времену.

Највећу прецизност постижемо *статичком* методом (слика 14), али она и захтева највише времена и средстава. За овај метод потребна су два или више уређаја високе прецизности, која у исто време опажају на две или више тачака, а потом се подаци са оба уређаја пребацују на рачунар где се помоћу одговарајућег софтвера врши обрада и добијају резултати.



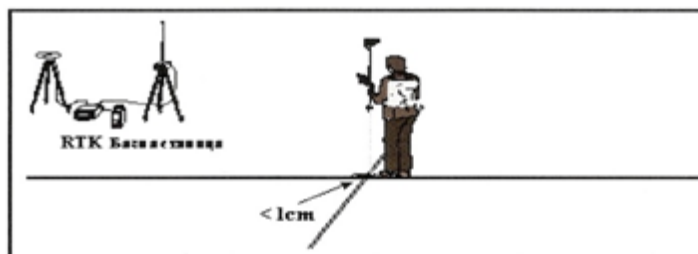
Слика 14: Статичка метода

Кинематичке методе су уствари диференцијалне методе које користе диференцијалну поправку у свом раду. Наиме потребно је да у време рада са GPS уређајем други пријемник буде постављен на познату тачку и прима сигнале са сателита тако да је могуће срачунати диференцијалну разлику између примљеног сигнала и познате тачке и искористити је на GPS уређају са којим вршимо премер.



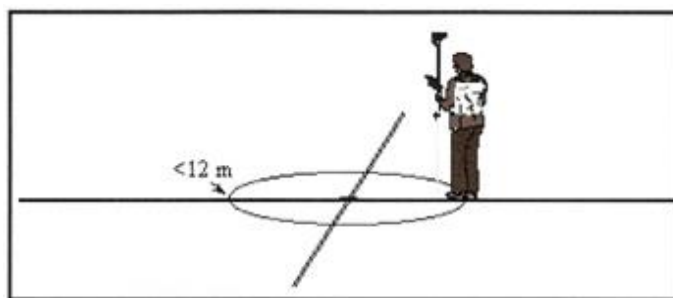
Слика 15: Кинематичка метода са накнадном обрадом

У *кинематичком методу са накнадном обрадом* добијају се координате прецизности до једног центиметра, ако се ради са уређајима треће класе, односно испод метра ако се ради са уређајима друге класе (слика15). Карактеристика овог метода је да су потребна два уређаја и једна позната тачка и рачунар који помоћу одговарајућег софтвера прорачунава податке са уређаја и даје тражену компоненту.



Слика 16: Кинематичка метода у реалном времену

У *кинематичком методу у реалном времену* имамо исту прецизност као и у претходној методи, с том разликом што нам за ову методу није потребан рачунар већ радио модем са којим успостављамо везу између ова два GPS уређаја, па уређаји сами у реалном времену срачунавају тражену координату (слика 16).



Слика 17: Аутономни рад

И као четврти режим рада GPS уређаји могу радити у *аутономном раду* када се не примају никакве поправке већ уређаји само на основу сигнала са сателита одређују своју позицију (слика 17). За овај режим потребан је само један уређај било које класе у време потребно да се прими сигнал са четири сателита. Наравно, овај начин је најнепрецизнији и прецизност се креће у зависности од типа пријемника од 12 метара до једног метра.

3.3.2. Усмеравање у основни правац применом глобалног позиционог система

Самоходни вишецевни ракетни лансери последње генерације позиционирају се и оријентишу на ватреном положају преко ГПС пријемника. Један од начина оријентације у односу на север јесте оријентисање помоћу *летве* на којој се налазе две ГПС антене (слика 18). Дужина летве на којој се налазе антене диктира и тачност оријентације према северу. Азимут лансирног оруђа одређује се једначином:

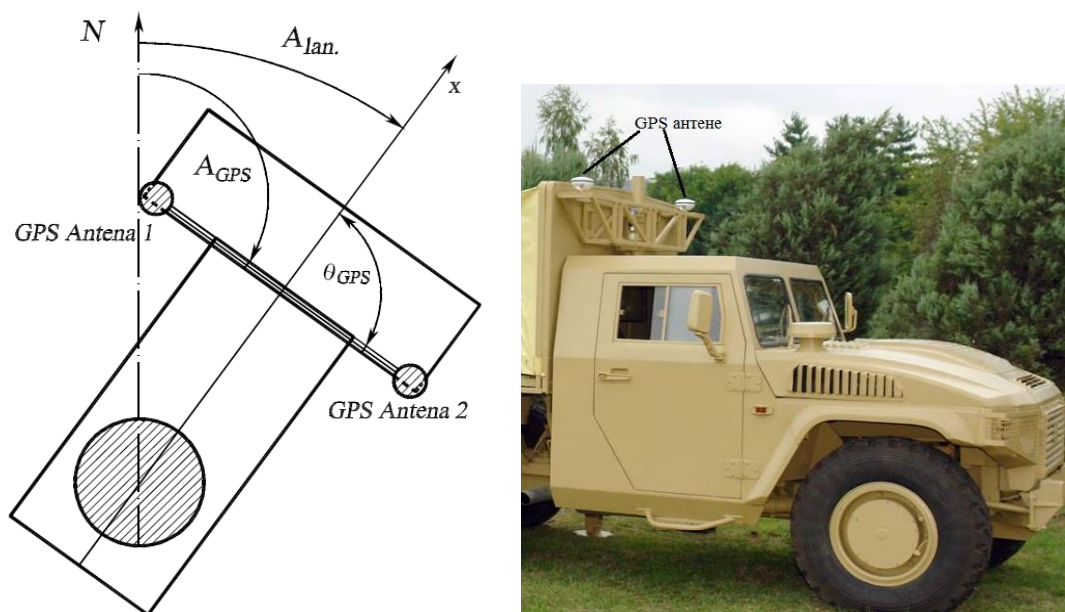
$$A_{zOP} = A_{GPS} - \theta_{GPS} \quad (3.5.)$$

где је:

A_{zOP} - азимут основног правца;

A_{GPS} - азимут летве на којој се налазе антене и

θ_{GPS} - угао уградње летве у односу на подужу осу возила.



Слика 18: Усмеравање помоћу GPS пријемника са две антене

Једна антена користи се за позиционирање, а обе за оријентисање, тј. одређивање азимута. Преко рисивера подаци се прослеђују рачунару где се врши њихова обрада. Обрађени подаци приказани су у апликацији СУВ-а⁹³

4. ГЛОБАЛНИ НАВИГАЦИОНИ САТЕЛИТСКИ СИСТЕМ

Глобални навигациони сателитски систем (енг. Global Navigation Satellite System – GNSS) је систем сателита који пружају аутономно гео-просторно позиционирање са глобалном покривеношћу, тако да се омогућава малим електронским пријемницима одређивање њихове локације (географску, дужину, ширину и висину) са високом прецизношћу користећи временске преносне сигнале из сателита.

Тренутно у потпуној оперативној функцији су два глобална сателитска навигациона система и то руски ГЛОНАСС и амерички NAVSTAR GPS (или само GPS), док је у фази развоја европски глобални позициони систем GALILEO, индијски

⁹³ Секуловић, Д., Ђурковић В., Милошевић М., Позиционирање, оријентисање и одређивање даљине до циља на самоходном вишецевном ракетном лансирном систему коришћењем GPS и електронских карата, Војно технички гласник, 3/2010, стр. 37.

регионални сателитски систем IRNSS, јапански регионални сателитски систем QZSS и кинески регионални сателитски систем BEIDOU који Кина планира да прошири на глобални систем звани COMPASS.⁹⁴

4.1. Руски глобални навигациони сателитски систем

ГЛОНАСС (руски: ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система), дословно: "глобални навигацијски сателитски систем") је сателитски навигацијски систем који је започео СССР 1976. По распаду Совјетског Савеза, Русија је преузела пројекат и он се тренутно налази у надлежности руских свемирских снага. Систем је замишљен као мрежа од 24 геостационарна сателита који методом трилатерације дефинишу позицију објекта на површини Земље и пријемнику шаљу податке о његовој позицији. Уз помоћ кинеске владе коначно је ГЛОНАСС заживео. Од 2011-те године направљени су велики помаци у његовој модернизацији и развијена су два потпуно нова типа редизајнираних сателита. Лансирањем ових сателита ГЛОНАСС сателитска констелација је употпуњена. Новије генерације ГЛОНАСС М сателита из 2011-те године које носе други цивилни сигнал, имале су век трајања од неких седам година, док ће најновији ГЛОНАСС-К сателити (носе трећи цивилни сигнал) имати век трајања од 10-12 година. ГЛОНАСС сателитска орбита је за пар степени под већим нагибом него GPS сателитска орбита. Зато ГЛОНАСС има бољу покривеност земаља бивше СССР, Русије, подручја која се налазе на северним географским ширинама и Арктика.⁹⁵

Битна разлика између ова два система је и у типу сигнала који емитују. Баш као и GPS и ГЛОНАСС сателитске сигнале емитује на већем броју фреквенција. Опсег од 1598-1605 MHz је резервисан за цивилно коришћење. Пошто је и фреквентни опсег другачији од GPS-а, за пријем сателитских сигнала са ГЛОНАСС сателитског система потребна је и посебна антена. Највећа предност коју ГЛОНАСС има у поређењу са GPS сателитским системом је коришћење ФДМА фреквенцијског мултиплекса. ФДМА омогућава да сваки сателит емитује сигнал на другој безбедној фреквенцији. Други важан део система који значајно повећава његову тачност су тзв. земаљске станице за диференцијалну корекцију и три сателита предајника на геостационарној орбити. Овај

⁹⁴Weirong, Z.: Beidou satellite navigation system to cover whole world in 2020, стр.1.

⁹⁵Кунегин, С.: В. Глобальная навигационная спутниковая система «ГЛОНАСС». Страницы истории. [Интернет], Доступно на: <<http://www.kunegin.narod.ru /ref1/glonass/1.htm> >, Преузето: 12.04.2014. године.

допунски комплекс повећава тачност позиционирања изоштравајући рачун помоћу допунских информација. Земаљске станице прикупљају податке о локацијама основних ГЛОНАСС сателита и преко сателита предајника преносе податке крајњим корисницима. Додатни подаци увећавају прецизност позиционирања на само неколико десетина центиметара. ГЛОНАСС је већ прецизнији од GPS-а на северним географским ширинама. До 2020. општа прецизност позиционирања износиће 0,6 метара или мање, што је боље од садашњих 0,7 метара које обезбеђује амерички систем.

Тренутно се гради 16 земаљских станица на територији Русије и две на Антарктику, у руским базама Белингсхаузен и Новолазаревска. Планиран је и низ нових станица на огромној територији од Бразила до Индонезије, које ће омогућити да ГЛОНАСС покрије целу јужну хемисферу. Када је реч о ГЛОНАСС-у, треба разумети да је овај систем, као и амерички GPS, првобитно био дизајниран за војне потребе. Систем је дуго био прилагођаван искључиво војсци.⁹⁶

4.2. Амерички глобални навигациони сателитски систем

Глобални позициони систем (енгл. Global Positioning System - GPS) је развијен од стране Министарства одбране САД под именом NAVSTAR GPS у агенцији DARPA. У почетку је коришћен искључиво у војне сврхе да би касније био бесплатно стављен на располагање свима као јавно добро. Данас, GPS има велику примену као глобални сервис у разним областима, у комерцијалне и научне сврхе: за навигацију на мору, земљи и у ваздуху, у премеру земљишта и прављењу карата, одређивању тачног времена, откривању земљотреса и слично. Констелацијом GPS сателита управља Педесети свемирски пук америчког ваздухопловства (United States Air Force 50th Space Wing).⁹⁷ GPS се састоји од 24 сателита распоређених у средњим орбитама Земље, који шаљу радио сигнал на површину Земље. GPS пријемници, на основу ових радио сигнала, могу да одреде своју тачну позицију - надморску висину, географску ширину и географску дужину на било ком месту на планети дању и ноћу, при свим временским условима.

⁹⁶ Современные ГНСС. Основные характеристики систем навигации. Информационный портал системы ГЛОНАСС. . [Интернет], Доступно на: <http://www.glonassgsm.ru/glonass_sovremen.php>, Преузето: 12.07.2014. године.

⁹⁷ Why Did the Department of Defense Develop GPS?". Trimble Navigation Ltd. , 2007. [Интернет], Доступно на: <<http://www.trimble.com/gps/whygps.shtml#0>>, Преузето: 15.07.2014. године.

4.3. Европски глобални навигациони сателитски систем

Галилео је глобални навигациони сателитски систем развијен од стране Европске свемирске агенције (ЕСА – European Space Agency). Галилео систем ће се у својој оперативној фази састојати од 30 сателита (27 оперативних и 3 у активној резерви) ти сателити круже између три кружне путање, постављених у средњу орбиту око Земље, на висини 23616 км, као и два земаљска контролна центра на територији Европе. Галилео пријемници на основу ових радио сигнала могу да одреде тачну позицију – надморску висину, географску ширину и дужину на било ком месту на планети и у свим временским условима. Програм Галилео је отпочет. Развијање система коштаће око 3.5 милијарди евра, што није скупо јер у ту суму је укључена изградња 30 сателита, њихово лансирање и намештање опреме на земљи.

Галилео ће бити прецизнији од GPS-а, његово одступање ће бити највише 1 м. Осим тога, за разлику од GPS-а који је изградила америчка војска, Галилео ће бити под цивилном контролом и неће моћи да буде искључен, као што је то могуће кад је у питању систем GPS-а. Предвиђено је да Галилео пружа навигационе услуге возачима, пилотима и морнарима, као и службама које нису раније користиле сателитску навигацију нпр. контролама друмског саобраћаја, контролама лета, хитним службама и електроенергетским системима.

Галилео заобилази грешке GPS-а и нуди много поузданији, сигурнији и јачи навигациони систем. Намеран или не, прекид сигнала може имати катастрофалне последице поготово ако нема упозорења као код постојећег навигационог система. У изградњу Галилео система нису укључене само земље из Европе већ и Кина, Израел. Такође постоји још земаља који би се укључили у изградњу Галилеа као што су: Аустралија, Мексико и Бразил. Они који зависе од сателитске технологије у Европској унији тренутно се ослањају на амерички сателитски систем за глобално позиционирање. За Европу је од великог значаја да развије свој систем за сателитску навигацију. Прво, зато што на америчком систему понекад може да дође до квара и друго, зато што ће европски систем бити савременији и много прецизнији. Тренутно са GPS-ом локације одређујемо са прецизношћу од неколико метара. Са „Галилеом“ ће сви корисници на земљи бесплатно моћи да достигну прецизност од једног метра, а они који буду плаћали за специјални, комерцијални сервис, добијаће сигнал који ће локацију утврђивати са прецизношћу од свега неколико центиметара.

Галилео се налази под цивилном контролом за разлику од осталих система који су под надлежношћу војске. Политички циљ Галилеа је да Европској унији обезбеди систем, на који могу да се ослањају, с обзиром да други системи могу да буду искључени у случају сукоба или ратова. Наиме, у случају политичкога спора са САД Европа би била лишена америчкога GPS-а, па јој је због тога потребан независан систем. Једна од нових функција коју Галилео имплементира је и могућност примања сигнала од пријемника са земље, што је предвиђено за позивање служби помоћи и спасавања. Постављени рок за пуну оперативност Галилео система је 2019. година. До сад су у орбиту лансирана четири сателита и успешно су извршена прва позиционирања 2012. године.⁹⁸

4.4. Теоријске основе глобалног навигационог сателитског система

Од многобројних дефиниција, као једна од најсвеобухватнијих, могла би да се прогласи следећа: Глобални систем за позиционирање је просторно оријентисани навигациони систем намењен непрекидном задовољењу војних потреба за што тачнијим одређивањем тренутних положаја, брзине и времена покретних објеката у јединственом референтном систему, на копну, мору или ваздуху.

GPS⁹⁹ је намењен да кориснике снабдева „тачним“ тродимензионалним положајима и навигационим и временским информацијама. Систем је дизајниран тако да омогућава позиционирање и навигацију у реалном времену на сваком месту Земљине кугле и под свим временским условима. Увођењем GPS-а створени су услови за, до сада, најтачније мерење дужина између сателита и земаљских станица (GPS пријемника на Земљи), које могу бити распоређене на међусобној удаљености и до неколико хиљада километара.

4.4.1. Примена глобалног навигационог сателитског система

⁹⁸Why Europe needs Galileo, ESA, 2010. [Интернет],Доступно на: <http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/Why_Europe_needs_Galileo>, Преузето: 15.09.2014. године.

⁹⁹У даљем тексту доктората употребљаваће се термин GPS уместо GNSS у складу са насловом тезе и зато што су сви пријемници у употреби овог типа.

Глобални навигациони сателитски систем се користи као војни и цивилни глобални сервис у разним областима, у комерцијалне и научне сврхе. Цивилна употреба је разноврсна: 1) навигација на копну, мору и у ваздуху; 2) геодетска мерења (при снимању земљишта и изради карата); 3) откривање земљотреса; 4) одржавање тачног времена и др. Садржаји и аспекти војне примене могу се поделити на две врсте:

- мирнодопска, у којој су главне активности усмерене на војну организацију и припреме за вођење оружане борбе, која је по свом садржају блиска цивилним применама;
- ратна, у којој су главне активности усмерене директно на вођење оружане борбе.

Данашње наоружање и опрема одликују се масовном применом техничких система за управљање борбеним средствима. У њих су уграђени најсавременији електронски, ласерски и други уређаји, што представља масовно коришћење резултата научне и техничке револуције - нових технологија. Њихова употреба може бити ефикасна, а њихове потенцијалне могућности могу бити максимално искоришћене само уколико постоје одговарајући подаци о простору на Земљи (геоинформације). Поред података о људству и војној опреми, својих и непријатељских снага, геоинформације се сматрају најважнијом потребом команданта и ресурсом за вођење операција. Према проценама британских стручњака, за преко 85% одлука које се доносе у војсци неопходне су информације о простору.¹⁰⁰

У поступку прикупљања и обраде података о геопростору за војне потребе, геодетским методама и по принципима који се у основи не разликују од прикупљања података за цивилне потребе, GNSS технологија се примењује масовно, јер самостално или у комбинацији са другим технологијама (аерофотограметрија или даљинска детекција), даје најбоље резултате у веома кратком времену. GNSS у комбинацији са сателитским снимцима и ГИС технологијом омогућава свим великим земљама света да са велике удаљености ефикасно управљају ратним или мировним операцијама и војском и покривају широке просторе.

Од осамдесетих година XX века, GPS уређаји се користе за вођење војних операција широм света, директно на борбеном простору, како са становишта индивидуалне употребе војника за оријентацију појединца или командног кадра за

¹⁰⁰Станковић, С.: 2009, *Развој мрежа перманентних станица GPS и потребе војске*, магистарски рад, стр. 24.

руковођење и командовање, тако и при употреби борбене технике, за навигацију борбених средстава и вођење пројектила. GNSS се, за војне потребе, у ратним и мирнодопским условима користи за:

- оријентацију и навигацију појединаца (официра или војника), за кретање, посебно на непознатом терену;
- олакшано руковођење, командовање и управљање (вођење борбених докумената onLine - електронска радна карта);
- позиционирање стајне тачке, ватреног положаја оруђа и циља;
- навигацију борбених возила, бродова (подморница), авиона, хеликоптера и беспилотних летилица;
- навођење крстарећих ракета и прецизно вођених пројектила;
- праћење потенцијалних циљева;
- праћење детектора нуклеарних експлозија

Највећи изазов за војника, који под окриљем мрака дејствује на непријатељској територији, је кретање преко непознатог терена и без уочљивих оријентира. Војници су вековима користили небо да одреде правац кретања, али нису могли да одереде и своју позицију. Коришћењем GPS-а, овај проблем је решен, а класична бусола - компас, у војничком ранцу, замењена је GPS пријемником.

За војника појединца и командни кадар, сачињени су персонални дигитални асистенти (personal digital assistant PDA). Војнички дигитални асистент (Soldier Digital Assistant SDA), је џепни рачунар (PC palm-top) спрегнут са GPS-ом који поред омогућавања оријентације појединцу војнику (да се снађе на непознатом терену и у различитим временским условима), олакшава вођење борбе и комуникацију са надређеним старешином. За команданте различитих нивоа сачињен је командни дигитални асистент (Command Digital Assistant CDA), који омогућава планирање и свестрано праћење извођења војних операција. Командни дигитални асистенти израђују се за различите нивое командовања, од нивоа чете и батаљона до бригадног нивоа. Командни и контролни уређај бригадног нивоа врши ситуациону анализу и интегрисање података добијених од других елемената борбеног поретка. Уређај се може налазити на стационарном командном месту или у командном борбеном возилу.¹⁰¹

¹⁰¹ Станковић, С.: *Развој мрежа перманентних станица GPS и потребе војске*, магистарски рад, 2009, стр. 24.

Поред функције оријентације, навигације и комуникације са претпостављеним и потчињеним старешинама и јединицама, војнички дигитални асистент омогућава војнику да одреди свој положај и положај свог оружја као и положај циља, односно непријатеља. Одређивање положаја циља је веома важно за различита војна наоружања и системе који користе GPS за навођење. Специјалне снаге и ударни тимови користе GPS пријемнике да пронађу виталне непријатељске инсталације нпр. преко видео камера на хеликоптеру.

За навигацију, у борбеним возилима постоје специјализовани GPS уређаји, различитих произвођача, који омогућавају кретање на бојном пољу и непознатом терену. GPS спрегнут са ГИС технологијом, користи се за праћење објеката (борбених моторних возила) и процеса у реалном времену и простору, чиме се повећава ниво безбедности и ефикасности функционисања војног путног саобраћајног система и војне саобраћајне службе, који су од виталног значаја за реализацију већине функција војне организације у миру и рату.

GPS уређаји се користе и за навигацију тенкова нове генерације, подаци о позицији тенка аутоматски се прослеђују командном возилу, а GPS уређај је спрегнут са савременим системом за управљање ватром, који се, састоји од балистичког рачунара, ласерског даљиномера, термовизијске камере, метео-сензора, стабилизатора топа и независне командирове панорамске осматрачке справе.

У артиљерији, као део аутоматског система за управљање ватром и навигацију, поред уређаја за мерење почетне брзине пројектила, дневно-ноћне нишанске справе и ласерског даљиномера, користи се и GPS. За потребе артиљерије, развијени су вођени пројектили у које су уграђени GPS пријемници који могу да издрже убрзање од 12,000 G. Крстареће ракете, укључујући и интерконтиненталне балистичке ракете (ICBMs) непрецизно вођени пројектили добили су значајно на прецизности уградњом GPS-а.¹⁰² На борбени авион, GPS систем сателитске навигације први пут је уграђен 1980. године, када су се пилоти борбених авиона уверили у предности тачног одређивања позиције које представља изузетну помоћ при одређивању руте и извршавању борбених задатака, посебно у временски неповољним условима. Данас се, поред уградње на платформе борбених авиона и хеликоптера, GPS системи сателитске навигације уграђују и у беспилотне летелице. За потребе Ратног ваздухопловства САД (US Air

¹⁰² Исто, стр. 25.

Forces) развијен је систем за спасавање посада погођених ваздухоплова у ратним операцијама.

У морнарици, један од најважнијих задатака и поступака кроз векове, била је навигација. Приликом пловидбе на језерима, отвореним морима, или океанима, најчешће нема оријентира, као на копну, па су се за навигацију и пловидбу користили уређаји (секатант) који су положај брода одређивали на основу положаја астрономских тела. С тога је проналазак GPS-а, који је у основи и започео да се развија као навигациони систем морнарице САД, за морнарицу је готово једнако револуционаран као и проналазак компаса. Сви ратни бродови америчке морнарице (US Navy) опремљени су навигационим GPS уређајима. Поред примене за навигацију бродова, GPS се користи и за навигацију подморница.

Према доступним подацима, Ратно ваздухоловство и морнарица САД су до краја 2006. године увели у употребу 7.000 платформи опремљених GPS-ом, а у копнене снаге 30.000.¹⁰³ Истовремено је опремљено и око 500.000 војних средстава која користе неке облике вођења помоћу GPS-а. То указује да је GPS постао основно навигационо средство у оружаним снагама САД. Мада ће скупа и посебно значајна средства (авиони, крстареће ракете, тенкови и борбена возила копнених снага), због потребне велике поузданости у одређивању позиције задржати комбиновану навигацију (сателитску, инерцијалну и радио).

4.4.2. Предности и недостаци глобалног навигационог сателитског система

Глобални навигациони сателитски систем заузима значајно место у области позиционирања, при навигацији средстава и људи, као и у прецизним геодетским применама, јер омогућава да се просторни подаци прикупе и користе релативно лако, поуздано, тачно, брзо и јефтино.

Значајне предности GPS технологије, са аспекта извођења теренске праксе, посебно су изражене над класичним геодетским инструментима и методама јер:

- не захтева посебно високо техничко знање;
- је смањен физички рад на припреми терена и није потребно просецати правце за догледање између тачака;

¹⁰³ Станковић, С.: *Развој мрежа перманентних станица GPS и потребе војске*, магистарски рад, 2009, стр. 26.

- је мања осетљивост на атмосферске утицаје;
- је већа ефикасност рада (бржи рад);
- се сви подаци добијају у јединственом светском (глобалном) координатном систему, који се могу трансформисати у друге датуме и пројекције;
- су резултати у дигиталном облику и лако се укључују у неки графички или ГИС систем.

Приликом разматрања недостатака GPS система треба имати на уму да је GPS првобитно развијен за војне потребе САД, а затим је прешао и у цивилну употребу, али да га и даље развија и контролише Влада САД. Произвођачи сматрају великим недостатком могућност примене GPS опреме за терористичке сврхе, да буде употребљен за неконтролисану импровизовану спрегу са наоружањем. Да би то спречила, Влада САД контролише извоз цивилних GPS пријемника.

Са аспекта корисника као велики недостатак може се сматрати могућност да САД, у будућности, у зависности од војних или политичких збивања, у сваком тренутку може да искључи коришћење у потпуности, ограничено искључи GPS на одређеној територији или унесе намерну грешку, примењујући функцију „Ограничене расположивости" (Selective Availability -S/A, селективне доступности), као што је то радила до 2000, године. Тим програмом се, из безбедносних разлога намерно смањује тачност GPS сигнала, првенствено променом астрономског времена на сателитима.

4.5. Методе и карактеристике позиционирања

У зависности од броја тачака чији се положаји одређују и односа добијених координата тачака (зависност одређивања координата једне тачке према положају друге, референтне), методе GPS позиционирања могу се уопштено поделити у следеће основне категорије, и то:

- апсолутне методе,
- релативне методе позиционирања,
- позиционирање мреже тачака.

С обзиром на режим рада при одређивању координата тачака (апсолутних или релативних), обе поменуте методе могу бити у статичком или у кинематичком режиму. Предност статичких метода је та што се остварују сувишна мерења, а кинематичких што се резултати мерења добијају у реалном времену. Табела 5 даје преглед карактеристика GPS техника позиционирања.

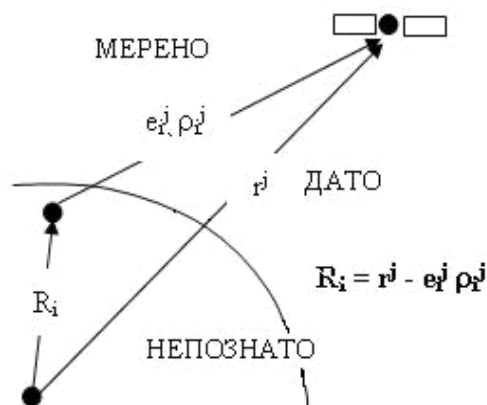
Табела 5: Карактеристике метода GPS

Метода позиционирања		Карактеристике	Тачност
Апсолутна	Статичка	Применом C/A-кода; минимално 4 сателита	20 – 50 m
		Применом P-кода; минимално 4 сателита	5 – 20 m
		Коришћењем прецизних ефемерида; минимално 4 сателита	2 – 5 m
	Кинематичка	Веома кратка опажања (1 msec); минимално 4 сателита	20 – 50 m
Релативна	Статичка	Дуготрајна опажања; базе дуже од 100km; минимално 4 сателита	1 mm + 1 ppm
		Краткотрајна опажања (8-30 min); кратке базе (мање од 10 km); двофреквентни пријемници; минимално 4 сателита	5 mm + 1 ppm
	Кинематичка	Краткотрајна опажања (5 min); неопходно враћање на станицу; до 10 km ;минимално 4 сателита	1 cm + 2 ppm
		Краткотрајна опажања; потребна веза међу станицама; до 10 km; минимално 4 сателита	1 cm + 2 ppm
		Без заустављања; захтева се посебан софтвер; до 10 km; OTF иницијализација; минимално 4 (5) сателита	1,5 cm + 2 ppm
	Диференцијални GPS		Применом кодних мерења; минимално 4 сателита

Највиша тачност постиже се релативним методама позиционирања, фазним мерењима, и то у статичком режиму рада, тј. статичком релативном методом позиционирања.

4.5.1. Методе апсолутног позиционирања

Резултати ове методе позиционирања су, у реалном времену (*realtime*) одређене, независне (апсолутне) координате положаја појединачних тачака. Основна карактеристика апсолутних метода позиционирања је рад са само једним GPS пријемником. Добијају се просторне правоугле координате на основу измерене псеудодужине од сателита до антене пријемника и висине антене над тачком чији се положај одређује (слика 19).



Слика 19: Принцип апсолутног позиционирања

Тачност која се може постићи овом методом при времену опажања од неколико секунди је у границама од 5-50 m (са укљученим SA тачност се погоршава три до четири пута), односно до око 2-5 m коришћењем прецизних ефемерида. Боља тачност при одређивању псеудодужине постиже се помоћу P-кода, у односу на C/A-код. Апсолутне методе позиционирања се користе за навигацијске потребе, на копну, мору и у ваздуху и делимично задовољавају потребе артиљеријских јединица.

Извори грешака код мерења апсолутним методама позиционирања- тачност оцене положаја апсолутним методама позиционирања условљена је деловањем више фактора, али генерално узевши тачност оцене положаја зависи од тачности одређивања псеудоудаљености. Псеудоудаљеност је вредност коју чине геометријска удаљеност од

сателита до пријемника и грешке мерења те дужине. Постоји више извора грешака који придружени псеудодужинама представљају ефективну меру несигурности мерења псеудодалјине. Ова мера несигурности назива се UERE (σ_{UERE}). Следећи извори грешака које утичу на апсолутно позиционирање су:

- грешке часовника у сателиту,
- грешке ефемерида¹⁰⁴,
- грешке изазване релативистичким утицајима,
- грешке изазване утицајем слојева атмосфере (јоносфере и тропосфере),
- грешке изазване несавршеношћу конструкције пријемника, и
- грешке изазване вишеструком рефлексијом сигнала.

4.5.2. Методе релативног позиционирања

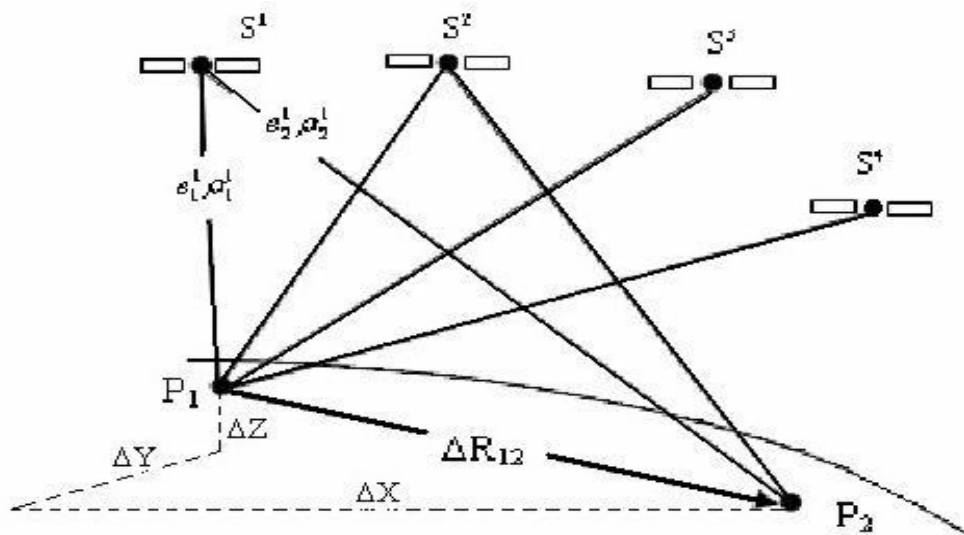
Наиме, методе релативног позиционирања подразумевају симултана мерења псеудодужина од два пријемника до, најмање четири сателита. Један од пријемника мора бити непокретан (GPS база) са познатим геоцентричним просторним координатама (X,Y,Z) - референтна тачка, а координате положаја другог пријемника су релативне ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$), у односу на први пријемник. Релативне координате образују вектор положаја тражене тачке у односу на познату – *базна линија*. Геоцентричне координате тражене тачке P₂ у односу на дату P₁ (слика 20), одређују се применом следећег израза:

$$R_2 = R_1 + \Delta R_{12} \quad , \quad (4.1.)$$

где је:

- R₂ геоцентрични вектор положаја P₂,
- R₁ геоцентрични вектор положаја P₁, и
- ΔR_{12} просторни вектор положаја P₂ у односу на P₁ (релативни вектор положаја).

¹⁰⁴ Ефемерид је прорачун геоцентричног положаја сателита на својој путањи.

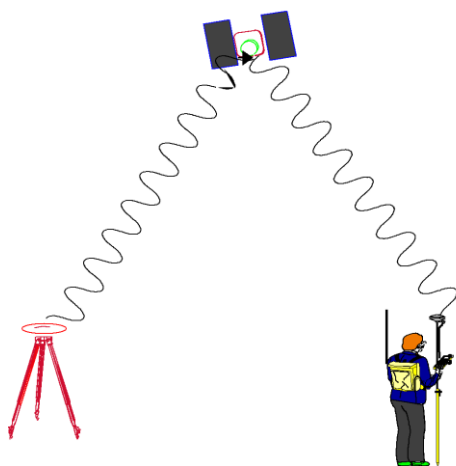


Слика 20: Принцип релативног GPS ¹⁰⁵

Пријемник на станици чије се координате одређују може у току GPS премера бити непокретан (код *статичке методе*) и покретан – ровер (код *кинематичке методе*).

Релативно кинематичко позиционирање је GPS поступак којим се омогућује у кратком временском размаку одређивање трајекторије антене ровера (слика 21). Дакле, овом методом се одређују релативне координате ровера у односу на базни пријемник. Карактеристично за методу кинематичког релативног позиционирања (КРП) је брзо добијање великог броја положајних података, са тачношћу која задовољава потребе топографског премера. Тачност КРП зависи превасходно од времена задржавања ровера на непознатој тачки, које износи од једне секунде до пар минута, у зависности од типа тачке (контролна, полигонска, детаљна) и тражене тачности. Тако нпр., при задржавању ровера на станици у времену од пет минута, односно 20 регистрација са епохом мерења од 20 секунди може се постићи тачност од $1 \text{ cm} + 2 \text{ ppm}$. Наиме, суштински посматрано, ради се о центиметарској тачности, а код примене КРП у реалном времену тачност опада и до дециметарске. У току премера неопходно је да постоји веза са најмање четири сателита.

¹⁰⁵Божић, Б.: Премер непокретности применом технологије Глобалног система позиционирања, Грађевински факултет Универзитета у Београду, Београд, 2005, стр 19.



Слика 21: Релативно кинематичко позиционирање

С обзиром на то кад се добијају положајни подаци на основу КРП, разликују се две методе кинематичког релативног позиционирања:

- кинематичко релативно позиционирање у реалном времену (*Kinematic Survey over a Real Time* или *Real Time Kinematic – RTK*),
- кинематичко релативно позиционирање са постпроцесирањем (*Post-processed Kinematic Survey*).

Координате детаљних тачака се, применом RTK са OTF опцијом, добијају у реалном времену, тј. непосредно по самом опажању на терену. Суштина поступка је у томе да базни пријемник, на основу опажања, рачуна диференцијалне поправке мерења псеудодужина и шаље их роверу које се додају мерењима и тако се добија оцењен положај покретног пријемника. Веома важан аспект у коришћењу RTK јесте питање сервиса који ће омогућити емитовање диференцијалних поправака. До сада су примењена два решења – *коришћење базне станице са радио-везом* и *коришћење мреже перманентних станица* повезаних са земаљским радиорелејним уређајима, мобилном телефонијом, GPRS-ом, сателитским комуникационим системима и др. Предност ове методе је могућност правовременог уочавања и отклањања евентуалних неправилности у извршењу премера, и могућност обелажавања тачке са задатим координатама. За обезбеђење ове методе добијања података неопходна је континуирана радио веза ровера са базним пријемником, што у одређеним околностима може бити ограничавајући фактор при извођењу премера. Зато на ово треба обратити посебну пажњу још у фази планирања GPS премера.

Кинематичко релативно позиционирање са постпроцесирањем не даје податке о положају ровера на лицу места, већ се до њих долази накнадном обрадом. Дакле, по

обављеном премери, врши се трансфер података из меморије пријемника (*TSC – Trimble System Controller* - контролера) у персонални рачунар који применом одговарајућег софтвера (*GP Survey*) врши обраду података мерења на основу које се добијају просторне координате положаја мерених тачака. Предност ове методе рада над претходном је та што не захтева радио везу ровера са базним пријемником, а као недостатак у односу на RTK је што је детекција евентуалних неправилности могућа тек након обраде података, те би потреба за поновним мерењем изискивала веће утрошке времена и средстава у односу на кинаматику у реалном времену.

4.6. Извори грешака у мерењима

Мерене дужине подлежу утицајима неизбежних и грубих грешака. По свом карактеру деловања на резултате мерења, неизбежне грешке се деле на случајне и систематске. Случајне грешке имају такав карактер да се јављају у сваком мерењу, па се за њих каже да су неизбежне. Њихова вредност се не може унапред предвидети, те се не могу у потпуности ни елиминисати. Утицај ε_i на највероватнију вредност мерене псеудодужине се смањује са повећањем броја мерења. У резултату мерења заступљене су по закону нормалног распореда (*Гаусов закон распореда*) вероватноћа појаве случајних грешака. Стога, случајне грешке као такве, улазе у формуле за оцену тачности резултата мерења. Најзначајнији фактори због којих настају случајне грешке су:

- резолуција носећег таласа (таласна дужина);
- случајни унутрашњи ефекти у инструменту;
- микро-метеоролошки услови;
- електрични контакти и квалитет антене;
- локална интерференција сигнала.

Сви наведени фактори могу се третирати као „шум“ изазван несавршеношћу конструкције инструмента (*instrumental noise*).

Грешке које резултат мерења стално умањују или увећавају називају се систематске грешке. За разлику од случајних грешака, систематске су таквог карактера да се могу открити у резултатима мерења и, методама рада и увођењем поправки, могу се елиминисати из мерења или бар значајно умањити њихов утицај на резултате мерења. Карактеристично за систематске грешке је следеће:

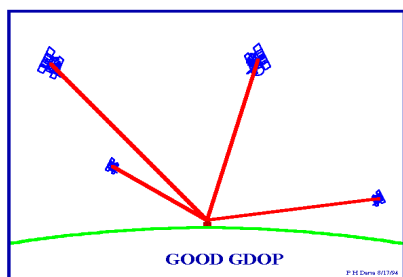
- имају константну вредност и знак;
- настају као последица рада инструмента, оператора или спољашњих физичких и просторних услова;
- могу настати због неадекватног модела мерења;
- могу настати због неадекватне калибрације инструмента.

Грубе грешке настају услед непажње или неискуства оператора (недовољно познавање методе рада), или наглог и интезивног погоршања спољних услова. Детектовани резултати оптерећени grubим грешкама се искључују из обраде резултата мерења. У зависности од момента и узрока настанка, грешке се могу класификовати и као грешке настале при емитовању сигнала (грешке услед положаја сателита и грешка услед деградације сигнала – *Selective Availability - SA*), затим на путу простирања сигнала и у самом пријемнику (услед својстава пријемника).

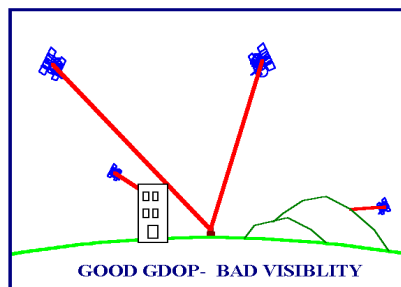
Код грешака услед положаја сателита, значајни су следећи фактори, односно грешке изазване услед њихових утицаја:

- сателитска геометрија,
- грешке сателитских орбита,
- грешке сателитских часовника,
- грешке ефемерида, и
- грешке изазване релативистичким утицајима.

Сателитска геометрија, односно међусобни просторни распоред сателита у односу на станицу има значајан утицај на одређивање псеудодужине, а самим тим и на оцену положаја станице. Ово потврђује чињеница да се положај станице добија просторним лучним пресеком, при чему је мера за квалитет сателитске геометрије запремина тела која формирају вектори мерених дужина између сателита и станице (слика 22).



a)



б)

Слика 22: Сателитска геометрија: а) добра; б) лоша

Ефекат сателитске геометрије на тачност навигационог решења може се описати помоћу *DOP (Dilution of Precision)* фактора. DOP фактори представљају меру утицаја сателитске геометрије и могу се унапред израчунати на основу приближних сателитских положаја. DOP фактори повезују параметре положаја пријемника са грешкама мерења псеудодужина. При анализи квалитета геометрије сателита користе се следећи DOP фактори:

- VDOP (*Vertical Dilution of Precision*) – деградација тачности у вертикалном смислу,
- HDOP (*Horisontal Dilution of Precision*) - деградација тачности у хоризонталној равни (2Д положај),
- PDOP (*Positional Dilution of Precision*) - деградација тачности у простору (3Д),
- GDOP (*Geometric Dilution of Precision*) - деградација тачности 3Д положаја укључујући и фактор време, и
- TDOP (*Time Dilution of Precision*) – деградација тачности на податке о времену.

Највише коришћен DOP параметар у оцени тачности је GDOP¹⁰⁶ и изражава се као:

$$GDOP = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 + \sigma_{ct}^2}}{\sigma_{UERE}} \quad (4.2.)$$

Добијају се изрази и за остале параметре DOP:

$$PDOP = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2}}{\sigma_{UERE}} \quad (4.3.)$$

$$HDOP = \frac{\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}}{\sigma_{UERE}} \quad (4.4.)$$

$$VDOP = \frac{\sigma_z}{\sigma_{UERE}} \quad (4.5.)$$

$$TDOP = \frac{\sigma_t}{\sigma_{UERE}} \quad (4.6.)$$

Као опште правило у премеру применом GPS технологије важи да се бирају сателити изнад 15° елевације са $GDOP \leq 8$.

¹⁰⁶ Elliott, D., Kaplan, Christopher J. Hegarty: *Understanding GPS Principles and Applications*, Second Edition [Интернет], Доступно на: <http://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_33/ourdev_584835O21W59.pdf>, Преузето: 16.09.2013. године.

II ДЕО

АНАЛИЗА ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ

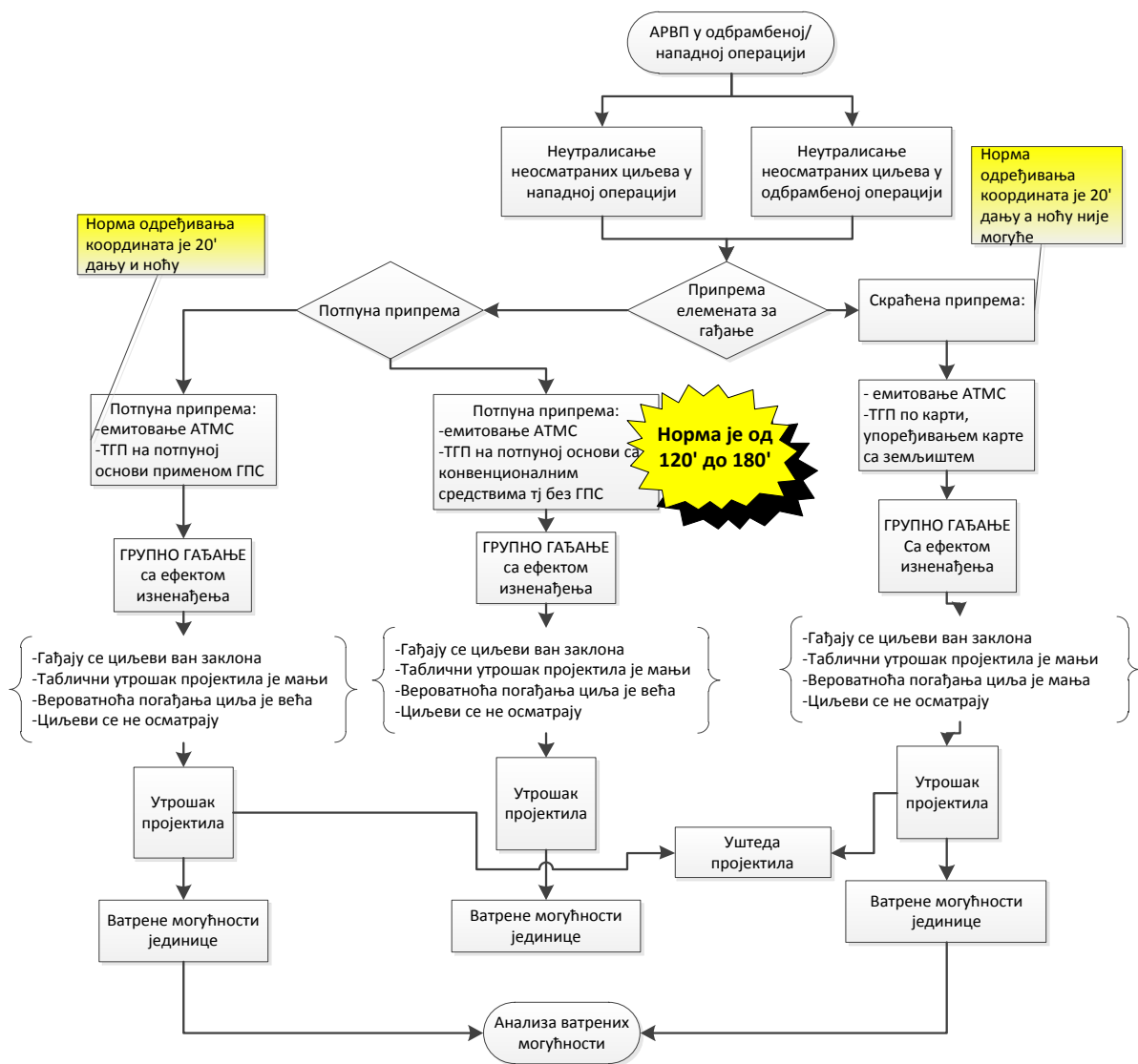
Основни циљ оптимизације јесте да се смањи утрошак пројектила и време припреме почетних елемената за жељени ефекат по циљу. Дакле, наведени циљ се остварује постизањем ефекта изненађења односно избегавањем коректуре, користећи GPS пријемнике. На слици 23, приказан је алгоритам оптимизације артиљеријске ватрене подршке у борбеним операцијама применом глобалног навигационог сателитског система.

У потпуној припреми почетних елемената за гађање која се реализује са конвенционалним средствима тј. без GPS пријемника, укупно време топографско-геодетске припреме је недозвољиво велико¹⁰⁷ тако да се овај начин потпуне припреме неће разматрати. Разматра се потпуна припрема елемената за гађање која се реализује применом диференцијалног GPS-а и на крају се пореди са скраћеном припремом почетних елемената где је ТГП по карти рађена упоређивањем карте са земљиштем.

Фаза одређивања почетних елемената је најсложенија функција артиљеријског гађања, јер се њом тестирају сва ограничења од којих зависи да ли је гађање могуће или није у изабраном сектору са дефинисаним забрањеним зонама и гребенима заклона, са изабраним скупом метеоролошких и балистичких података и за конкретни однос

¹⁰⁷ Захтевану тачност могу да достигну топографска одељења, састава 6-9 људи, којима је, после дуготрајне специјалистичке обуке, по једној артиљеријској батерији и на топографски уређеном земљишту, потребно два до три сата рада за теренска мерења и обраду података.

ватреног положаја и циља.¹⁰⁸Тачност елемената изражава се удаљењем средње путање слике растурања од изабране тачке за коректуру. Уколико је то удаљење мање, ватра ће бити успешнија и обратно. Да би средња путања слике растурања била што ближе тачки за коректуру неопходно је елементе за гађање одредити применом одређене врсте припреме почетних елемената(простом, скраћеном или потпуном) и коректуром.¹⁰⁹



Слика 23: Алгоритам оптимизације артиљеријске ватрене подршке у борбеним операцијама

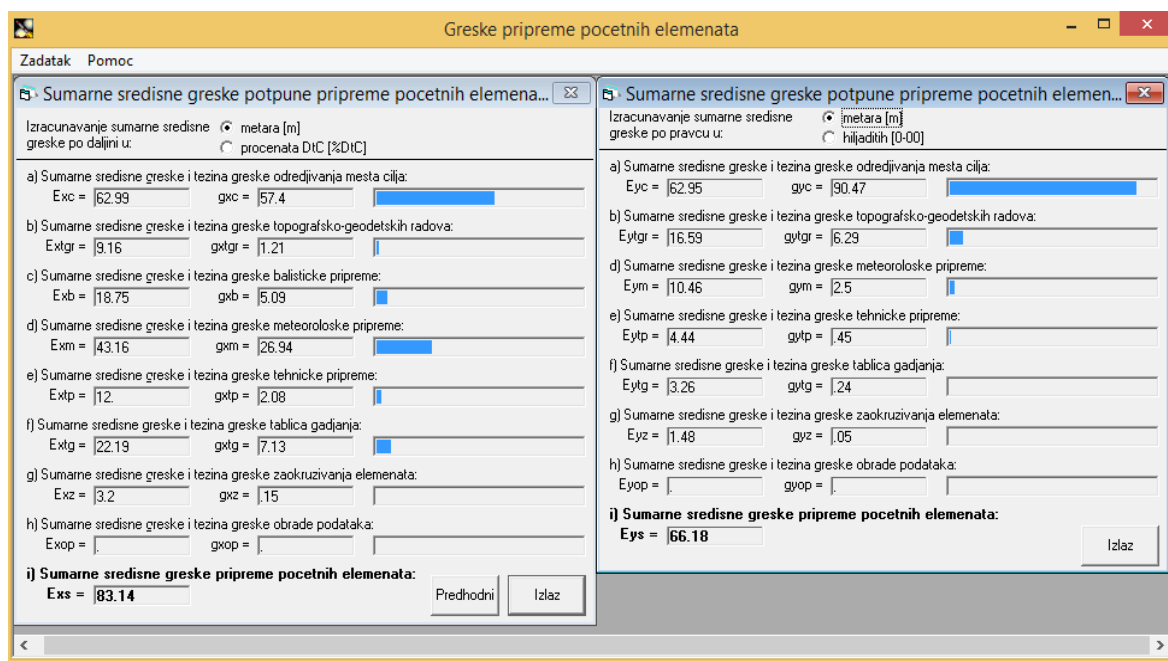
Групно гађање је фаза артиљеријског гађања којом се остварује ватрени задатак, а групно гађање схваћено као функција командно-информационих система (КИС) артиљерије за подршку јесте скуп процеса помоћу којих се реализују прорачуни за извршење ватреног задатка, као што су: распоред ватре по циљу, утрошак пројектила,

¹⁰⁸Максимовић, С.: Артиљеријско гађање у тактичким командно-информационим системима, Нови гласник, 3-4/1997, стр. 40.

¹⁰⁹Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр 38.

ефекат неутралисања, трајање гађања и структура паљбе, као и процеса помоћу којих се управља лансирање пројектила из више оруђа да би се задатак извршио.¹¹⁰Групно гађање непријатељске батерије има за циљ неутралисање (20—25%) или уништење живе силе и ватрених средстава (50—60%). Како је за уништење потребна велика количина муниције, углавном се користи неутралисање. Искуство говори да после неколико ватрених удара, батерија остаје неутралисана до 30 минута.¹¹¹

Програм за израчунавање величина и тежина грешака метода потпуне, скраћене, просте припреме почетних елемената за посредно гађање је написан зато што математички модел за израчунавање тачности припреме веома је неприкладан за ручну обраду и у потпуности омогућава аутоматизацију изнетог проблема. Написан је на основу модела приказаног и образложеног у претходним поглављима. Све коришћене променљиве у програму прецизно су дефинисане и као такве приказане су у свим подмодулима програма, са циљем лакшег сналажења и коришћења програма. Прво се уносе неопходни улазни подаци, затим програм одређује вредности сумарних грешака и њихове тежинске вредности (слика 24).



Слика 24: Израчунавање и приказ сумарних средишних грешака по даљини и правцу

На основу резултата прорачуна могуће је извршити и упоредну анализу тачности метода припреме почетних елемената за сваку врсту артиљеријског оруђа.¹¹²

¹¹⁰Максимовић, С.: Прорачун групног гађања артиљеријом, Нови гласник, 1-2/2001, стр. 59-63.

¹¹¹Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976,стр. 425.

¹¹²Кокел, Т. Утицај тачности припреме почетних елемената посредног гађања на прецизност артиљеријске ватре, магистарски рад, 2004, Војна академија, стр 55.

1. ПОТПУНА ПРИПРЕМА ПОЧЕТНИХ ЕЛЕМЕНАТА ЗА ГАЂАЊЕ ПРИМЕНОМ ГЛОБАЛНОГ ПОЗИЦИОНОГ СИСТЕМА

Потпуна припрема има велико преимућство у погледу постизања изненађења. Међутим, у тачности заостаје за начином одређивања елемената коректуром непосредно на циљ. Захтев да у борбеној ситуацији артиљеријска ватра увек буде тачна често се мења у корист изненађења и правовремености остваривања ватре.¹¹³ Трајање припреме почетних елемената изражава се временом од уочавања циља до пада првог пројектила на циљ односно до пада првог плотуна када се не врши коректура.¹¹⁴ У сваком случају, наше "време реаговања артиљерије" не би требало да прекорачи време боравка класичне артиљерије на ватреним положајима или време задржавања јединице СВЛР на ватреном положају после њиховог откривања. Ако се то време прекорачи наше артиљеријске јединице ће отворити ватру у празно по положајима које је непријатељ већ напустио.¹¹⁵ Потпуном припремом почетних елемената омогућава се гађање циљева без претходне коректуре, постиже се изненађење, задатак се извршава за краће време и напушта ватрени положај пре него што артиљеријска јединица и сама постане циљ.¹¹⁶

Примена потпуне припреме почетних елемената за гађање захтева: тачне координате елемената борбеног распореда јединице и циљева; тачне податке о метеоролошким и балистичким условима гађања; оријентисане инструменте и оруђа усмерена у основни правац према упутству за топографско-геодетско обезбеђење артиљерије; поседовање одговарајућих таблица гађања, зависно од надморске висине оруђа. Ако било који од наведених услова није испуњен прелази се на скраћену припрему почетних елемената, при чему се често чине грешке: не врши се сондирање атмосфере и нема тачних података о метеоролошким условима гађања, па се координате ватреног положаја одређују по карти, што неминовно захтева вршење коректуре и развија лоше навике старешина.¹¹⁷ За срачунавање почетних елемената за гађање скраћеном припремом нису неопходни други органи и јединице (топографски и

¹¹³ Артиљерија, тактичко оперативна употреба, катедра артиљерије, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр 38.

¹¹⁴ Грбо, С.: Методологија оцењивања артиљеријских посредних бојних гађања, Нови гласник, 2/2000, стр. 44.

¹¹⁵ Милетић, М.: Артиљерија у противартиљеријској-ракетној борби, Нови гласник, 5/1997, стр 16.

¹¹⁶ Грбо, С.: Скраћена припрема почетних елемената за гађање у артиљерији, Нови гласник, 2/2004, стр. 83.

¹¹⁷ Исто, стр. 84.

метеоролошки), већ целокупну припрему обавља људство батерије, и то приборима и инструментима мање тачности, па су због тога почетни елементи одређени са већим грешкама. Елементи за групно гађање одређују се скраћеном припремом (изузетно).¹¹⁸

У операцијама почетком деведесетих изостало је емитовање "метеосредњег" од стране артиљеријских јединица које су располагале АРМС, пошто нису знали да га употребљавају. За поједина артиљеријска оруђа није одређено одступање почетне брзине, а није био поштован ни режим палбе за топове и хаубице.¹¹⁹

1.1. Сумарна грешка потпуне припреме почетних елемената за гађање

Задатак потпуне припреме почетних елемената посредног гађања је утврђивање, што је могуће тачније, стварних услова за гађање, упоређивање са табличним, прорачунавање поправке и на крају одређивање најтачнијих почетних елемената за гађање. Стварни услови гађања су променљиви за свако гађање, а нормални услови гађања су константна величина за сва гађања и подразумевају услове за које су израчунате таблице гађања.

Потпуну припрему почетних елемената посредног гађања чине следеће независне групе извора грешака (табела 6).¹²⁰

Табела 6: Независне групе извора грешака у потпуној припреми елемената

Независне групе извора грешака	Утицај грешака	
	на даљину E_x	на правац E_y
1. Грешке у одређивању места циља	E_{xc}	E_{yc}
2. Грешке топографско-геодетске припреме	E_{xtgr}	E_{ytgr}
3. Грешке у одређивању балистичких поправака	E_{xb}	-----
4. Грешке у одређивању метеоролошких поправака	E_{xm}	E_{ym}
5. Грешке у техничкој припреми	E_{xtp}	E_{ytp}
6. Грешке таблице гађања	E_{xtg}	E_{ytg}
7. Грешке заокруживања елемената	E_{xc}	E_{yc}
8. Грешке обраде података	E_{xop}	E_{yop}

¹¹⁸Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр. 446.

¹¹⁹Милетић, М.: Употреба артиљерије на ратишту, Нови гласник, 2/1993, стр. 83.

¹²⁰Кокел, Т. Утицај тачности припреме почетних елемената посредног гађања на прецизност артиљеријске ватре, магистарски рад, 2004, Војна академија, стр. 18.

За одређивање циљева и борбеног распореда сопствених снага користимо конвенционална формацијска средства и GPS пријемнике. Пошто се ради паралелно на оба начина, грешке у зависности од средстава биће различите вредности, и то :

а) Конвенционалним средствима и методама без употребе GPS-а ¹²¹:

- Грешке у одређивању места циља $E_c (E_{xc}, E_{yc})$:

$$\text{по даљини: } E_{xc} = \sqrt{E_{xos}^2 + E_{xkc}^2 + E_{x\Delta hc}^2} \quad (5.1.)$$

$$\text{по правцу: } E_{yc} = \sqrt{E_{yos}^2 + E_{ykc}^2} \quad (5.2.)$$

- Грешке топографско-геодетских радова и прорачуна $E_{tgr} (E_{xtgr}, E_{ytgr})$:

$$\text{по даљини : } E_{xtgr} = \sqrt{E_{xor}^2 + E_{x\Delta h VP}^2} \quad (5.3.)$$

$$\text{по правцу : } E_{ytgr} = \sqrt{E_{yor}^2 + E_{yoor}^2} \quad (5.4.)$$

б) Глобалним позиционим системом :

- Грешке у одређивању места циља $E_c (E_{xc}, E_{yc})$:

$$E_{xos} = E_{yos} = CEP \quad (5.5.)$$

- Грешке топографско-геодетских радова и прорачуна $E_{tgr} (E_{xtgr}, E_{ytgr})$:

$$E_{xor} = E_{yor} = CEP \quad (5.6.)$$

$$E_{yoor} = \frac{\sqrt{E_{ynt}^2 + CEP^2}}{DOR-NT} \cdot DtC \quad (\text{одређивање угламера за нишанску тачку})^{123} \quad (5.7.)$$

¹²¹Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, ТГ стр 235.

¹²²Најзначајнија и највише употребљавана мера параметара прецизности гађања позната је као CEP (Circular Error Probable — Вероватно кружно растурање). Ова мера је изворно уведена у теорији гађања, као усредњена процена растурања падних тачака пројектила. CEP се дефинише као вредност радијуса круга, описаног око "централног поготка", у којем се налази 50% падних тачака пројектила. Ова мера прецизности, (односно растурања), је касније допуњена новом величином - SEP (Spherical Error Probable - Вероватно сферно растурање), да би се обухватили и пројектили просторног дејства, односно они пројектили чије растурање није могуће дефинисати равански, тј. преко CEP —а. SEP је дефинисан као вредност радијуса сфере, описане око "централног поготка", у којој се налази 50% тачака за које се сматра да је погодак успешан. Ове две мере за описивање прецизности имају веома широку употребу.

¹²³Оруђе се усмерава у основни правац помоћу угламера за нишанску тачку када је угламер за неку нишанску тачку одређен пре посудања ватреног положаја. Основни правац у који је на овај начин усмерено основно оруђе начелно се обележава колиматором или пикетима. Угламер за нишанску тачку могуће је одредити пре и после посудања ватреног положаја.

У артиљерији се највише користи средња вероватна грешка или средишња грешка као мера тачности. У том смислу се 2Д стандардно одступање претвара у кружну вероватну грешку, по обрасцу¹²⁴ :

$$СЕР=0.62\sigma_y + 0.56\sigma_x$$

Да би се обезбедила захтевајућа тачност топографско геодетских радова у потпуној припреми почетних елемената за гађање користи се релативно позиционирање и то са следећом кружном вероватном грешком¹²⁵:

$$- \sigma_x = 0,344 \text{ m}$$

$$- \sigma_y = 0,333 \text{ m}$$

$$- СЕР= 0,400 \text{ m}$$

Сумарна грешка потпуне припреме почетних елемената за гађање¹²⁶:

$$- \text{ по даљини : } E_{xp} = \sqrt{E_{xc}^2 + E_{xtgr}^2 + E_{xb}^2 + E_{xm}^2 + E_{xtp}^2 + E_{xtg}^2 + E_{xz}^2 + E_{xop}^2} \quad (5.8.)$$

$$- \text{ по правцу : } E_{yp} = \sqrt{E_{yc}^2 + E_{ytr}^2 + E_{ym}^2 + E_{ytp}^2 + E_{ytg}^2 + E_{yz}^2 + E_{yop}^2} \quad (5.9.)$$

1.2. Рејон могућег положаја циља по завршеној потпуној припреми почетних елемената за гађање

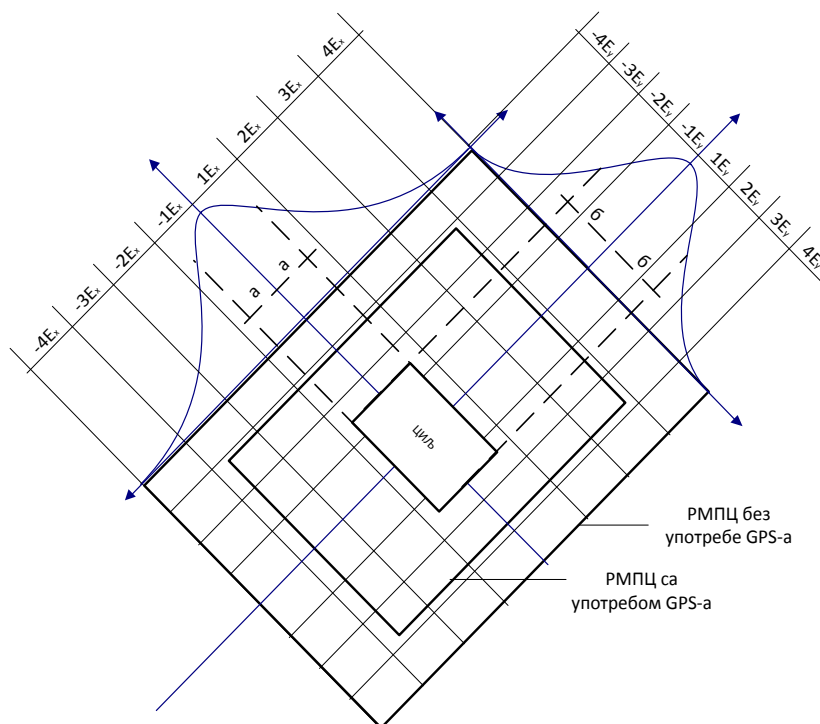
За даље разматрање веома је важно одговорити на питање, колики је рејон могућег положаја циља РМПЦ после завршене припреме почетних елемената. Односно одредити величину земљишне просторије по даљини и правцу на коју ће са вероватноћом приближно 100% пасти први пројектил испален са елементима завршетка припреме почетних елемената.

¹²⁴GPS Position Accuracy Measures, Positioning Leadership APN-029 Rev 1 December 03, 2003, стр 4.

¹²⁵Пројовић, Д.: Примена релативног позиционирања у топографско геодетској припреми на потпуној основи у артиљерији, Војно технички гласник, 2/2016, одобрено за штампу.

¹²⁶Кокел, Т. Утицај тачности припреме почетних елемената посредног гађања на прецизност артиљеријске ватре, магистарски рад, 2004, Војна академија, стр 27.

Теоријски гледано, грешке могу по својој величини да се простиру од минус бесконачности до плус бесконачности. Доказано је да се постиже задовољавајућа тачност ако се узме да се грешке веће по апсолутној вредности од 4 средишне грешке неће појавити. То значи да се вероватноћа појаве циља по даљини и по правцу, после завршене припреме почетних елемената, креће у границама од $-4E$ до $+4E$. На слици 25 је приказана даљина гађања одређена одговарајућом припремом почетних елемената X_0 .¹²⁷



Слика 25: Рејон могућег положаја циља по завршеној припреми почетних елемената, када се користи GPS и када се не користи GPS

РМПЦ по даљини и по правцу и вероватноћа да се циљ налази у некој тачки тог рејона представљена је ординатама криви могућег положаја циља. Вероватноћа погодка представља сложен догађај односно производ вероватноћа погодка по правцу и даљини.

¹²⁷Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр. 262.

1.3. Утицај тачности потпуне припреме почетних елемената на извршење групног гађања

Потпуна припрема представља основни метод одређивања почетних елемената и примењује се увек кад јединица има услове да је спроведе. Она обезбеђује тајност припрема за гађање и изненадно отварање ватре. Због тога потпуна припрема почетних елемената има изразиту тактичку предност.¹²⁸ Почетни елементи у потпуној припреми служе за почетак групног гађања без коректуре и обезбеђују изненадност отварања ватре.¹²⁹ Групно гађање је завршна фаза гађања којом се остварују артиљеријске ватре и постижу ефекти по циљу од утицаја на вођење борбених дејстава.¹³⁰

Закон растурања погодка казује да се око средњег погодка групише највећи, а идући даље од њега све мањи број погодака. Са слике 25, која илуструје овај закон, може се видети да се погодци неравномерно распоређују по појасевима око средњег погодка ширине једног вероватног скретања по даљини, правцу и висини V_d V_p и V_h . У првом појасу, уз средњи погодак, пада 25%, у другом 16%, у трећем 7% и у четвртном најудаљенијем појасу свега 2% свих погодака. Ови бројеви представљају вероватноће погађања у одговарајући појас слике растурања. Очекивани број погодака у одређени појас слике растурања једнак је производу вероватноће погађања у појас и броја испалених пројектила.¹³¹

Задатак припреме почетних елемената за извршење групног гађања састоји се у одређивању таквих елемената који обезбеђују пролазак средње путање кроз центар циља. Одређивање таквих елемената везано је са извршењем великог броја мерења и рачунања које прате одређене случајне грешке (слика 26). Услед њих средња путања упућује се у тачку П уместо у тачку Ц, чиме се добија векторска грешка $\vec{\Delta p}$ која може да се растави на средишну грешку припреме по даљини E_x и средишну грешку припреме по правцу E_y .¹³²

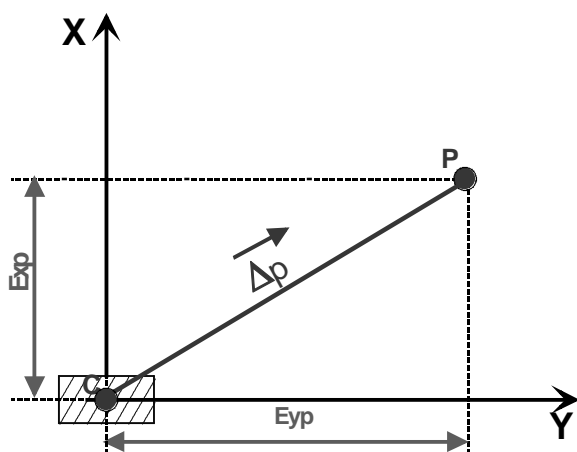
¹²⁸ Артиљеријско правило гађања, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, УА-2-1, ВИЗ Београд, 1991, стр 69.

¹²⁹ Исто, стр. 70.

¹³⁰ Исто, стр. 106.

¹³¹ Максимовић, С., Кокел Т.: Избор рентабилног артиљеријског циља, Нови гласник, 6/1997, стр. 62.

¹³² Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр. 426 .



C – жељена тачка пада пројектила

$\overline{\Delta p}$ - грешка одређивања п/е за гг

P – тачка пада пројектила због грешке $\overline{\Delta p}$

E_{xp} - средишна грешка која карактерише тачност припреме п/е по даљини

E_{yp} - средишна грешка која карактерише тачност припреме п/е по правцу

Слика 26: Грешке припреме елемената за извршење групног гађања

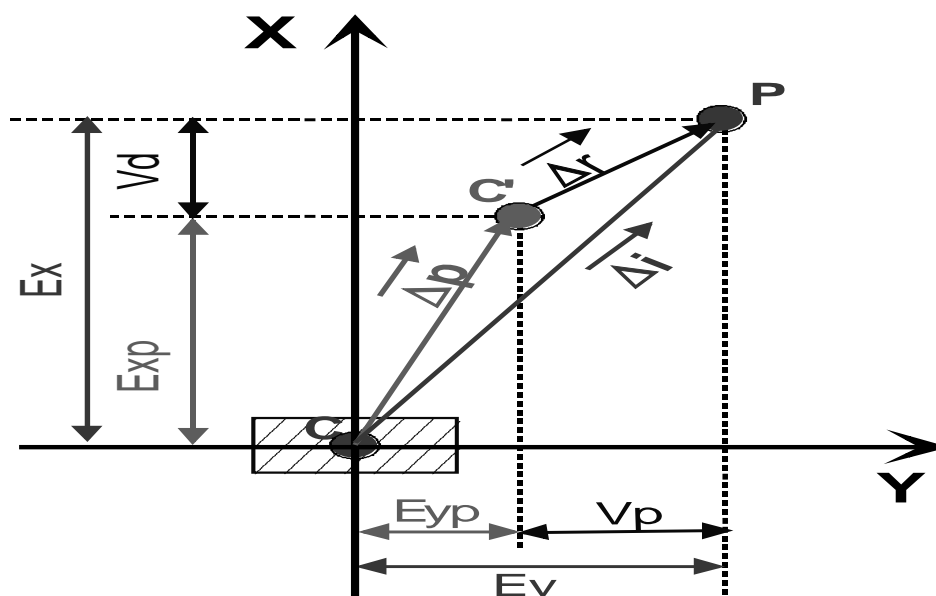
Поред грешака у одређивању елемената, на тачност ватре по циљу, односно на ефикасност групног гађања, утиче и величина и карактер слике, проста и сложена растурања, што зависи од тога да ли се групно гађање изводи једним или са више артиљеријских оруђа.¹³³

1.4. Грешке при извршењу групног гађања једним оруђем

При извршењу групног гађања једним оруђем јављају се две групе међусобно независних грешака (слика 27) :

- Грешке припреме почетних елемената за прелазак на групно гађање $\overline{\Delta p}$, чија величина остаје стална у току целог гађања, а пројектоване на правац гађања и њему управан правац дају средишне грешке припреме по даљини E_{xp} и по правцу E_{yp} .
- Грешке растурања $\overline{\Delta r}$ са својим карактеристикама V_d и V_p , које су различите за поједина оруђа и која се не понављају у току гађања.

¹³³ Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр. 427.



Слика 27: Грешке при извршењу групног гађања једним (основним) оруђем

$\overline{\Delta\rho}$ грешке припреме елемената

$\overline{\Delta r}$ грешке растурања

$\overline{\Delta i}$ сумарне грешке гађања оруђем

C жељена тачка пада пројектила

C' тачака пада пројектила због грешке $\overline{\Delta\rho}$

P тачка пада пројектила због грешке $\overline{\Delta i}$

E_{xp} средишна грешка која карактерише тачност припреме п/е по даљини

E_{yp} средишна грешка која карактерише тачност припреме п/е по правцу

V_d средишна грешка растурања по даљини

V_ρ средишна грешка растурања по правцу

E_x сумарна средишна грешка опаљивања из једног (основног) оруђа по даљини

E_y сумарна средишна грешка опаљивања из једног (основног) оруђа по правцу

Пошто су ово два система независних грешака у равни који се подчињавају нормалном закону грешака, тада ће и сумарни закон бити опет нормални закон грешака у равни облика:

$$\rho(x, y) dx dy = \frac{\rho^2}{E_x E_y \pi} e^{-\rho^2 \left(\frac{x^2}{E_x^2} + \frac{y^2}{E_y^2} \right)} dx dy \quad (5.10.)$$

Закон $\rho(x, y)$ назива се сумарним законом грешака опаљивања, а средишне грешке E_x и E_y сумарним средишним грешкама опаљивања по даљини и по правцу и израчунавају се по обрасцу :

$$E_x = \sqrt{E_{xp}^2 + V_d^2} \quad (5.11.)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yp}^2 + V_p^2} \quad (5.12.)$$

Средишне грешке карактеришу распостирање падне тачке пројектила при једном опаљењу из оруђа у односу на тачку на коју су одређени елементи.¹³⁴

1.5. Грешке при извршењу групног гађања водом-батеријом

Полазну основу за анализу утицаја тачности припреме почетних елемената посредног гађања на извршење групног гађања из више артиљеријских оруђа – јединице чини претпоставка да групно гађање неког циља треба да извршава основна тактичка јединица вод – батерија од n оруђа сасређеним снопом.

Стандардна процедура извођења групног гађања јединицом обухвата следеће етапе :

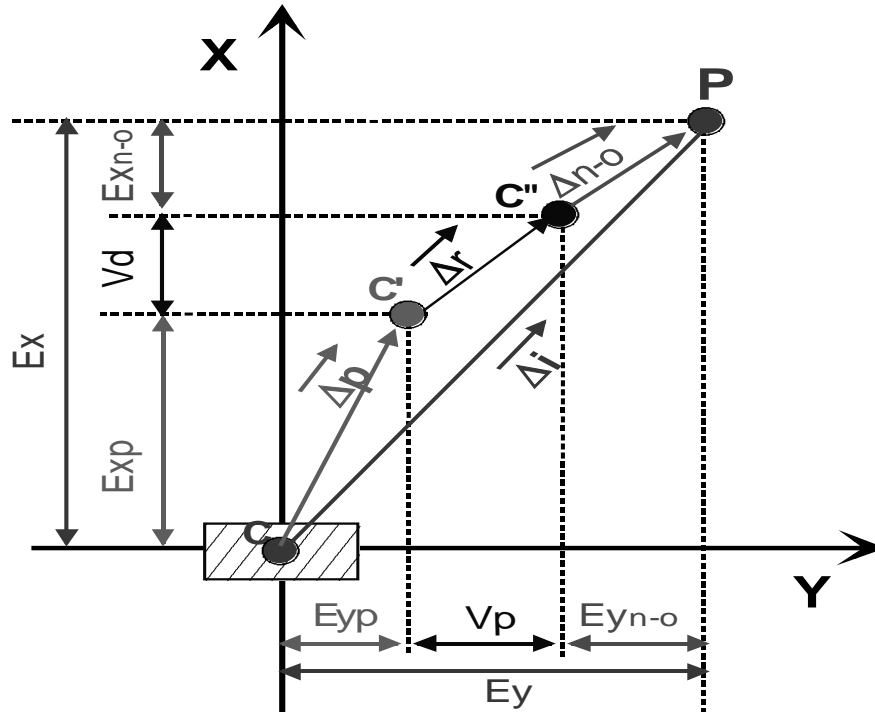
- Одреди се почетни елементи и пренесу се на основно оруђе јединице
- Остала оруђа у јединици своди се рачунски на основно, урачунавајући разлике топографских и балистичких услова у односу на основно и Прелази се на групно гађање.

Овакво извођено групно гађање прати знатно сложенији систем грешака (слика 28) него што је то случај при гађању са једним оруђем. Те грешке могу се у основи поделити у три групе :

- Прву групу сачињавају грешка јединице $E_{v-b} = (\overline{\Delta v - b})$, која је у основи одређена грешком припреме $(\overline{\Delta p})$ и једнака је за сва оруђа у јединици, како за основно тако и за остала неосновна оруђа
- Друга група грешака сачињавају грешке растурања $(\overline{\Delta r})$ са својим карактеристикама V_p и V_d .

¹³⁴ Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр428.

Трећу групу грешака сачињавају тзв. оруђне грешке $E_o = (\overline{\Delta o})$ које настају при рачунском свођењу неосновних оруђа на основно $(\overline{\Delta n - o})$ али и грешке које настају у току мерења, која изводе послуге неосновних оруђа да би добиле податке потребне за свођење свог оруђа на основно.



Слика 28: Грешке при извршењу групног гађања водом – батеријом

- $\overline{\Delta v - b} = \overline{\Delta p}$ грешке јединице су једнаке грешкама припреме елемената
- $\overline{\Delta r}$ грешке растурања
- $\overline{\Delta o} = \overline{\Delta n - o}$ грешке свођења неосновних оруђа у основно
- $\overline{\Delta i}$ сумарна грешка гађања јединицом
- C жељена тачка пада пројектила
- C' тачка пада пројектила због грешке $\overline{\Delta p}$
- C'' тачка пада пројектила због грешке $\overline{\Delta r}$
- P тачка пада пројектила због грешке $\overline{\Delta i}$
- E_{xp} , E_{yp} средишна грешка која карактерише тачност припреме р/е по даљини и по правцу
- E_{xn-o} , E_{yn-o} средишна грешка превођења неосновних оруђа у основно по даљини и правцу
- V_d средишна грешка растурања по даљини

- V_p средишна грешка растурања по правцу
- E_x , E_y сумарна средишна грешка при извршењу групног гађања јединицом, по даљини и правцу

Ако се поменуте грешке пројектују на правац гађања и правац који је управан на њега, онда је њихове компоненте могуће сабирати по правилу сабирања средишњих грешака, па се добија:

$$E_x = \sqrt{E_{xv-b}^2 + E_{xo}^2 + V_d^2} \quad (5.13.)$$

$$E_y = \sqrt{E_{yv-b}^2 + E_{yo}^2 + V_p^2} \quad (5.14.)$$

Средишне грешке E_x и E_y карактеришу растурање падних тачака из једног од оруђа из састава вода батерија са елементима за извођење групног гађања, који су одређени на један од постојећих начина одређивања елемената за групно гађање.

Посматрајући изразе за срачунавање средишних грешака по даљини E_x и по правцу E_y уочавају се две групе грешака :

- Прва група: грешке у припреми елемената за групно гађање које се чине за вод-батерију у целини и грешке за свако оруђе посебно. Њиховим сабирањем се добију средишне грешке припреме елемената:

$$E_{xs} = \sqrt{E_{xv-b}^2 + E_{xo}^2} \quad (5.15.)$$

$$E_{ys} = \sqrt{E_{yv-b}^2 + E_{yo}^2} \quad (5.16.)$$

- Друга група : грешке растурања сваког оруђа V_d , V_p .

Коначни образац за средишне грешке при извршењу групног гађања водом-батеријом могу се сада написати у облику¹³⁵:

$$E_x = \sqrt{E_{xs}^2 + V_d^2} \quad (5.17.)$$

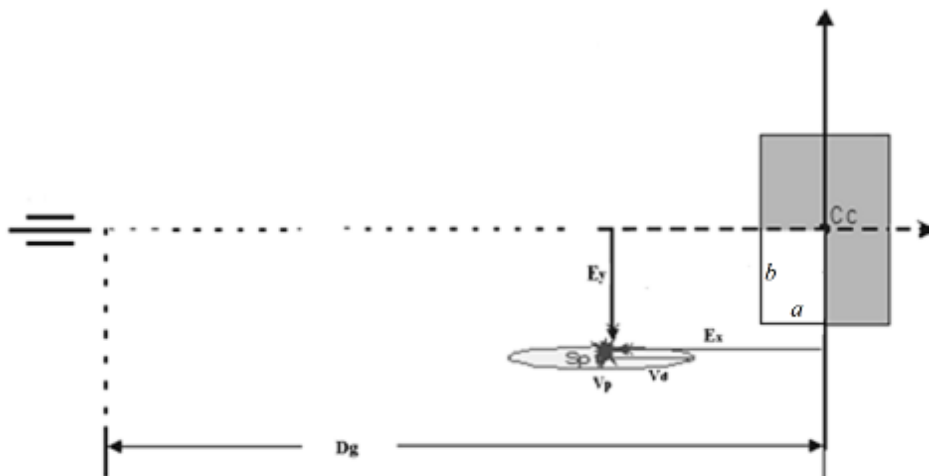
$$E_y = \sqrt{E_{ys}^2 + V_p^2} \quad (5.18.)$$

Након припреме почетних елемената посредног гађања као почетне фазе гађања се за најкраће време обезбеђују што тачнији елементи за групно гађање.

1.6. Вероватноћа погађања циља

¹³⁵Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр429 .

При паду првог пројектила, у групном гађању након извршене потпуне припреме почетних елемената за гађање, добија се погодак који одступају од центра циља за величину сумарних средишњих грешака потпуне припреме E_x и E_y (слика 29).



Слика 29: Сумарна грешка потпуне припреме почетних елемената за гађање када се користе GPS средстава у ТПП припреми

Величине средишних грешака по даљини V_d и по правцу V_p су случајне грешке које подлежу нормалном закону грешака, докле бројиоци под функцијом Φ представљају ближу и даљу удаљеност циља по појасевима од средњег погодка односно E_x и E_y . Нормални закон којим се одређује вероватноћа налажења циља по даљини и правцу^{136 137}, гласи :

$$V = \frac{1}{4} \left(\Phi\left(\frac{E_x + a}{V_d}\right) - \Phi\left(\frac{E_x - a}{V_d}\right) \right) \times \left(\Phi\left(\frac{E_y + b}{V_p}\right) - \Phi\left(\frac{E_y - b}{V_p}\right) \right) \quad (5.19)$$

Крива овог закона, чија ордината даје бројну вредност вероватноће налажења циља по даљини или по правцу за произвољно изабрану апцису x , назива се још и крива могућег положаја циља или крива простирања циља.

¹³⁶Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр364 . Изворна литература у којој се користи образац за израчунавање вероватноће погађања циља након коректуре.

¹³⁷Кокел, Т. Утицај тачности припреме почетних елемената посредног гађања на прецизност артиљеријске ватре, магистарски рад, 2004, Војна академија, стр 101. Употребљен је образац за израчунавање вероватноће погађања циља при потпуној припреми почетних елемената када се изоставља коректура.

1.7. Утицај тачности припреме почетних елемената на величине границе зона сигурности

Зона сигурности (у даљем тексту ZnS)¹³⁸ је дефинисана (у зависности да ли су сопствене снаге постављене фронтално или бочно у односу на правац гађања) као безбедно удаљење властитих јединица од најближе ивице циља који се гађа, одређена после завршетка припреме, а пре првог опаљења за потребе коректуре или групног гађања.

Бројне вредности границе зона сигурности израчунавају се по формулама¹³⁹:

1) када су властите јединице у заклонима или тенковима (ОТ);

а) сопствене снаге постављене фронтално у односу на правац гађања:

$$ZnS = 4 \cdot \sqrt{E_x^2 + Vdj^2} \quad (5.20.)$$

б) сопствене снаге постављене бочно у односу на правац гађања:

$$ZnS = 4 \cdot \sqrt{E_y^2 + Vpj^2} \quad (5.21.)$$

2) када су властите јединице ван заклона (у аутомобилима);

а) сопствене снаге постављене фронтално у односу на правац гађања:

$$ZnS = 4 \cdot \sqrt{E_x^2 + Vdj^2} + Iub \quad (5.22.)$$

б) сопствене снаге постављене бочно у односу на правац гађања:

$$ZnS = 4 \cdot \sqrt{E_y^2 + Vpj^2} + Iub \quad (5.23.)$$

где је:

- ZnS зона сигурности,
- 4 коефицијент границе појаве грешака у артиљеријској пракси, због задовољавајуће тачности, узима да су границе појаве грешака $\pm 4E$;
- E_x средња вероватна грешка по даљини припреме почетних елемената,
- E_y средња вероватна грешка по правцу припреме почетних елемената,

¹³⁸Објашњење уз артиљеријско правило гађања, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, ВИНЦ, Београд 1991.

¹³⁹Кокел, Т. Збирка решених задатака из теорије артиљеријског гађања, ГШ ВЈ, Сектор КоВ УА-225 ВИЗ Београд 1999.

- V_{dj} средње вероватно скретање по даљини; индекс j означава средње вероватно скретање јединице и једнако је вероватном скретању из таблица гађања ($V_{dj}=V_d$) само када се ватрени задатак извршава оруђем:

- $V_{dj} \approx 0,5\% D_g$ (начелно),
 - $V_{dj} = 1,25-1,6 V_d$ за батерију,
 - $V_{dj} = 1,8-2,25 V_d$ за дивизион,

- V_{rj} средње вероватно скретање по правцу; индекс j означава средње вероватно скретање јединице и једнако је вероватном скретању из таблица гађања ($V_{rj}=V_r$) само када се ватрени задатак извршава оруђем:

- $V_r \approx 0,5\% D_g$ (начелно),
 - $V_r = 1,25-1,6 V_r$ за батерију,
 - $V_r = 1,8-2,25 V_r$ за дивизион,

- I_{ub} - убојни интервал на којем су парчад пројектила још увек опасна по живу силу ван заклона и у возилима зависи од калибра оруђа са којим се извиди групно гађање и угла који заклапа путања са распоредом властитих јединица и различит је за сваки калибар.

Удаљење границе зона сигурности, од центра најближе слике растурања, различито је на различитим даљинама гађања, а одређују га следећи чиниоци: 1) начин припреме почетних елемената, односно њена тачност изражена кроз средње вероватне грешке (E_x -по даљини и E_y -по правцу) начина припреме p/e ; 2) средња вероватна скретања (V_{dj} - по даљини и V_{rj} - по правцу); 3) даљина лета убојних парчади пројектила (I_{ub}); 4) степен заклоњености сопствених снага.

2. ОПТИМИЗАЦИЈА УТРОШКА ПРОЈЕКТИЛА

Утрошак муниције за неутралисање циља у одређеном степену зависи од тачности одређивања елемената за групно гађање. Са повећањем тачности одређивања елемената за групно гађање, смањује се утрошак муниције. Површина циља такође утиче на утрошак муниције, јер E_x и E_y зависе од фронта и дубине циља. Са повећањем површине циља смањује се утрошак муниције. Утрошак муниције зависи од даљине гађања јер са повећањем даљине повећавају се вредности E_x и E_y . Са повећавањем ефекта неутралисања повећава се утрошак муниције услед већег прираста. У

досадашњој анализи истакнут је утицај даљине гађања на утрошак пројектила и посебно је изражен код артиљеријске подршке.¹⁴⁰

Често је тешко одредити степен инжињеријског уређења ватреног положаја непријатељске батерије и других артиљеријских циљева. Сада се оправдано поставља питање: Који су то артиљеријски циљеви у заклонима а који су ван заклона? Одговор се може дедуковати из претходних излагања. Дакле, у зависности од врсте припреме тј. да ли се постиже изненађење или не, кад се групно гађа без коректуре, циљеве можемо окарактерисати као да су ван заклона или ако постоји коректура пре групног гађања, онда су циљеви у заклону. Утрошак муниције зависи од врсте и степена отпорности циља... ово значи да је обезбеђење истог степена неутралисања живе силе у заклону потребно 10 пута више муниције калибра 122мм него што је потребно за неутралисање живе силе ван заклона.¹⁴¹

Ефекат артиљеријске ватре зависи од: врсте, квалитета и количине утрошених пројектила; брзине и тачности извршења гађања; степена постигнутог изненађења; врсте и отпорности артиљеријског циља; броја и квалитета ангажованих артиљеријских оруђа и других услова. Количина пројектила одређује се према добијеном ватреном задатку, врсти и (или) површини циља, начину одређивања елемената за почетак групног гађања, даљини гађања и нормама утрошка пројектила. Норме утрошка пројектила за циљ¹⁴² израчунавају се по обрасцу:

$$U_p = N \cdot k_p \cdot k_{dg} \cdot k_{pr} \cdot k_{vgu} \cdot P_c \quad (5.24.)$$

где је:

U_p - утрошак пројектила;

N - таблична норма утрошка пројектила (прилог 4);

k_p - прелазни коефицијент у зависности од жељеног ефекта неутралисања;

k_{dg} - коефицијент даљине гађања¹⁴³;

¹⁴⁰Ђорђевић, Б.: Ефекти артиљеријске ватре, Нови гласник, 3-4/1993, стр. 63.

¹⁴¹Ђорђевић, Б.: Ефекти артиљеријске ватре, Нови гласник, 3-4/1993, стр. 63.

¹⁴²Кокел, Т. Збирка решених задатака из теорије артиљеријског гађања, ГШ ВЈ, Сектор КоВ УА-225 ВИС Београд 1999.

¹⁴³При повећању даљине гађања, повећавају се величине растурања (V_d и V_p), а самим тим и величина средишних грешака припреме почетних елемената за гађање (E_x и E_y). По артиљеријском правилу гађања, просечни утрошак муниције (при $E_p = 25\%$) повећава за даљине гађања преко 10 км по 20% на сваки километар повећања даљине, што се може приказати обрасцем:

$$N_{D_g > 10} = N \cdot 0,2 \cdot (D_g - 10) + N$$

где је:

$N_{D_g > 10}$ - утрошак артиљеријске муниције за даљину гађања већу од 10 км

N_t - таблични утрошак муниције

k_{pr} - коефицијент припреме почетних елемената;

k_{vgu} - коефицијент врсте гађања и упаљача;

P_c - површина циља у хектарима.

У циљу поједностављења прорачуна и приказа утицаја тачности на вероватноћу погађања циља, исти ће бити изражен кроз бројне вредности математичког очекивања броја погодака. Математичко очекивање броја погодака¹⁴⁴ при истој вероватноћи погађања, израчунава се по обрасцу :

$$MO = U_p \times V \quad (5.25.)$$

где је:

MO - математичко очекивање броја погодака;

U_p - број испалених пројектила ;

V - вероватноћа погађања.

Математичког очекивања броја погодака у циљ, при потпуној припреми применом GPS за одређивање б/р, где је средњи погодак померен по даљини за E_x и по правцу за E_y у односу на центар циља.

$$MO_1 = U_p \times V_1 \quad (5.26.)$$

Математичког очекивања броја погодака у циљ, при скраћеној припреми, где је средњи погодак померен по даљини за R_x и по правцу за R_y у односу на центар циља.

$$MO_2 = U_p \times V_2 \quad (5.27.)$$

Ако се претходне вредности уврсте у израз, добија се математичко очекивање броја погодака за оруђе :

$$MO = N \cdot k_p \cdot k_{dg} \cdot k_{pr} \cdot k_{vgu} \cdot P_c \cdot \frac{1}{4} \left(\Phi\left(\frac{E_x + a}{V_d}\right) - \Phi\left(\frac{E_x - a}{V_d}\right) \right) \times \left(\Phi\left(\frac{E_y + b}{V_p}\right) - \Phi\left(\frac{E_y - b}{V_p}\right) \right) \quad (5.28.)$$

Потребно је израчунати утрошак пројектила за групно гађање и математичко очекивање броја погодака, ако су почетни елементи одређени:

- методом потпуне припреме са формацијским средствима
- методом потпуне припреме са GPS-ом

За добијање уштеде пројектила по врстама циљева, користе се прорачунате вероватноће погађања циља када се користе формацијска средства и када се користе

D_g - даљина гађања

¹⁴⁴ Живанов, Ж. Теорија гађања, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, СНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, страна 382.

GPS средства у припреми тако да математичко очекивање броја погодака у циљу остане исто.

$$MO_1 = MO_2 \quad (5.29.)$$

$$V_1 \cdot U_{p1} = V_2 \cdot U_{p2} \quad (5.30.)$$

$$U_{p2} = U_{p1} \frac{V_1}{V_2} \quad (5.31.)$$

$$\Delta U_p = U_{p1} - U_{p2} \quad (5.32.)$$

Ако уврстимо образац (5.31.) у формулу (5.32.) добићемо¹⁴⁵ :

$$\Delta U_p = U_{p1} \cdot \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) \quad (5.33.)$$

где је:

- ΔU_p - уштеда пројектила по циљу
- $1 - \frac{V_1}{V_2}$ - стопа уштеде пројектила по циљу

3. ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ

Ватрене могућности артиљерије за подршку у операцијама представљају њену потенцијалну способност за неутралисање, уништење, рушење и ометање непријатеља. Остварују се ватреним ударима, ударима брзе паљбе и ватреним ометањем. Неутралисањем се онемогућава ватрено дејство непријатеља за одређено време и наносе му се губици у живој сили и борбеним средствима 25%. Одређивање потребне количине муниције је основ за изналагање ватрених могућности артиљерије за ватрену подршку, а условљен је: бројем и врстом циљева који треба да се неутралишу; површином циљева за неутралисање у хектарима; расположивим бројем и врстом артиљеријских оруђа у саставу јединице; утрошком муниције на један хектар површине одређеног циља са ефектом неутралисања 25%; даљином гађања; врстом гађања и методом припреме почетних елемената.

Након добијања вредности утрошка пројектила када се користи и када се не користи GPS, исте вредности се изражавају у броју борбених комплекта по циљу.

¹⁴⁵ Пројовић, Д., Петровић, А., Јовановић, М.: *Оптимизација трошкова артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система*, међународна конференција на Војној академији, ЕКОП-АН 2014, стр. 176.

Укупни утрошак пројектила за све циљеве у операцији изражена у б/к се добија по обрасцу:

$$P_{b/k} = \sum_{i=1}^n (U_p)_i \quad (5.34.)$$

где је :

U_p – утрошак пројектила по циљу изражен у б/к

n - број циљева које артиљерија за подршку неутралише

Ватрене могућности артиљеријских јединица за подршку изражене у % се израчунавају¹⁴⁶ :

$$V_m = \frac{O_{b/k} \cdot 100}{P_{b/k}} \quad (5.35.)$$

где је :

$O_{b/k}$ - број одобрених борбених комплекта у операцији

$P_{b/k}$ - укупни утрошак пројектила за све циљеве у операцији изражена у б/к

Ватрене могућности артиљеријских јединица за подршку у операцијама могу се вредновати као: задовољавајуће, делимично задовољавајуће и незадовољавајуће. Задовољавајуће (З) ватрене могућности представљају способност у нападној или одбрамбеној операцији да неутралишу од 50% до 100% појављених циљева. Делимично задовољавајуће (ДЗ) ватрене могућности представљају способност у нападној или одбрамбеној операцији да неутралишу 30% до 50% појављених циљева. Незадовољавајуће ватрене могућности представљају способност у нападној или одбрамбеној операцији да неутралишу од 0% до 30% појављених циљева.¹⁴⁷

¹⁴⁶Борбене могућности механизоване бригаде у одбрани и у нападу, студија, Београд 1987, стр. 176.

¹⁴⁷ Исто, стр. 52.

III ДЕО

НИВО ОПТИМИЗАЦИЈЕ АРТИЉЕРИЈСКЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У НАПАДНОЈ И ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

Спектар могућности испољавања утицаја на смањење утрошка пројектила је широк. У раду је разматрано како на ефикасност артиљеријске ватрене подршке утиче употреба савременог средства у припремном делу операције. Да би се доказао утицај на ефикасност употребљава се вероватна грешка GPS-а а она се пројектује на ефикасност при групном гађању неосматраних циљева. Неосматрани циљеви у овом случају рејони циљева се гађају елементима за гађање потпуне припреме. При групном гађању неосматраних циљева у операцијама извршилац гађања нема могућност да у току гађања одређује одступања погодака и на тај начин повећава тачност гађања него се испалјује потребна количина пројектила за ефекат неутралисања. На утрошак пројектила при гађању површинских циљева, поред грешке припреме почетних елемената, утичу и димензије рејона циљева. Без обзира на димензије рејона циља и броја оруђа које учествују у извршењу ватреног задатка треба тежити што тачнијем одређивању почетних елемената за гађање при чему је грешка припреме почетних елемената мања од 2Vd.^{148 149}

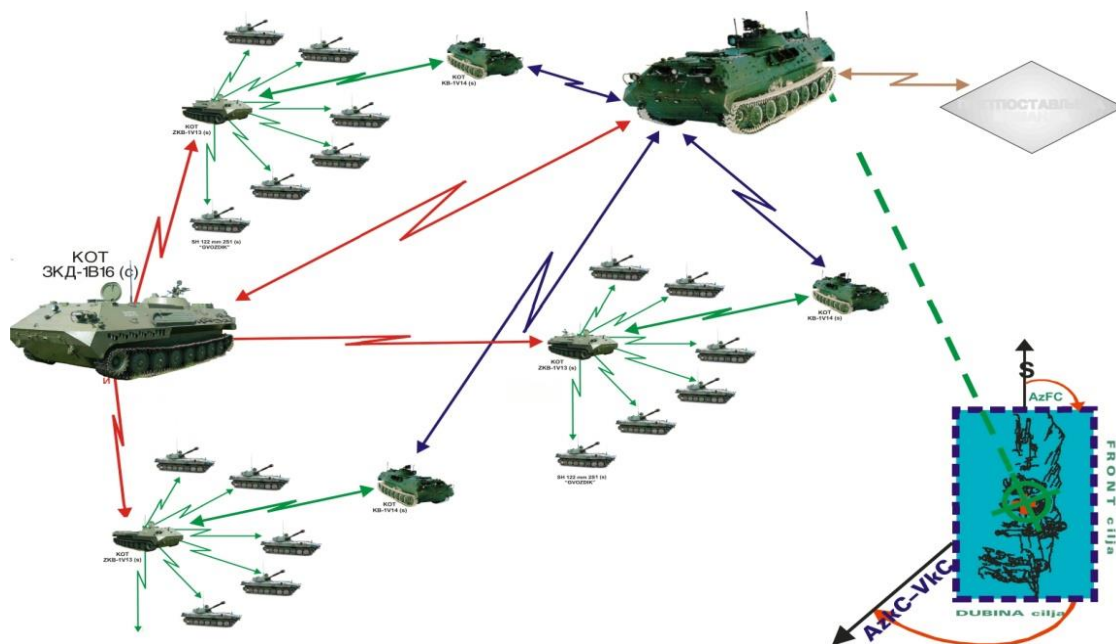
У оперативним моделима нападне операције „Текериш“ и одбрамбене операције „Колубара“, који су представљени у прилозима 1 и 2, образује се бригадна ракетна група БрРГ и бригадна артиљеријска група БрАГ које су намењене да пруже артиљеријску ватрену подршку на главном и помоћном правцу напада. Дивизион ЛРСВ

¹⁴⁸ Ковач, М.: *Метод одређивања ефикасности артиљеријских и ракетних јединица за подршку* – студија, 1998, стр. 195.

¹⁴⁹ Живанов, Ж. *Теорија гађања*, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, Београд, 1979, стр 427.

128мм М77 образује БрРГ, докле самоходни хаубички артиљеријски дивизион 122мм 2с1 образује БрАГ. Групно гађање, дивизиони, извршавају остварењем правовремених, изненадних и ефикасних ватри.

Самоходни хаубички артиљеријски дивизион 122 мм 2С1 за ватрену подршку је основна модуларна артиљеријска јединица. Састоји се из: 1) команде; 2) командне батерије; 3) три ватрене батерије (слика 30). Борбени комплет самоходне хаубице 122 мм



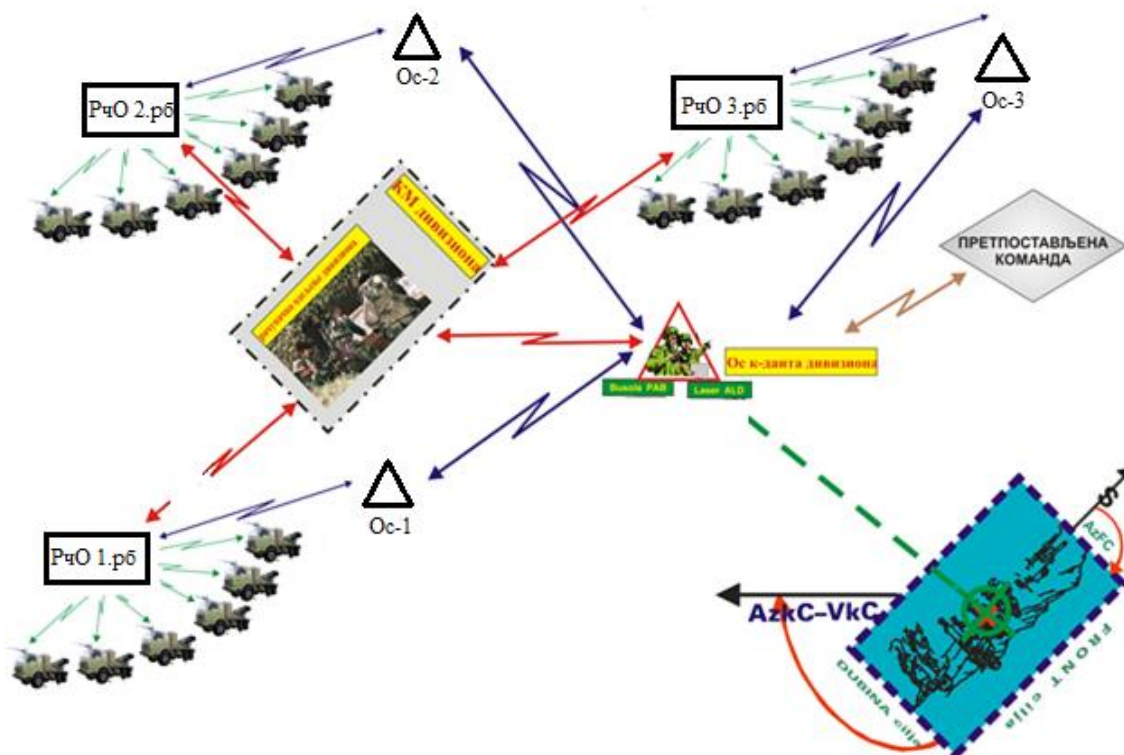
Слика 30: Процес управљања и руковања ватром ссад-а 122 мм2С1

2С1 чине меци са тренутно-фугасним гранатама и кумулативним зрнима са пуним и смањено-промењивим пуњењима број 1, 2, 3 и 4. Борбени комплет (у даљем тексту б/к) муниције за једну хаубицу састоји се од 35 метака са тренутно-фугасном гранатом и 5 метака са кумулативним зрном. Дивизион задатке извршава остварујући: 1) концентрације ватри; 2) поступне концентрације ватри; 3) непокретне запречне ватре; 4) покретне запречне ватре; 5) ватрени талас. Начин остваривања ватре који дивизион користи је ватрени удар.¹⁵⁰

Дивизион лансер ракета самоходних вишецевних 128 мм М77 представља основну ватрену јединицу артиљерије, која је окосница и носилац артиљеријско ракетних дејстава и противартиљеријско ракетних дејстава. Елементи борбеног

¹⁵⁰ Ватрени удар је изненадно, снажно и краткотрајно дејство брзом паљбом са утрошком муниције према режиму паљбе.

распореда (у даљем тексту б/р) вода, батерије (дивизиона) су исти као и код класичне артиљерије. Отварање ватре се врши са ватрених положаја, при чему се значајан део активности везаних за припрему за отварање ватре обавља на очекујућем положају, што омогућује брзу припрему, изненадно и снажно отварање ватре и напуштање ватреног положаја у кратком року. Начелни борбени распоред дивизиона ЛРСВ приказан је на слици 31.



Слика 31: Начелни борбени распоред дивизиона ЛРСВ

Борбени комплет за оруђе са састоји из 64 тренутно фугасне ракете, два пуњења по 32 ракете. Једна половина се налази у лансеру оруђа, а друга половина ракета је у пуњачу. Са једног ВП остварује се један ватрени удар, гађа се 1-2 циља са предвиђеним утрошком муниције, а затим се јединица склања на други ВП и припрема за извршење наредног ватреног задатка. Планираним артиљеријским ватрама се благовремено обезбеђује што брже и тачно извршавање ватрених задатака. Дивизион ЛРСВ је све време у току операције активан и ангажује се на оним правцима на којима је постигнут највећи успех односно на правцима на којима су наступили кризни моменти које треба отклонити брзом интервенцијом.¹⁵¹

¹⁵¹ Катедра артиљерије, *Артиљерија, тактичко оперативна употреба*, ГШ ЈНА УА, Београд, 1976, стр. 231.

Ватре се планирају по откривеним циљевима или по вероватним местима распореда, односно наиласка снага непријатеља и по истакнутим тачкама на земљишту. Ватре се још планирају по фазама борбе, најдетаљније и највећи број у захвату тежишних праваца напада и по положајима на којима се даје одлучујући отпор. Посебна пажња се обраћа на ватре у артиљеријској припреми, подршци, увођења у борбу другог ешалона, одбијању противнапада и вероватним рејонима спуштања ваздушног десанта.

Урачунавањем вредности параметара који репрезентују услове борбене ситуације, добија се утрошак пројектила а након тога и ватрене могућности БрРГ и БрАГ . Ватрене могућности треба да што објективније искажу стварну или потенцијалну могућност извршавања наменских задатака.

1. УТИЦАЈ РЕЛАТИВНОГ ПОЗИЦИОНИРАЊА НА ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ У НАПАДНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

У оптимизацији артиљеријске ватрене подршке у операцијама се одређују две групе услова који ближе дефинишу стварне услове операције а битне су за ватрене могућности. Прва група услова се односи на тактичку претпоставку у операцији и сваки услов односно коефицијент утиче сразмерно на утрошак пројектила и њихов заједнички утицај представља коефицијент услова гађања K_{ug} . Друга група услова дефинише техничке карактеристике оруђа и средстава које се користе да би се оруђу припремили елементи за гађање. Ове карактеристике се дефинишу кроз вероватне грешке, а њихов заједнички утицај се изражава као сумарна средња вероватна грешка припреме почетних елемената за гађање. За одређивање утицаја релативног позиционирања ватрене могућности артиљерије за подршку, полази се од прорачуна величина независних извора грешака и сумарне средишне грешке потпуне припреме почетних елемената за следеће услове гађања циљева у нападној операцији:

1. Ангажоване јединице:

- Дивизион ЛРСВ 128мм који чини БрРГ-17 састава 18 оруђа, посредно гађање изводи се доњом групом углова (ДГУ).
- Артиљеријски дивизион. ссад-а 122мм 2S1 који чини БрАГ-17, састава 18 оруђа, посредно гађање изводи се доњом групом углова (ДГУ).

2. Ватрени положај (ВП):

- Место ватреног положаја одређено је:
 - помоћу *GPS*-а односно релативним позиционирањем .
 - по карти 1:25000.
- Висина ватреног положаја (*zVP*) одређена је са топографске карте размере 1:25000 а нагиб земљишта у рејону ватреног положаја *nzVP* је 15 степени;
- Провера оријентисаности оруђа извршена је помоћу:
 - бусоле са магнетном иглом.
 - одређивањем угломера за нишанску тачку где је нишанска тачка база релативног позиционирања.

3. Муниција:

- дводелни метак са тренутно-фугасним пројектилом 122мм OF 462 и упаљачем UTIUM72.
- Тренутно-фугасна ракета 128мм M77 са упаљачем UTI UM72.

4. Циљ:

- висина циља (*zC*) одређена је са топографске карте размере 1:25000 а нагиб земљишта у рејону циља *nzC* је 6 степени.
- Прорачун за утрошак пројектила U_{p1}

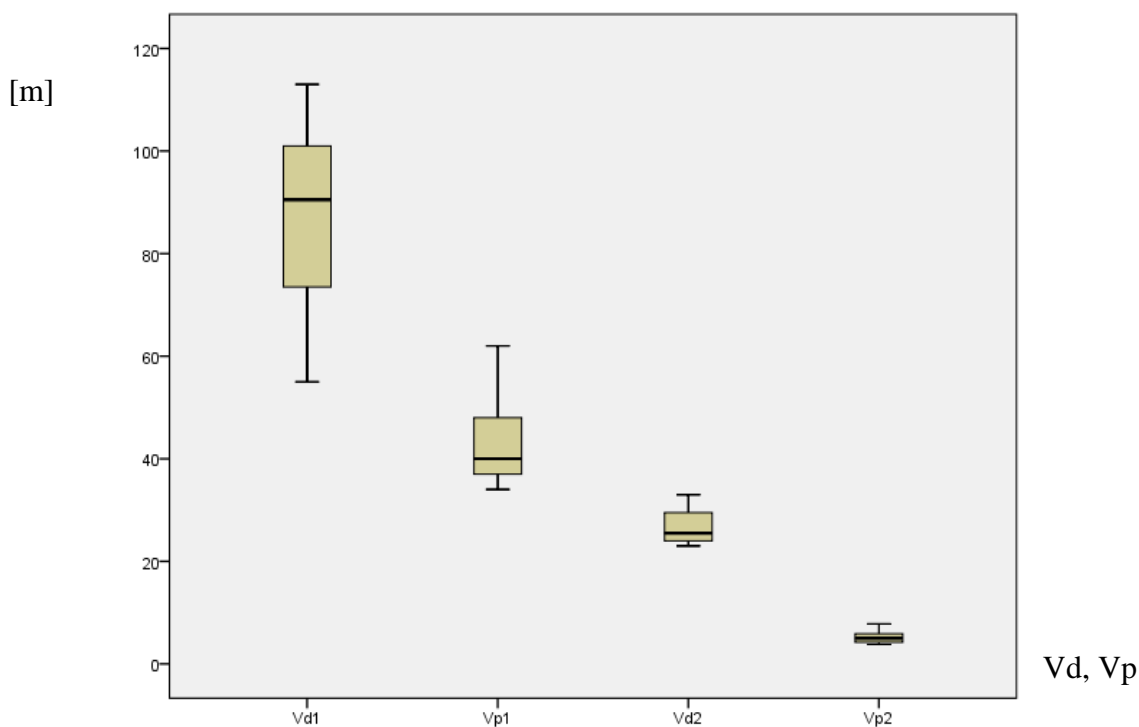
5. Метео-балистички услови гађања:

- Метеоролошки услови гађања добијени су на основу метео билтена метео средњи са артиљеријске метеоролошке станице (АМС).
- Балистички услови гађања одређени су на основу мерења:
 - одступања почетне брзине пројектила за свако оруђе у батерији. Иста су измерена радаром за мерење почетне брзине пројектила и уписана у техничке књижице оруђа.
 - температура барутног пуњења $t^{\circ}b=+15^{\circ}C$.
 - пројектил облика, масе и тежишта нормалног.

6. Обрада података:

- Рачуначко одељење обраду података врши коришћењем калкулатора опште намене уз попуњавање прописаних образаца АПГ.

На основу претходно дефинисаних услова и према прилогу 1, извучене су вредности вероватних одступања по правцу и по даљини¹⁵² за сваки планирани рејон циља који се гађа. Вредности се значајно разликују у зависности од врсте ангажованих јединица, што се види на слици 32. Код БрРГ опсег одступања за Vd се креће од 55м до 113м, а код БрАГ од 23м до 33м, при чему је аритметичка средина вероватног одступања по даљини већа 3,3 пута код ЛРСВ него код сх 2С1 што ће се одразити на ниво оптимизације.



		N	Минимална вред.	Максимална вред.	Аритмет. средина	Стандардна девијација
БрРГ	Vd1	11	55.00	113.00	87.3636	19.19517
	Vp1	11	34.00	62.00	42.9091	8.56101
БрАГ	Vd2	8	23.00	33.00	26.7500	3.53553
	Vp2	8	3.80	7.80	5.2250	1.35515

Слика 32: Упоредни приказ статистичких вредности Vd и Vp за БрРГ и БрАГ¹⁵³

Према условима у операцији израчунате су величине независних извора грешака и сумарне средишне грешке¹⁵⁴ потпуне припреме почетних елемената за гађање

¹⁵² Вредности Vd и Vp су узете из таблица гађања са ЛРСВ 128мм и сх 122м 2с1.

¹⁵³ Правоугаони дијаграм (енг. boxplot) представља дескриптивну статистику променљиве по следећем: 1) вертикални правоугаоник представља опсег у којем се налази боља половина вредности променљиве; 2) хоризонтална линија у средини правоугаоника означава аритметичку средину или медијану променљиве у зависности од врсте расподеле; 3) крајња горња и доња хоризонтална црта означавају максималне и минималне вредности променљиве које су прихватљиве.

планираних циљева у операцији „Текериш“, по обрасцима (5.8) и (5.9). У колонама 9 и 10 су дате вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме када се не користи релативно позиционирање, а у колонама 11 и 12 су дате вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме када се користи релативно позиционирање у геотопографском обезбеђењу операције.¹⁵⁵

Табела 7: Прорачун вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме БрРГ-17

Гађа	Бр.циља	a^{156}	b	DtC^{157}	Pe^{158}	Vd	Vp	Без GPS-а		Са GPS-ом	
								Exp	Eyp	Exp	Eyp
БрАГ-17	КВ-1233	100	150	7800	4к	101	37	79.32	74.3	48.85	37.02
	КВ-1234	100	150	7210	4к	113	34	79.22	72.91	48.68	34.67
	КВ-1235	100	150	8270	4к	94	39	79.63	75.46	49.35	38.92
	КВ-1236	100	150	10322	4к	65	52	83.43	81.99	55.26	48.88
	КВ-1239	100	150	7860	4к	101	37	79.32	74.3	48.85	37.02
	КВ-1240	100	150	8578	4к	87	41	80.18	76.25	50.22	40.16
	КВ-1241	100	150	9002	4к	82	44	80.76	77.71	51.14	42.54
	КВ-1242	100	150	11803	4к	55	62	86.91	88.39	60.39	57.87
	КВ-1245	100	150	7068	4к	113	34	79.22	72.91	48.68	34.67
	КВ-1246	100	150	8800	4к	81	43	80.37	76.83	50.52	41.07
	КВ-1247	100	150	9911	4к	69	49	82.31	80.29	53.57	46.35

У артиљеријској ватреној подршци нападне операције „Текериш“ грешке потпуне припреме по циљевима су изражене у Vd (слика 33). Од 11 рејона циљева који су планирани за гађање БрРГ, при потпуној припреми када се не користи GPS, за свих 11 рејона је $Exp < 2Vd$ при чему је средња вредност $Exp = 0.98Vd$, при оптимизацији за све рејоне циљева грешке потпуне припреме су мање од $2Vd$ и средња вредност је $Exp = 0.63Vd$ на основу чега су у потпуности испуњени захтеви граница грешака потпуне припреме.

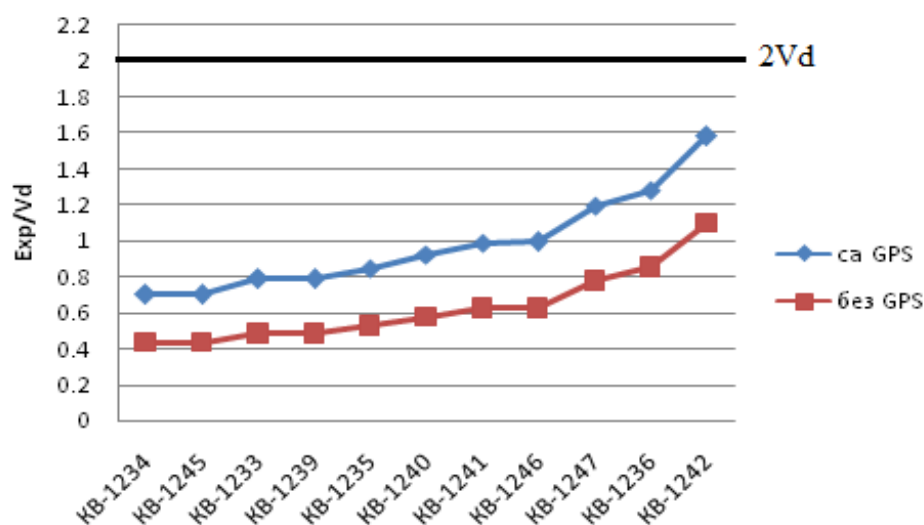
¹⁵⁴ За прорачун вредности независних извора грешака и сумарне средишне грешке потпуне припреме коришћен је програм ГППЕ, прорачун за све циљеве је дат апликативно у прилогу 44 од слике 22 до слике 66. Програм се користи због обимности рачуна.

¹⁵⁵ У табели осенчене колоне представљају тражену вредност а неосенчене колоне су улазне вредности за њихов прорачун.

¹⁵⁶ Колоне 4. и 5. представљају половине странице планираних концентричних ватри.

¹⁵⁷ Колона 6. је топографска даљина до циља.

¹⁵⁸ Пуњење је одређено према таблицама гађања за сх 122мм 2с1 и СВЛР 128мм.



Слика 33: Грешаке потпуне припреме по планираним рејонима циљева за БрПГ

Од девет рејона циљева који су планирани за гађање БрАГ (табела 8), при потпуној припреми када се не користи GPS¹⁵⁹, $Exp > 2Vd$ при чему је средња вредност $Exp = 3.02Vd$ чиме нису испуњени захтеви граница грешака потпуне припреме.

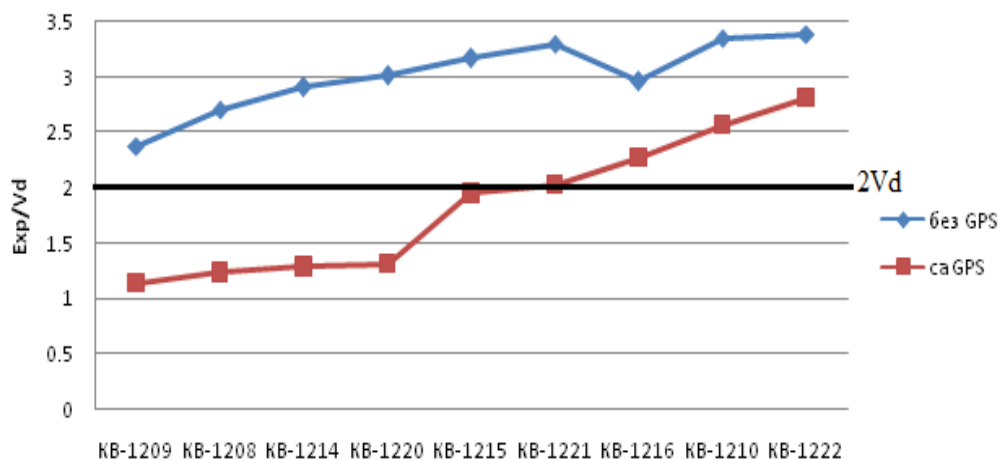
Табела 8: Прорачун вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме БрАГ-17

Гађа	бр.циља	a	b	DtC	Пе	Vd	Vp	Без GPS-а		Са GPS-ом	
								Exp	Eyp	Exp	Eyp
БрАГ-17	KB-1208	50	150	4609	4.	26	4.4	70.25	65.13	32.08	15.83
	KB-1209	75	150	5162	4.	30	5.2	71.27	65.42	34.26	16.37
	KB-1210	50	200	9762	1.	29	6.6	97.15	72.8	74.38	31.83
	KB-1214	50	150	4150	4.	24	4.0	69.72	64.95	30.9	15.61
	KB-1215	50	150	6480	3.	25	5.1	79.27	66.42	48.77	18.33
	KB-1216	50	150	9314	2.	33	7.8	97.64	71.44	75.02	29.18
	KB-1220	50	100	4009	4.	23	3.8	69.31	64.91	30.1	15.59
	KB-1221	50	150	6430	3.	24	4.9	79.27	66.42	48.77	18.33
	KB-1222	50	150	12106	сма	33	7.3	111.75	79.6	92.64	42.95

При оптимизацији, за 5 рејона циљева грешке потпуне припреме су мање од $2Vd$ и средња вредност је $Exp = 1.84Vd$ (слика 34). У овом случају вредности Vp и Vd , које

¹⁵⁹У топографско-геодетској припреми се није користио GPS, већ се радило по карти што је одлика скраћене припреме, али сумарна грешка у овом случају је далеко ближа горњој граници потпуне припреме од $2Vd$ него горњој граници скраћене припреме од $8Vd$.

обрнуто сразмерно утичу на вероватноћу погађања, су вишеструко ниже у односу на БрРГ-17 (слика 32). На основу претходног изнетог и након оптимизације се види да су грешке потпуне припреме прихватљиве.



Слика 34: Грешке потпуне припреме по планираним рејонима циљева за БрАГ

Следећи корак је прорачун сумарне грешке опаљивања из једног оруђа ¹⁶⁰ што је приказано у табели 9 и 10.

Табела 9: Прорачун вредности сумарне грешке опаљивања из једног оруђа БрРГ-17

Гађа	бр.циља	Без GPS-а		Са GPS-ом		Без GPS-а		Са GPS-ом	
		Exp	Eyp	Exp	Eyp	Ex	Ey	Ex	Ey
БрРГ-17	KB-1233	79.32	74.3	48.85	37.02	128.42	83.00	112.19	52.34

¹⁶⁰Пример прорачуна за KB-1233:

- Бројне вредности сумарних средишних грешака потпуне припреме почетних елемената су:
Exp=48,85m i Eyp=37.02m
- Сумарне средишне грешке опаљивања из једног оруђа:
 - по даљини: $Ex = \sqrt{Exp^2 + Vd^2} = \sqrt{48,85^2 + 101^2} = 112,19m$
 - по правцу: $Ey = \sqrt{Eyp^2 + Vp^2} = \sqrt{37.02^2 + 37^2} = 52,34m$

	KB-1234	79.22	72.91	48.68	34.67	138.00	80.45	123.04	48.56
	KB-1235	79.63	75.46	49.35	38.92	123.19	84.94	106.17	55.10
	KB-1236	83.43	81.99	55.26	48.88	105.76	97.09	85.32	71.37
	KB-1239	79.32	74.3	48.85	37.02	128.42	83.00	112.19	52.34
	KB-1240	80.18	76.25	50.22	40.16	118.31	86.57	100.45	57.39
	KB-1241	80.76	77.71	51.14	42.54	115.09	89.30	96.64	61.20
	KB-1242	86.91	88.39	60.39	57.87	102.85	107.97	81.68	84.81
	KB-1245	79.22	72.91	48.68	34.67	138.00	80.45	123.04	48.56
	KB-1246	80.37	76.83	50.52	41.07	114.11	88.04	95.46	59.46
	KB-1247	82.31	80.29	53.57	46.35	107.41	94.06	87.35	67.45

У колонама 9 и 10 су дате вредности сумарне средишне грешке опаљивања из једног оруђа када се не користи релативно позиционирање а у колонама 11 и 12 су дате вредности сумарне средишне грешке опаљивања из једног оруђа када се користи релативно позиционирање у геотопографском обезбеђењу операције.

Табела 10: Прорачун вредности сумарне грешке опаљивања из једног оруђа БрАГ-17

Гађа	бр.цигља	Без GPS-а		Са GPS-ом		Без GPS-а		Са GPS-ом	
		Exp	Eyp	Exp	Eyp	Ex	Ey	Ex	Ey
БрАГ-17	KB-1208	70.25	65.13	32.08	15.83	74.91	65.28	41.29	16.43
	KB-1209	71.27	65.42	34.26	16.37	77.33	65.63	45.54	17.18
	KB-1210	97.15	72.8	74.38	31.83	101.39	73.10	79.83	32.51
	KB-1214	69.72	64.95	30.9	15.61	73.74	65.07	39.13	16.11
	KB-1215	79.27	66.42	48.77	18.33	83.12	66.62	54.80	19.03
	KB-1216	97.64	71.44	75.02	29.18	103.07	71.86	81.96	30.20
	KB-1220	69.31	64.91	30.1	15.59	73.03	65.02	37.88	16.05
	KB-1221	79.27	66.42	48.77	18.33	82.82	66.60	54.36	18.97
	KB-1222	111.75	79.6	92.64	42.95	116.52	79.93	98.34	43.57

Разлика у вредностима сумарних средишних грешака опаљивања из једног оруђа, када се користи и када се не користи GPS, представља улазне вредности за израчунавање и различите вероватноће погађања циљева према обрасцу (5.19).¹⁶¹

¹⁶¹ Прорачун одређивања вероватноће погађања циља односно планиране KB-1233:

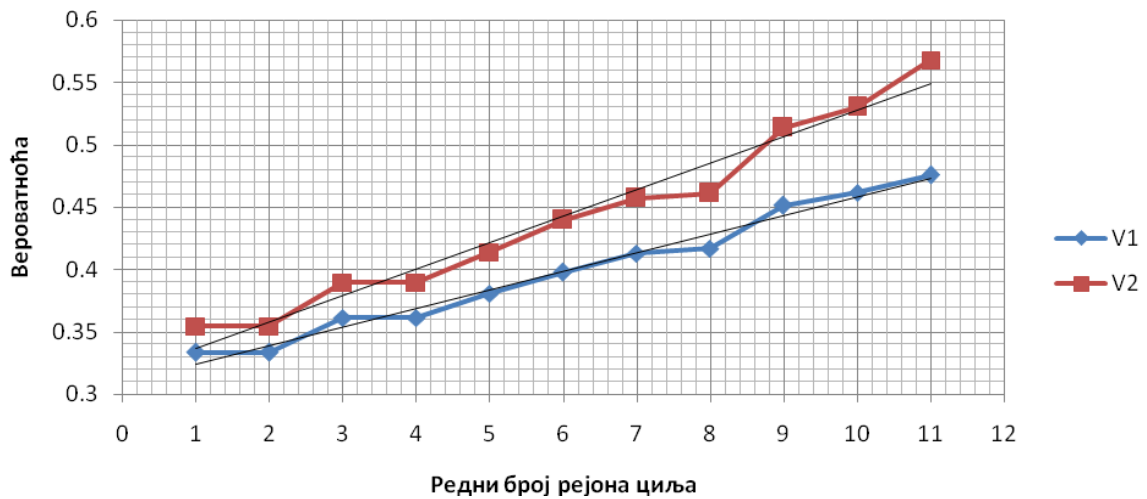
Вероватноћа погађања износи V_1 (колона 3, табеле 11 и 12.) ако је средњи погодак померен по даљини за E_x и по правцу за E_y потпуне припреме почетних елемената у односу на центар циља при чему се користи карта за одређивање б/р артиљеријских јединица.

Табела 11: Вероватноће погађања циљева БрРГ-17

Гађа	бр.циља	V_1	V_2
1	2	3	4
БрРГ-17	КВ-1233	0.36135	0.37455
	КВ-1234	0.33361	0.35438
	КВ-1235	0.38074	0.41404
	КВ-1236	0.46152	0.53042
	КВ-1239	0.36135	0.38942
	КВ-1240	0.39781	0.43959
	КВ-1241	0.41309	0.45715
	КВ-1242	0.47562	0.56783
	КВ-1245	0.33361	0.35438
	КВ-1246	0.41687	0.4613
	КВ-1247	0.4514	0.51391

Вероватноћа погађања износи V_2 ако је средњи погодак померен по даљини за E_x и по правцу за E_y потпуне припреме почетних елемената у односу на центар циља при чему се користи метод релативног позиционирања за одређивање б/р артиљеријских јединица. На основу табела 11 и 12, графички су приказане вероватноће погађања планираних рејона циљева на сликама 35 и 36.

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{1}{4} \left[\left(\Phi\left(\frac{E_x + a}{Vd}\right) - \Phi\left(\frac{E_x - a}{Vd}\right) \right) \times \left(\Phi\left(\frac{E_y + b}{Vp}\right) - \Phi\left(\frac{E_y - b}{Vp}\right) \right) \right] = \\
 &= \frac{1}{4} \left[\left(\Phi\left(\frac{112.19 + 100}{102}\right) - \Phi\left(\frac{112.19 - 100}{102}\right) \right) \times \left(\Phi\left(\frac{52.34 + 75}{37}\right) - \Phi\left(\frac{52.34 - 75}{37}\right) \right) \right] = \\
 &= \frac{1}{4} \left[(\Phi(2.10) - \Phi(0.12)) \times (\Phi(8.33333) - \Phi(-8.33333)) \right] = \\
 &= \frac{1}{4} \left[(0.84335 - 0.06451) \times (0.99972 - (-0.92392)) \right] = \frac{1}{4} [0.77884 \times 1.92364] = \\
 &= \frac{1}{4} [1.49821] = 0.37455 \cong 37,455\%
 \end{aligned}$$



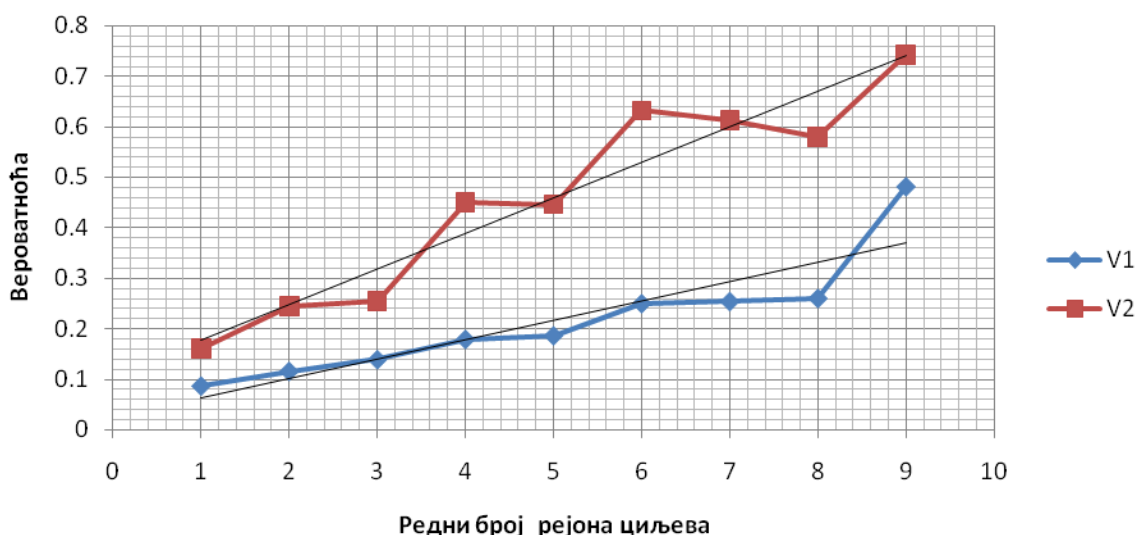
Слика 35: Упоредни приказ вероватноћа погађања циљева БрРГ-17

Просечне линеарности на графицима показују како расту вероватноће погађања по циљевима тако се повећава и разлика ΔV , зато што је нагиб V_2 израженији и посебно се то уочава код БрАГ.

Табела 12: Вероватноће погађања циљева БрАГ-17

Гађа	бр.циља	V_1	V_2
БрАГ-17	КВ-1208	0.26024	0.57895
	КВ-1209	0.4808	0.74221
	КВ-1210	0.11605	0.24424
	КВ-1214	0.25402	0.61297
	КВ-1215	0.18647	0.44617
	КВ-1216	0.1393	0.25439
	КВ-1220	0.24983	0.63195
	КВ-1221	0.17935	0.44982
	КВ-1222	0.08723	0.16087

У овом случају разлог боље вероватноће погађања БрАГ је мања слика растурања погодака на циљу, слика 39.



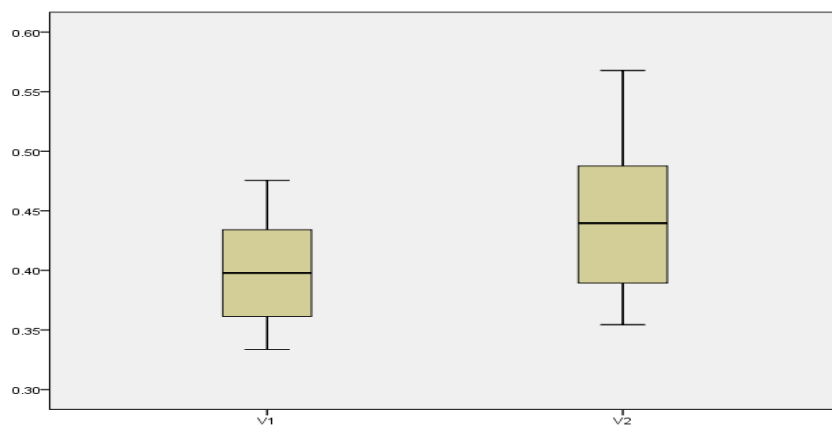
Слика 36: Упоредни приказ вероватноћа погађања циљева БрАГ-17

Вероватноћа погађања се повећава за сваки планирани рејон циљева при употреби релативног позиционирања, просечно у БрРГ за 4.41% и у БрАГ за 24.09% (табела 13, слика 37), тиме је верификована прва разрађујућа хипотеза.

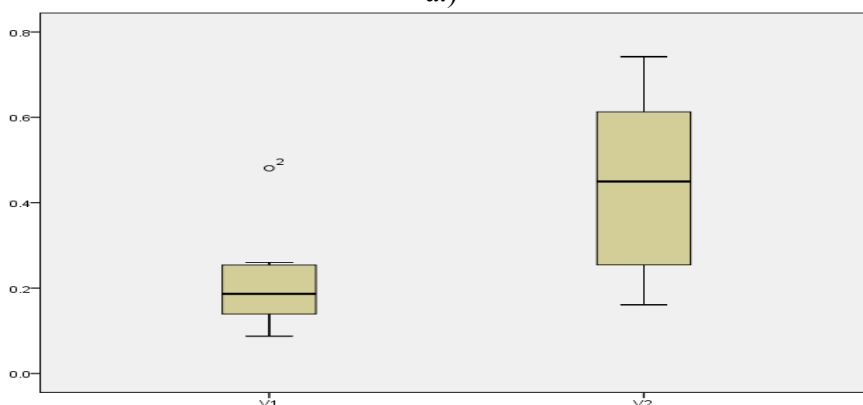
Табела 13: Дескриптивна статистика величина V1 и V2 за БрРГ и БрАГ

јединица	var	N	Минимална вредност	Максимална вредност	Стандардна девијација	Аритметичка средина	$\bar{v}_1 - \bar{v}_2$
БрРГ-17	V1	11	0.33	0.48	0.04976	0.3988	0.0441
	V2	11	0.35	0.57	0.07148	0.4429	
БрАГ-17	V1	9	0.08	0.48	0.11690	0.21703	0.2409
	V2	9	0.16	0.74	0.20166	0.45795	

Дескриптивна статистика је представљена графички на слици 40, како би се боље уочиле разлике у вероватноћама погађања.



а.)



б.)

Слика 37: Приказ вероватноћа V_1 и V_2 : а) за БрРГ; б) за БрАГ;

Утрошак муниције је израчунат по обрасцу (5.24), у прорачуну су увршћени сви квантификовани услови у операцији који утичу на ватрене могућности: врста циља, норме утрошка пројектила, површина циља и коефицијент даљине гађања.

Табела 14: Утрошак ТФ ракета 128мм М77 БрРГ-17 по планираним концентричним ватрама

Гађа	Бр.	Врста циља	Утрошак по норми	Рс (на)	kdg	Up1
БрРГ-	КВ-1233	ж/с и в/с у непот зак	180	6	1	1080

	KB-1234	ж/с и в/с у непот зак	180	6	1	1080
	KB-1235	ж/с и в/с ван зак	8	6	1	48
	KB-1236	Оклоп сред ван зак	180	6	1.0664	1152
	KB-1239	ж/с и в/с у непот зак	180	6	1	1080
	KB-1240	ОЈ ван заклона	180	6	1	1080
	KB-1241	МБ ван заклона	120	6	1	120
	KB-1242	Тенкови ван зак	180	6	1.3606	1469
	KB-1245	ж/с и в/с у непот зак	180	6	1	1080
	KB-1246	ж/с и в/с у непот зак	180	6	1	1080
	KB-1247	Оклоп сред ван зак	180	6	1	1080

Поред наведених коефицијената нису приказани коефицијенти неутралисања, припреме почетних елемената и подешавања упаљача јер су њихове вредности једнаке јединици и не утичу на утрошак пројектила. Израчунат је утрошак пројектила за БрПГ-17 у табели 14, а за БрАГ-17 у табели 15.

Табела 15: Утрошак ТФ пројектила 122мм БрАГ-17 по планираним концентричним ватрама

Гађа	Бр.	Врста циља	Утрошак по норми ¹⁶²	Рс (ha).	kgd ¹⁶³	Ур1
БрАГ-17	KB-1208	ж/с и в/с у непот зак	150	3	1	450
	KB-1209	ж/с и в/с ван зак	20	4.5	1	90
	KB-1210	КМ на оклоп возилу	200	4	1	800
	KB-1214	ж/с и в/с у непот зак	150	3	1	450
	KB-1215	ж/с и в/с ван зак	20	3	1	60

Гађа	Бр.	Врста циља	Утрошак по норми ¹⁶⁴	Рс (ha).	kgd ¹⁶⁵	Ур1
БрАГ-17	KB-1216	Тенкови ван зак	150	3	1	450
	KB-1220	ж/с и в/с у непот зак	150	2	1	300
	KB-1221	ж/с и в/с ван зак	20	3	1	60
	KB-1222	Сам оклоп арт ван зак	450	-	1.42	639

¹⁶² Норме утрошка пројектила Прилог 4.

¹⁶³ Коефицијент даљине гађања. Плус 20% на норму за сваки км преко 10 км даљине.

¹⁶⁴ Норме утрошка пројектила Прилог 4.

¹⁶⁵ Коефицијент даљине гађања. Плус 20% на норму за сваки км преко 10 км даљине.

Следећи корак је одређивање математичких очекивања¹⁶⁶ броја погодака према обрасцу (5.25) за сваки циљ при вероватноћама погађања V_1 и V_2 , и добијеном утрошку пројектила U_{p1} за БрРГ (табела 16).

Табела 16: Прорачун математичког очекивања по циљевима за БрРГ-17

Гађа	циљ	V_1	V_2	U_{p1}	MO_1	MO_2
БрРГ-17	КВ-1233	0.36135	0.38942	1080	390	405
	КВ-1234	0.33361	0.35438	1080	360	383
	КВ-1235	0.38074	0.41404	48	18	20
	КВ-1236	0.46152	0.53042	1152	532	611
	КВ-1239	0.36135	0.38942	1080	390	421
	КВ-1240	0.39781	0.43959	1080	430	475
	КВ-1241	0.41309	0.45715	720	297	329
	КВ-1242	0.47562	0.56783	1469	699	834
	КВ-1245	0.33361	0.35438	1080	360	383
	КВ-1246	0.41687	0.4613	1080	450	498
КВ-1247	0.4514	0.51391	1080	488	555	

У табели 17 одређено је математичко очекивање броја погодака за БрАГ када се користи и када се не користи GPS.

Табела 17: Прорачун математичког очекивања по циљевима за БрАГ-17

Гађа	циљ	V_1	V_2	U_{p1}	MO_1	MO_2
БрАГ-17	КВ-1208	0.26024	0.57895	450	117	261

¹⁶⁶Пример прорачуна за КВ-1233:

- $MO_1 = U_{p1} \cdot V_1 = 1080 \cdot 0.36135 = 390$
- $MO_2 = U_{p1} \cdot V_2 = 1080 \cdot 0.37455 = 405$

	KB-1209	0.4808	0.74221	90	43	67
	KB-1210	0.11605	0.24424	800	93	195
	KB-1214	0.25402	0.61297	450	114	276
	KB-1215	0.18647	0.44617	60	11	27
	KB-1216	0.1393	0.25439	450	63	114
	KB-1220	0.24983	0.63195	300	75	190
	KB-1221	0.17935	0.44982	60	11	27
	KB-1222	0.08723	0.16087	1917	167	308

Наредни корак је прорачун оптимизованог утрошка пројектила U_{p2} и уштеде пројектила ΔU_p за циљеве¹⁶⁷ које гађа БрРГ и БрАГ уз помоћ образаца (5.31) и (5.33). Решења прорачуна су дата у табели 18 и 19.

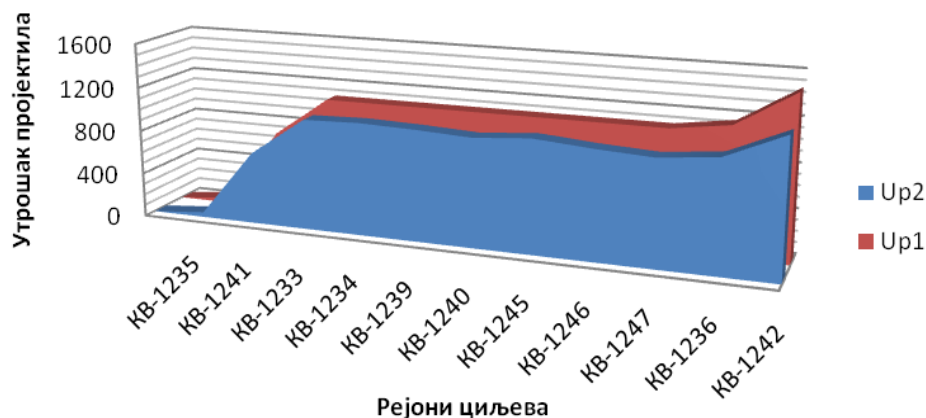
Табела 18: Прорачун уштеде пројектила по циљевима за БрРГ-17

Гађа	циљ	V_1	V_2	U_{p1}	MO_1	MO_2	U_{p2}	ΔU_p
БрРГ-17	KB-1233	0.36135	0.38942	1080	390	421	1042	38
	KB-1234	0.33361	0.35438	1080	360	383	1017	63
	KB-1235	0.38074	0.41404	48	18	20	44	4
	KB-1236	0.46152	0.53042	1152	532	611	1002	150
	KB-1239	0.36135	0.38942	1080	390	421	1002	78
	KB-1240	0.39781	0.43959	1080	430	475	977	103
	KB-1241	0.41309	0.45715	720	297	329	651	69
	KB-1242	0.47562	0.56783	1469	699	834	1231	239
	KB-1245	0.33361	0.35438	1080	360	383	1017	63
	KB-1246	0.41687	0.4613	1080	450	498	976	104
	KB-1247	0.4514	0.51391	1080	488	555	949	131

Према прорачуну утрошка пројектила U_{p1} и након оптимизације U_{p2} , представљене су зависности U_{p1} и U_{p2} за БрРГ на слици 38.

¹⁶⁷ Пример прорачуна за KB-1233:

- $MO_1 = MO_2 = 390$
- $U_{p2} = U_{p1} \frac{V_1}{V_2} = 1080 \cdot \frac{0.36135}{0.37455} = 1042$
- $\Delta U_p = U_{p1} - U_{p2} = 1080 - 1042 = 38$



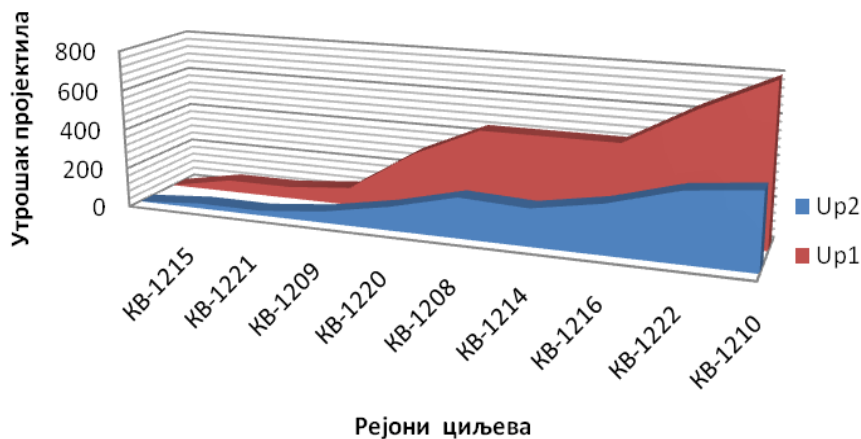
Слика 38: Утрошци пројектила $Up1$ и $Up2$ по планираним рејонима циљева за БрПГ

Простирање зависности у односу на хоризонталну осу, односно осенчене површине указују утрошак пројектила по планираним рејонима циљевима. Близина једне од друге криве представља оптимизацију утрошка пројектила.

Табела 19: Прорачун уштеде пројектила по циљевима за БрАГ-17

Гађа	Циљ	V_1	V_2	$Up1$	MO_1	MO_2	$Up2$	ΔUp
БрАГ-17	KB-1208	0.26024	0.57895	450	117	261	202	248
	KB-1209	0.4808	0.74221	90	43	67	58	32
	KB-1210	0.11605	0.24424	800	93	195	380	420
	KB-1214	0.25402	0.61297	450	114	276	186	264
	KB-1215	0.18647	0.44617	60	11	27	25	35
	KB-1216	0.1393	0.25439	450	63	114	246	204
	KB-1220	0.24983	0.63195	300	75	190	119	181
	KB-1221	0.17935	0.44982	60	11	27	24	36
	KB-1222	0.08723	0.16087	1917	167	308	1039	878

Према прорачуну утрошка пројектила $Up1$ и након оптимизације $Up2$, представљене су зависности $Up1$ и $Up2$ за БрАГ на слици 39. Када се упореде осенчене површине за БрАГ и БрПГ уочава се да је оптимизација утрошка пројектила за планиране рејоне циљева у БрАГ израженија.



Слика 39: Утрошци пројектила Up1 и Up2 по планираним рејонима циљева за БрАГ

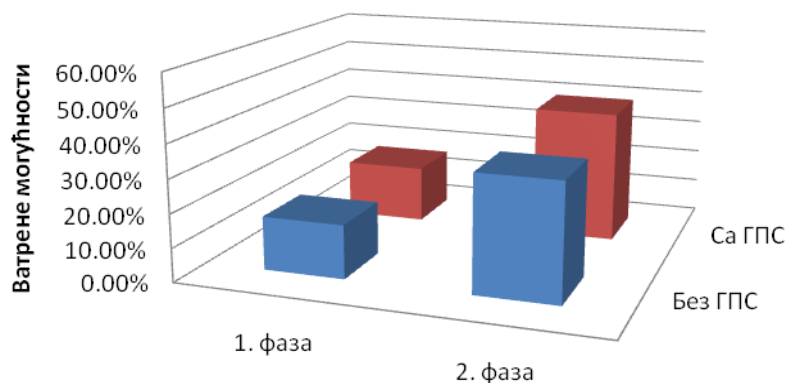
У нападној операцији „Текериш“ артиљеријска ватрена подршка се изводи кроз кроз две фазе:

- У првој фази, артиљеријско-ракетна ватрена припрема напада се реализује кроз један задатак са планираним остваривањем ватри по следећим рејонима циљева:
 - KB 1233, KB 1239, KB 1245, KB1234 неутралише БрРГ;
 - KB 1208, KB 1214, KB 1220 неутралише БрАГ;
- У другој фази, артиљеријско-ракетна ватрена подршка напада, се реализује кроз шест задатака са планираним остваривањем ватри по следећим рејонима циљева:
 - KB1240, KB1241, KB1246, KB1235, KB1236, KB1247, KB1242 неутралише БрРГ;
 - KB1209, KB1210, KB1215, KB1221, KB1216, KB1222 неутралише БрАГ.

Табела 20: Ватрене могућности БрРГ по фазама артиљеријске ватрене подршке

Гађа	Фаза АВП	циљ	б/к	$\frac{Up1}{b/k}$	$\frac{Up2}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up1}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up2}{b/k}$	Одобрен бр. б/к	Vm		ΔVm
									Без употребе GPS	Са употребом GPS	
		КВ-1233		0.9375	0.8699	5.7543	5.0601	2.0	0.35	0.39	0.04
		КВ-1234		0.9375	0.8825						
		КВ-1245		0.9375	0.8825						
		КВ-1239		0.9375	0.8699						
	Арт. ватрена подршка	КВ-1236		0.9997	0.8698						
		КВ-1240		0.9375	0.8483						
		КВ-1241		0.625	0.5647						
		КВ-1242		1.2755	1.0684						
		КВ-1235		0.0416	0.0383						
		КВ-1246		0.9375	0.8472						
		КВ-1247		0.9375	0.8234						

У табели 20 и 21 се одређују ватрене могућности по фазама артиљеријске ватрене подршке у нападној операцији. Према њима се види да ли је правилно планирана расподела муниције по фазама артиљеријске ватрене подршке у операцији.



	1. фаза	2. фаза
■ Без ГПС	16.00%	34.76%
■ Са ГПС	17.12%	39.52%

Слика 40: Ватрене могућности БрРГ по фазама артиљеријске ватрене подршке у нападној операцији

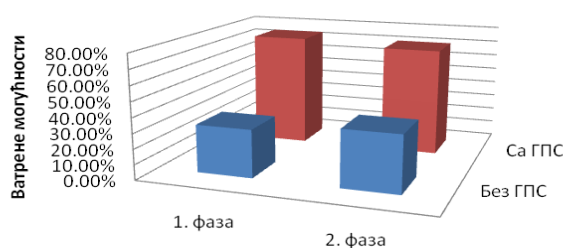
На слици 40 приказане су ватрене могућности БрРГ по фазама извођења артиљеријске ватрене подршке. Одакле се види да је артиљеријска припрема у БрРГ незадовољавајућа јер су ватрене могућности 0.16 односно оптимизоване 0.17. Са

оваквим ватреним могућностима може да се гађа део једног циља од четири планирана у овој фази. Овде се константује да није правилно извршена расподела муниције у зависности од додељених задатака.

Табела 21: Ватрене могућности БрАГ по фазама артиљеријске ватрене подршке

Гађа	Фаза АВП	циљ	б/к	$\frac{Up1}{b/k}$	$\frac{Up2}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up1}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up2}{b/k}$	Одобрен бр. б/к	Vm		ΔVm
									Без употребе GPS	Са употребом GPS	
БрАГ -17	припрема	КВ-1208	630	0.7142	0.3210	1.9044	0.8052	0.6	0.31	0.74	0.43
		КВ-1214		0.7142	0.2960						
		КВ-1220		0.476	0.1882						
	Арт. ватрена подршка	КВ-1209		0.1428	0.0925	5.36	2.8145	2.0	0.37	0.71	0.34
		КВ-1215		0.0952	0.0398						
		КВ-1216		0.7142	0.3911						
		КВ-1210		1.2698	0.6033						
		КВ-1221		0.0952	0.0379						
		КВ-1222		3.0428	1.6499						

На слици 41 приказане су ватрене могућности БрАГ по фазама извођења артиљеријске ватрене подршке. Одакле се види да је артиљеријска припрема и подршка у БрАГ делимично задовољавајућа јер су ватрене могућности 0.315 и 0.373 односно након оптимизације задовољавајућа са 0.745 и 0.7105.



	1. фаза	2. фаза
■ Без ГПС	31.50%	37.31%
■ Са ГПС	74.50%	71.05%

Слика 41: Ватрене могућности БрАГ по фазама артиљеријске ватрене подршке у нападној

Последњи корак је утврђивање ватрених могућности БрРГ и БрАГ када се користи и када се не користи GPS по обрасцу (5.35.) на основу утрошка пројектила

U_{p1} , оптимизованог утрошка пројектила U_{p2} , броја муниције у борбеном комплету и одобреног броја борбених комплекта (табела 22).

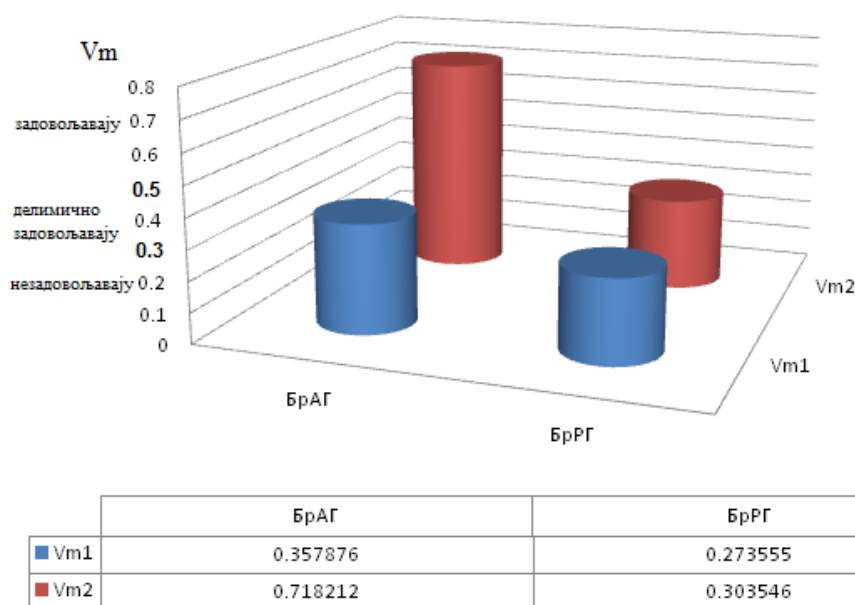
Према добијеним резултатима ватрене могућности се повећавају при употреби релативног GPS позиционирања, у БрРГ за 2.99% а у БрАГ за 36.04%, тиме је верификована трећа разрађујућа хипотеза.

Табела 22: Ватрене могућности БрРГ и БрАГ када се користи и када се не користи GPS

Гађа	циљ	б/к	$\frac{U_{p1}}{b/k}$	$\frac{U_{p2}}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{U_{p1}}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{U_{p2}}{b/k}$	Одобрен бр. б/к	Vm		ΔVm
								Без употребе GPS	Са употребом GPS	
БрРГ-17	КВ-1233	1152	0.9375	0.8699	9.5044	8.5654	2.6	0.27355	0.30354	0.0299
	КВ-1234		0.9375	0.8825						
	КВ-1235		0.0416	0.0383						
	КВ-1236		0.9997	0.8698						
	КВ-1239		0.9375	0.8699						
	КВ-1240		0.9375	0.8483						
	КВ-1241		0.625	0.5647						
	КВ-1242		1.2755	1.0684						
	КВ-1245		0.9375	0.8825						
	КВ-1246		0.9375	0.8472						
КВ-1247	0.9375	0.8234								
БрАГ-17	КВ-1208	630	0.7142	0.3210	7.2650	3.6201	2.6	0.3578	0.7182	0.3604
	КВ-1209		0.1428	0.0925						
	КВ-1210		1.2698	0.6033						
	КВ-1214		0.7142	0.2960						
	КВ-1215		0.0952	0.0398						
	КВ-1216		0.7142	0.3911						
	КВ-1220		0.476	0.1882						
	КВ-1221		0.0952	0.0379						
	КВ-1222		3.0428	1.6499						

Када се погледају ватрене могућности, артиљеријско ватрене подршке бригаде у нападној операцији, може се уочити да оне расту при оптимизацији тако да за БрРГ прелазе из опсега незадовољавајуће у опсег делимично задовољавајуће а за БрАГ

прерастају са делимично задовољавајуће у задовољавајуће (слика 42). Оцена задовољавајуће представља највећи ранг оцењених ватрених могућности. Оптимизација је у већој мери утицала на ватрене могућности у БрАГ него код БрРГ зато што су вероватна одступања по правцу и даљини у БрРГ вишеструко већа.



Слика 42: Оптимизација ватрених могућности артиљеријско ватрене подршке бригаде у нападној операцији

Приказана је оптимизација артиљеријске ватрене подршке изражена преко ватрених могућности, мада у тактичком смислу ваљано је представити колико та уштеда износи у б/к у самој ситуацији. Временски гледано на ток операције уштеда се разматра по фазама и на нивоу целе артиљеријске ватрене подршке бригаде. Поставља се питање шта се још од циљева може додатно гађати са уштеђеним пројектиlima?

У прорачуну оптимизације се креће од претпоставке да је однос неоптимизованог и оптимизованог утрошка пројектила за планиране ватре једнак односу одобреног броју б/к и оптимизованог одобреног броја б/к.¹⁶⁸ Промене утрошка пројектила по врстама циљева након оптимизације представљене су на сликама 43 и 45.

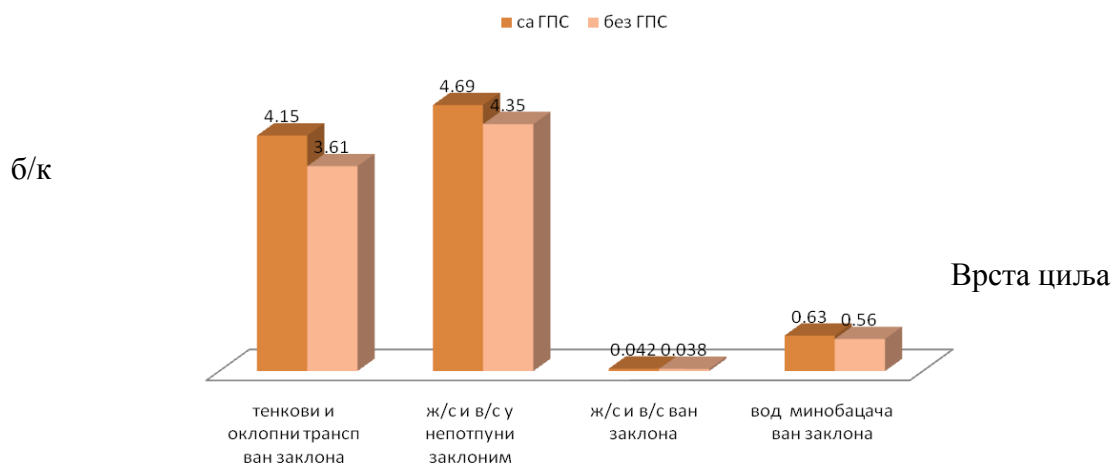
¹⁶⁸Како би се избегле варијанте по којим циљевима ће се отворати ватра а по којима неће зато што су $V_m < 100\%$ (јер се увек планира више циљева него што се гађа), разматра се уштеда пројектила у операцији сразмерно одобреном броју б/к, према обрасцима :

$$\frac{P_{b/k1}}{P_{b/k2}} = \frac{O_{b/k1}}{O_{b/k2}} \quad \text{и} \quad \Delta O_{b/k} = O_{b/k1} - O_{b/k2}$$

Тако да је уштеда пројектила за дату фазу или бригадну артиљеријску ватрену подршку гласи:

Разлика у трошка пројектила (слика 43), на главном правцу напада, је добијена за следеће планиране рејоне циљева:

- Пет рејона циљева су жива сила и ватрена средства у непотпуним заклонима
- Један рејон циља је жива сила и ватрена средства ван заклона
- Четири рејона циљева су тенкови и оклопни транспортери ван заклона¹⁶⁹
- Један циљ је вод/чета минобацача ван заклона

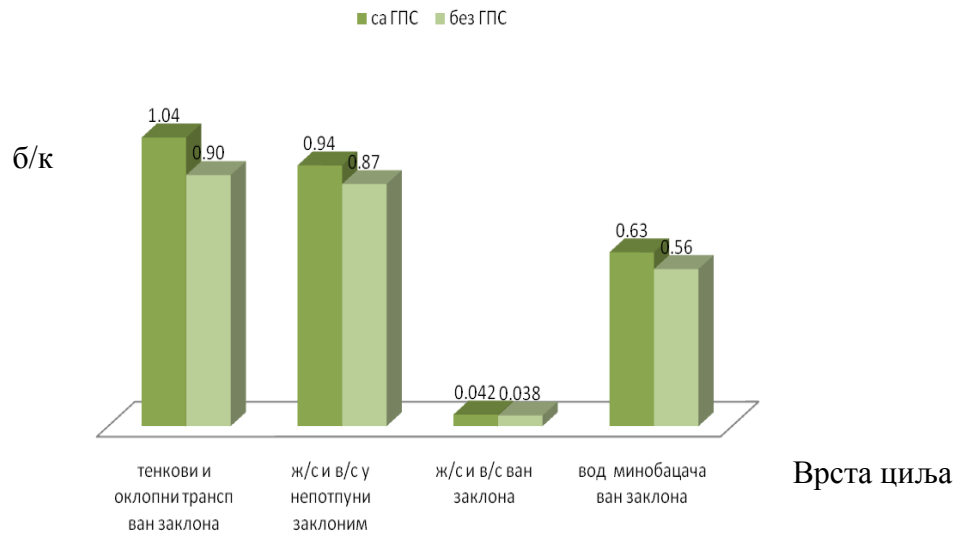


Слика 43: Укупан у трошак пројектила у б/к по врстама планираних рејона циљева у БрРГ

Када се сумирају сви у трошци изражени у б/к за планиране ватре може се уочити да са оптимизацијом уштеди се 0.93 б/к у БрРГ. Ова вредност се може узети у обзир када су ватрене могућности 100%, али у реалним околностима V_m су мање и да би се добила колика је оптимизација прво се рачуна просечан у трошак по врстама циљева у операцији (слика 44 и 46).

$$\Delta O_{b/k} = O_{b/k1} \left(1 - \frac{P_{b/k2}}{P_{b/k1}} \right)$$

¹⁶⁹У спецификацији циљева се види да је степен утврђености веома низак односно циљеви су у делимичним заклонима или ван заклона разлог овоме је управо изненађење које се постиже групним гађањем без претходне коректуре.

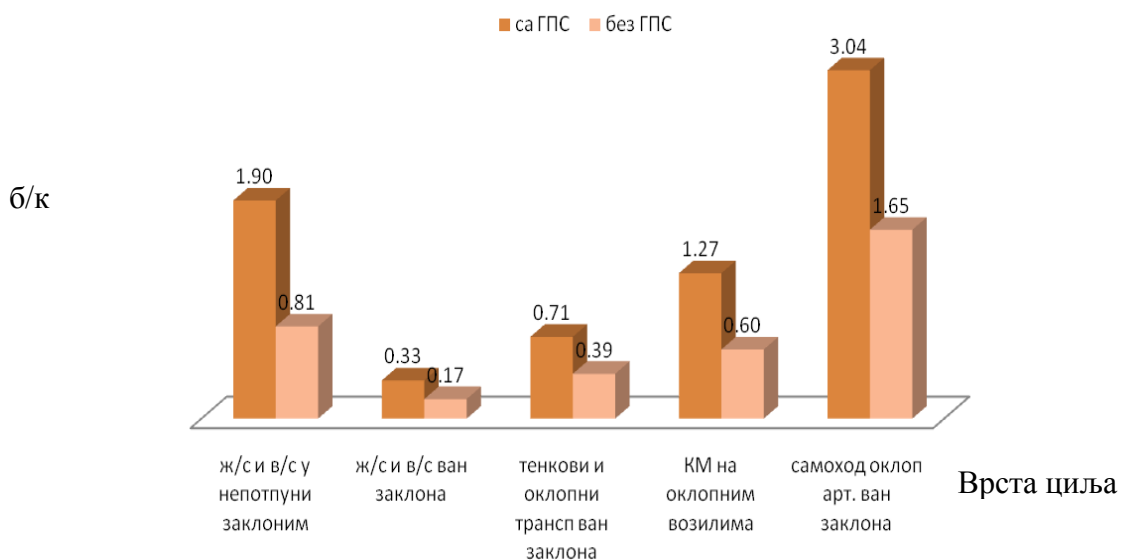


Слика 44: Просечан утросак пројектила по врстама планираних рејона циљева у БрРГ

На помоћном правцу напада планирано је да се гађају следећи рејони циљева:

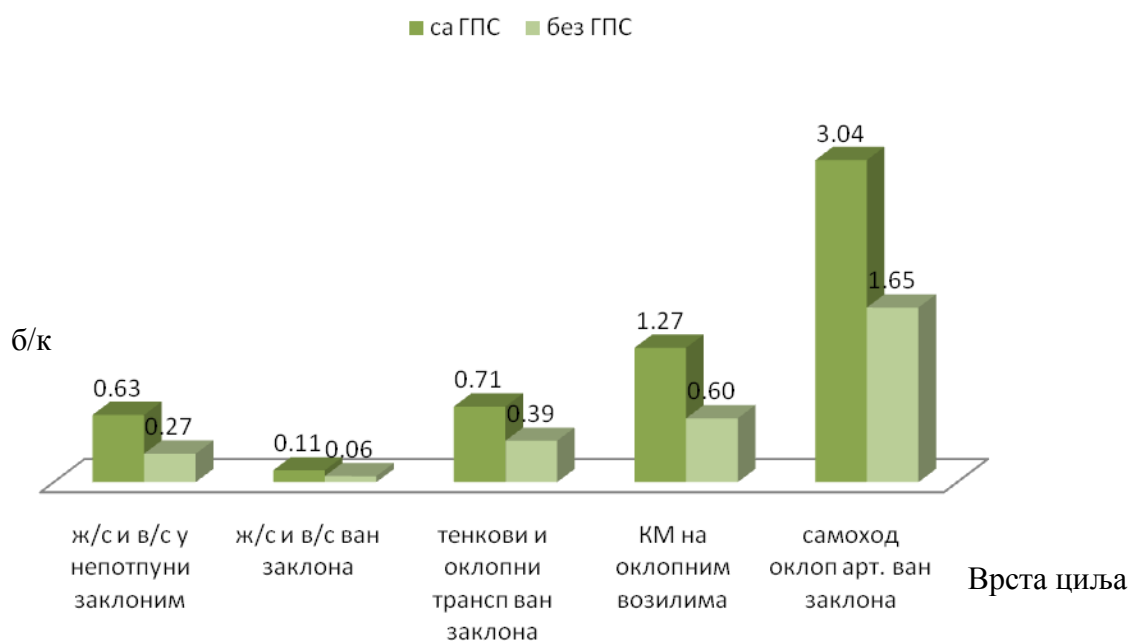
- Три рејона циљева су жива сила и ватрена средства у непотпуним заклонима: 1208, 1214, 1220,
- Три рејона циљева су жива сила и ватрена средства ван заклона: 1209, 1215, 1221
- Један рејон циља је тенкови и оклопни транспортери ван заклона 1216.
- Један рејон циља је КМ на оклопном возилу 1210.
- Један циљ је самоходна оклопна артиљерија ван заклона 1222.

Разлика утроска пројектила за сваку врсту циља је графички приказана на слици 45. Када се сумирају сви утросци изражени у б/к може се уочити да се са оптимизацијом уштеди 3.64 б/к за случај да су $V_m=100\%$.



Слика 45: Укупан утросак пројектила по врстама планираних рејона циљева у Бр

У артиљеријској ватреној подршци БрАГ израчунате су просечне вредности утроска пројектила за сваку врсту циља и то без оптимизације и са оптимизацијом, слика 46.



Слика 46: Просечан утросак пројектила у б/к по врстама планираних рејона циљева у БрАГ

Резултати прорачуна уштеде пројектила, изражене у б/к по фазама артиљеријске ватрене подршке операције „Текериш“, према одобреном броју борбених комплекта дате су у табели 23.

Табела 23: Уштеда пројектила према одобреном броју б/к у операцији „Текериш“

Гађа	Фазе АВП	Рb1	Рb2	Об1	Об2	ΔОб/к
БрРГ	1. фаза на главном правцу	3.75	3.51	0.6	0.57	0.03
	2. фаза на главном правцу	5.75	5.06	2	1.77	0.23
<i>АВП на главном правцу</i>		<i>9.5</i>	<i>8.57</i>	<i>2.6</i>	<i>2.34</i>	<i>0.26</i>
БрАГ	1. фаза на помоћном правцу	1.9	0.81	0.6	0.26	0.34
	2. фаза на помоћном правцу	5.36	2.81	2	1.05	0.96
<i>АВП на помоћном правцу</i>		<i>7.26</i>	<i>3.62</i>	<i>2.6</i>	<i>1.30</i>	<i>1.30</i>

На основу просечног оптимизованог утрошка по врстама планираних рејона циљева (слике 44 и 46) и уштеде пројектила према одобреном броју б/к (табела 23) може се закључити да на главном правцу напада где артиљеријску ватрену подршку изводи БрРГ, оптимизацијом се обезбеђује додатно гађање са 0.26 б/к. Када ову вредност претворимо према просечном утрошку за одређену врсту циља може се неутралисати 2/3 циља жива сила и ватрена средства ван заклона и то у фази артиљериске ватрене подршке напада, зато што је у фази артиљеријске ватрене подршке уштеђено 0.23 б/к а 0,03 б/к је придодато из фазе артиљеријске ватрене припреме напада.

Док на помоћном правцу напада, због веће прецизности оруђа, оптимизацијом се обезбеђује гађање са још 1.3 б/к (табела 23). У фази артиљеријске ватрене припреме напада се додатно неутралише један рејон циља тенкови и оклопни транспортери ван заклона докле се у фази артиљеријске ватрене подршке напада додатно неутралишу два рејона циљева тенкови и оклопни транспортери ван заклона и два рејона циљева жива сила и ватрена средства ван заклона.

2. УТИЦАЈ РЕЛАТИВНОГ ПОЗИЦИОНИРАЊА НА ВАТРЕНЕ МОГУЋНОСТИ АРТИЉЕРИЈЕ ЗА ПОДРШКУ У ОДБРАМБЕНОЈ ОПЕРАЦИЈИ

За одређивање утицаја релативног позиционирања на ватрене могућности артиљерије за подршку, полази се од прорачуна величина независних извора грешака и сумарне средишне грешке потпуне припреме почетних елемената за следеће услове гађања циљева у одбрамбеној операцији „Колубара“:

1. Ангажоване јединице:

Дивизион ЛРСВ 128мм који чини БрРГ-17 састава 18 оруђа, посредно гађање изводи се доњом групом углова (ДГУ).

Артиљеријски дивизион. ссад-а 122мм 2S1 који чини БрАГ-17, састава 18 оруђа, посредно гађање изводи се доњом групом углова (ДГУ).

2. Ватрени положај (ВП):

- Место ватреног положаја одређено је:
 - *помоћу релативног позиционирања .*
 - *по карти 1:25000.*

- Висина ватреног положаја (zVP) одређена је са топографске карте размере 1:25000
а нагиб земљишта у рејону ватреног положаја nzVP је 15 степени;
- Провера оријентисаности оруђа извршена је помоћу:
 - бусоле са магнетном иглом.
 - одређивањем угломера за нишанску тачку (НТ је база релативног позиционирања)

3. Муниција:

- дводелни метак са тренутно-фугасним пројектилом 122мм OF 462 и упаљачем УТИУМ72.
- Тренутно-фугасна ракета 128мм М77 и упаљачем УТИ УМ72.

4. Циљ:

- висина циља (zC) одређена је са топографске карте размере 1:25000 а нагиб земљишта у рејону циља nzC је 6 степени.
- Прорачун за утрошак пројектила U_{p1}

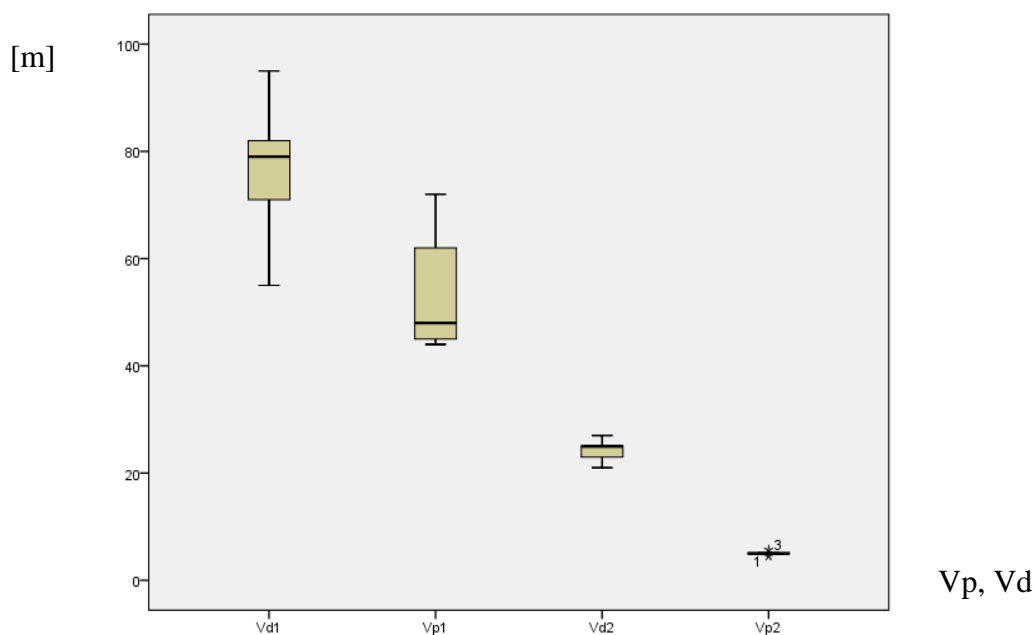
5. Метео-балистички услови гађања:

- Метеоролошки условим гађања добијени су на основу метео билтена метео средњи са артиљеријске метеоролошке станице (АМС).
- Балистички услови гађања одређени су на основу мерења:
 - одступања почетне брзине пројектила за свако оруђе у батерији. Иста су измерена радаром за мерење почетне брзине пројектила и уписана у техничке књижице оруђа.
 - температура барутног пуњења $t^{\circ}b=+15^{\circ}C$
 - пројектил облика масе и тежишта нормалног

6. Обрада података:

- Рачуначко одељење обраду података врши коришћењем калкулатора опште намене уз попуњавање прописаних образаца АПГ.

На основу претходно дефинисаних услова и према прилогу 2, извучене су вредности вероватних одступања по правцу и по даљини за сваки планирани рејон циља који се гађа. Вредности се значајно разликују у зависности од врсте ангажованих јединица, што се види на слици 47. Код БрРГ опсег одступања за V_d се креће од 52м до



Вар.		N	Минимална вред.	Максимална вред.	Аритмет. средина	Стандардна девијација
БрРГ	Vd1	7	52.00	95.00	69.71	16.61
	Vp1	7	44.00	82.00	61.14	15.66
БрАГ	Vd2	5	21.00	27.00	24.20	2.28
	Vp2	5	4.50	5.70	5.06	0.42

Слика 47: Упоредни приказ статистичких вредности Vd и Vp за БрРГ и БрАГ

95м а код БрАГ од 21м од 27м, при чему је аритметичка средина вероватног одступања по даљини већа 2,9 пута код ЛРСВ него код сх 2С1 што ће се одразити на ниво оптимизације.

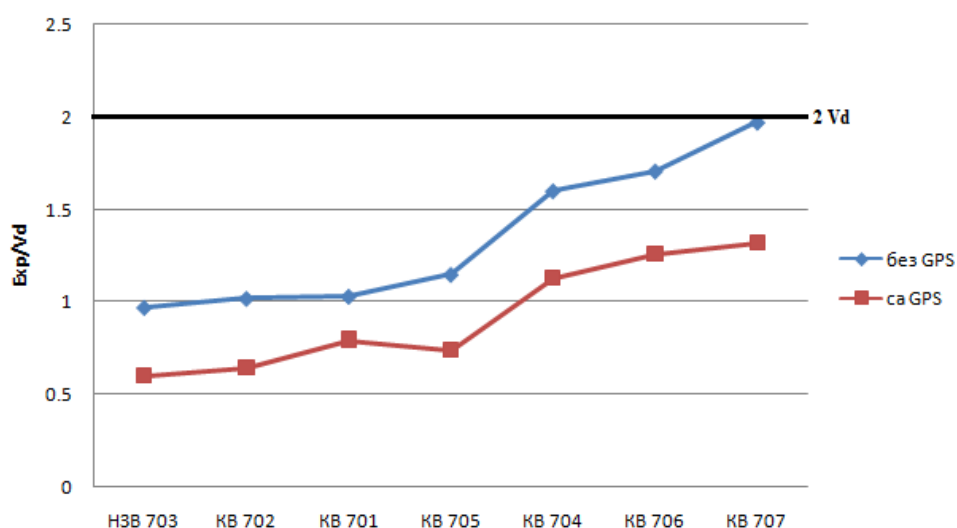
Према датим условима израчунате су величине независних извора грешака и сумарне средишне грешке¹⁷⁰ потпуне припреме почетних елемената за гађање планираних циљева у операцији „Колубара“ по обрасцима (5.8) и (5.9). Вредности су дате у колонама 9, 10, 11 и 12 табела 24 и 25. У колонама 9 и 10 су дате вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме када се не користи релативно позиционирање а у колонама 11 и 12 су дате вредности сумарне средишне грешке потпуне припреме када се користи релативно позиционирање у геотопографском обезбеђењу операције.

¹⁷⁰ За прорачун вредности независних извора грешака и сумарне средишне грешке потпуне припреме коришћене је програм ГППЕ, прорачун за све циљеве је дат апликативно у прилогу 44 од Слика 22 до Слика 66. Програм се користи због обимности рачуна.

Табела 24: Сумарне средишне грешке потпуне припреме БрРГ-17

Гађа	бр.циљ а	а	b	DtC	АКР	Vd	Vp	Без GPS-а		Са GPS-ом	
								Exp	Eyp	Exp	Eyp
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
БрРГ -17	КВ 701	100	150	11760	4к	55	62	88.13	71.97	62.14	26.04
	КВ 702	100	150	9220	4к	79	45	80.62	68.32	50.92	20.55
	НЗВ 703	100	150	9850	4к	71	48	81.68	69.01	52.59	21.64
	КВ 704	100	150	8920	4к	82	44	79.68	67.97	49.42	19.91
	КВ 705	100	150	14250	2кк	95	72	98.08	95.98	75.59	67.04
	КВ 706	100	150	13819	2кд	52	82	102.61	92.6	68.43	76.55
	КВ 707	100	150	13370	2кд	54	75	92.3	97.06	68.03	70.11

У артиљеријској ватреној подршци нападне операције „Колубара“ грешке потпуне припреме по циљевима су изражене у Vd (слика 48). Од седам рејона циљева који су планирани за гађање БрРГ, при потпуној припреми када се не користи GPS, за свих 7 рејона је $Exp < 2Vd$ при чему је средња вредност $Exp_1 = 1.35Vd$, при оптимизацији за све рејоне циљева грешке потпуне припреме су такође мање од $2Vd$ и средња вредност је $Exp_2 = 0.92Vd$, чиме су испуњени захтеви граница грешака потпуне припреме.



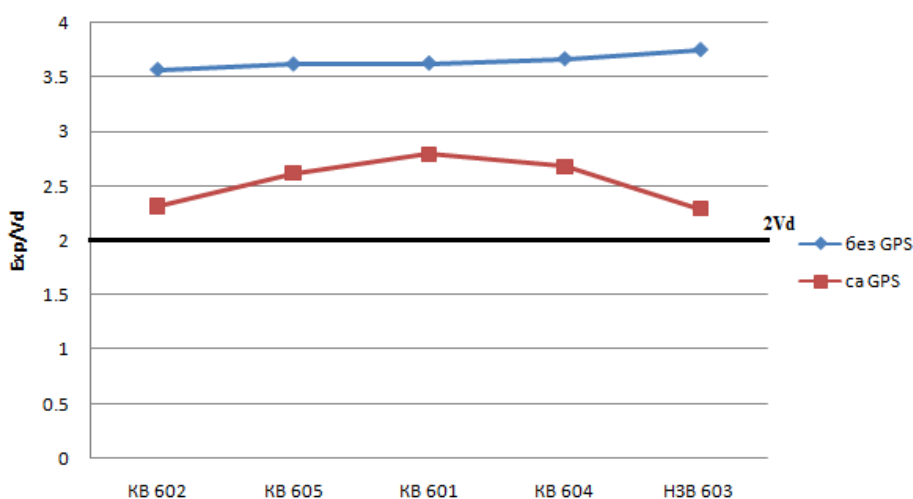
Слика 48: Грешке потпуне припреме по планираним рејонима циљева за БрРГ

Од пет рејона циљева који су планирани за гађање БрАГ, при потпуној припреми када се не користи GPS, $E_{xp} > 2V_d$ при чему је средња вредност $E_{xp} = 3.64V_d$. При оптимизацији, такође грешке су незнатно веће од $2V_d$ и средња вредност је $E_{xp} = 2.54V_d$ (слика 49), чиме нису испуњени захтеви граница грешака потпуне припреме.

Табела 25: Сумарне средишне грешке потпуне припреме БрАГ-17

Гађа	бр.циљ а	а	b	DtC	Пе	Vd	Vp	Без GPS-а		Са GPS-ом	
								Exp	Eyp	Exp	Eyp
БрАГ -17	КВ 601	50	150	10440	смањено	27	5.7	97.97	73.12	75.44	35.48
	КВ 602	100	150	6750	друго	23	5.0	82.07	67.59	53.19	21.29
	НЗВ 603	50	150	6120	друго	21	4.5	78.87	66.79	48.11	20.14
	КВ 604	50	150	9602	смањено	25	5.1	91.73	72.54	67.14	31.42
	КВ 605	50	150	9347	смањено	25	5.0	90.5	71.49	65.46	29.26

Али пошто су вредности ближе граничној вредности потпуне припреме него граничној вредности скраћене припреме и с тиме да се у изузетним случајевима може прећи са скраћене припреме почетних елемената за гађање на групно гађање, може се констатовати да су сумарне грешке прихватљиве.



Слика 49: Грешке потпуне припреме по планираним рејонима циљева за БрАГ

Следећи корак је прорачун сумарне грешке опаљивања из једног оруђа што је приказано у табелама 26 и 27.

Табела 26: Прорачун вредности сумарне грешке опаљивања из оруђа БрРГ-17

Гађа	бр.циљ а	Без GPS-а		Са GPS-ом		Без GPS-а		Са GPS-ом	
		Ехр	Еур	Ехр	Еур	Ех	Еу	Ех	Еу
БрРГ -17	КВ 701	88.13	71.97	62.14	26.04	103.88	94.99	67.38	67.25
	КВ 702	80.62	68.32	50.92	20.55	112.87	81.81	54.91	49.47
	НЗВ 703	81.68	69.01	52.59	21.64	108.22	84.06	56.87	52.65
	КВ 704	79.68	67.97	49.42	19.91	114.34	80.97	53.28	48.30
	КВ 705	98.08	95.98	75.59	67.04	136.55	119.98	101.04	98.38
	КВ 706	102.6	92.6	68.43	76.55	115.03	123.69	102.68	112.18
	КВ 707	92.3	97.06	68.03	70.11	106.94	122.66	97.69	102.67

У колонама 9 и 10 табела 26 и 27 су дате вредности сумарне средишне грешке опаљивања из једног оруђа када се не користи релативно позиционирање а у колонама 11 и 12 су дате вредности сумарне средишне грешке опаљивања из једног оруђа када се користи релативно позиционирање у геотопографском обезбеђењу операције.

Табела 27: Прорачун вредности сумарне грешке опаљивања из једног оруђа БрАГ-17

Гађа	бр.циља	Без GPS-а		Са GPS-ом		Без GPS-а		Са GPS-ом	
		Ехр	Еур	Ехр	Еур	Ех	Еу	Ех	Еу
БрАГ- 17	КВ 601	97.97	73.12	75.44	35.48	101.62	73.34	83.37	35.93
	КВ 602	82.07	67.59	53.19	21.29	85.23	67.77	57.29	21.87
	НЗВ 603	78.87	66.79	48.11	20.14	81.62	66.94	52.16	20.64
	КВ 604	91.73	72.54	67.14	31.42	95.08	72.72	74.13	31.83
	КВ 605	90.5	71.49	65.46	29.26	93.89	71.66	71.70	29.68

Управо разлика у вредностима сумарних средишних грешака опаљивања из једног оруђа, када се користи и када се не користи GPS, представља улазне вредности за израчунавање и различите вероватноће погађања циљева према обрасцу (5.19).

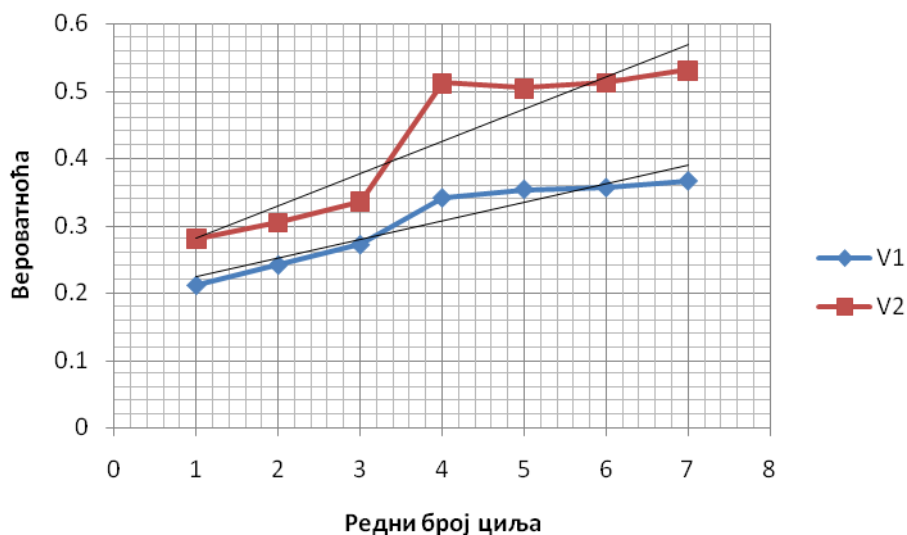
Вероватноћа погађања износи V_1 (колона 3, табела 28 и 29.) ако је средњи погодак померен по даљини за E_x и по правцу за E_y потпуне припреме почетних

елемената у односу на центар циља при чему се користи карта за одређивање б/р артиљеријских јединица.

Табела 28: Вероватноће погађања циљева БрРГ-17

Гађа	бр. циља	V ₁	V ₂
БрРГ-17	КВ 701	0.34160	0.51144
	КВ 702	0.35698	0.51288
	КВ 703	0.36676	0.53105
	НЗВ 704	0.35432	0.50397
	КВ 705	0.21193	0.27963
	КВ 706	0.24199	0.30366
	КВ 707	0.27215	0.33519

Вероватноћа погађања износи V₂ ако је средњи погодак померен по даљини за E_x и по правцу за E_y потпуне припреме почетних елемената у односу на центар циља при чему се користи метод релативног позиционирања за одређивање б/р артиљеријских јединица.



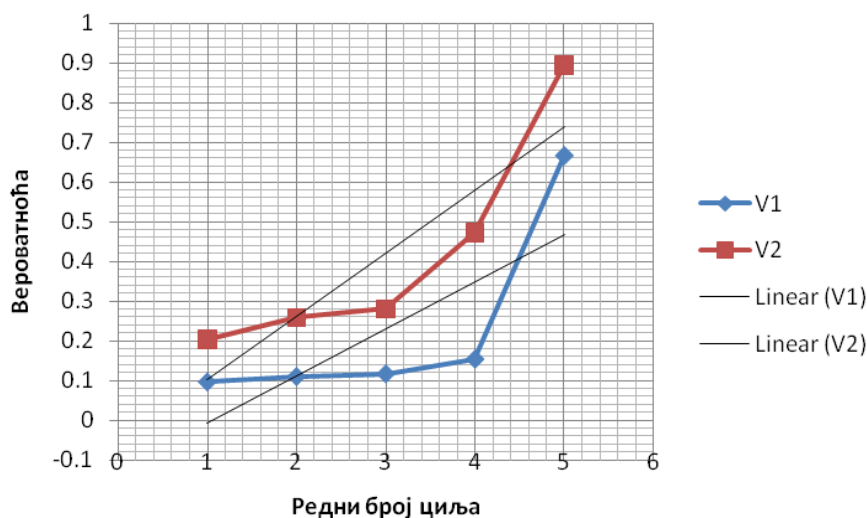
Слика 50: Упоредни приказ вероватноћа погађања циљева БрРГ-17

На основу табеле 28 и 29, графички су приказане вероватноће погађања планираних рејона циљева на слици 50 и 51.

Табела 29: Вероватноће погађања циљева БрАГ-17

Гађа	бр.циља	V ₁	V ₂
БрАГ-17	КВ 601	0.09869	0.20290
	КВ 602	0.66701	0.89395
	НЗВ 603	0.15584	0.47251
	КВ 604	0.11222	0.25818
	КВ 605	0.11879	0.28033

Просечне линеарности показују како расту вероватноће погађања по циљевима тако се и повећава и разлика ΔV , зато што је нагиб V_2 израженији и посебно се то уочава код БрАГ. Разлог боље вероватноће погађања БрАГ је мања слика растурања погодака на циљу.



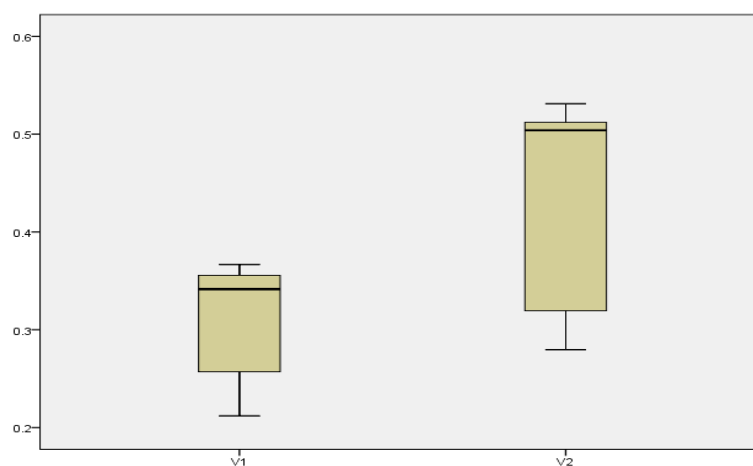
Слика 51: Упоредни приказ вероватноћа погађања циљева БрАГ-17

Вероватноћа погађања се повећава за сваки планирани рејон циљева при употреби релативног позиционирања, просечно у БрРГ за 11.89% и у БрАГ за 19.11% (табела 30 и слика 52), тиме је *верификована друга разрађујућа хипотеза*.

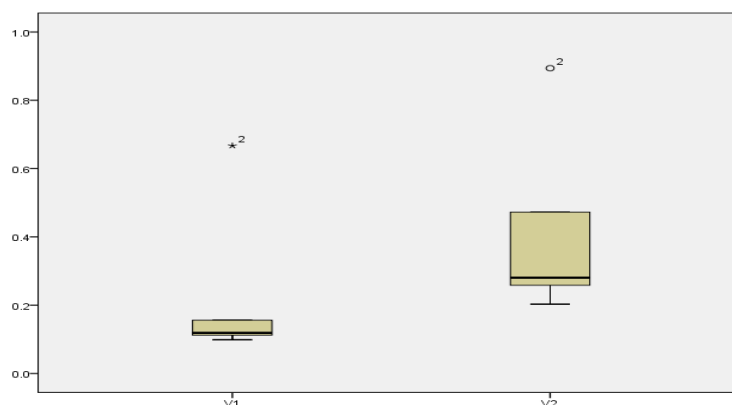
Табела 30: Дескриптивна статистика величина V_1 и V_2 за БрРГ и БрАГ

јединица	var	N	Минимална вредност	Максимална вредност	Стандардна девијација	Аритметичка средина	$\bar{v}_1 - \bar{v}_2$
БрРГ-17	V1	7	0.21	0.37	0.06322	0.3065	0.1189
	V2	7	0.28	0.53	0.11299	0.4254	
БрАГ-17	V1	5	0.10	0.67	0.24493	0.2305	0.1911
	V2	5	0.20	0.89	0.28293	0.4216	

Дескриптивна статистика је представљена графички на слици 52, како би се боље уочиле разлике у вероватноћама погађања.



а.)



б.)

Слика 52: Приказ V_1 и V_2 : а.) за БрРГ; б.) за БрАГ.

Утрошак муниције је израчунат по обрасцу (5.24), у прорачуну су уврштени сви квантификовани услови у операцији који утичу на ватрене могућности: врста циља, норме утрошка пројектила, површина циља и коефицијент даљине гађања. Поред наведених коефицијената нису приказани коефицијенти неутралисања, припреме

почетних елемената и подешавања упаљача јер су њихове вредности једнаке јединици и не утичу на утрошак пројектила. Израчунат је утрошак пројектила за БрРГ-17 у табели 31.

Табела 31: Утрошак ТФ ракета 128мм М77 БрРГ-17 по планираним рејонима циљева

Гађа	Бр.	Врста циља	Утрошак по норми	Рс (ha)	kg	Up1
БрРГ-17	KB 701	Батерија неоклопљених оруђа у заклону	320	циљ	1.3	416
	KB 702	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1	1080
	НЗВ 703	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1	1080
	KB 704	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1	1080
	KB 705	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1.84	1987
	KB 706	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1.76	1901
	KB 707	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1.674	1808

Израчунат је утрошак пројектила за БрАГ-17 у табели 32, где су коришћена формацијска средства у топографско геодетским радовима.

Табела 32: Утрошак ТФ пројектила 122мм БрАГ-17 по планираним рејонима циљева

Гађа	Бр.	Врста циља	Утрошак по норми ¹⁷¹	Рс (ha).	kg ¹⁷²	Up1
БрАГ-17	KB 601	Батерија неоклопљених оруђа у заклону	210	циљ	1.24	260
	KB 602	Оклопни транспортери ван заклона	180	6	1	1080
	НЗВ 603	ж/с и в/с и друга средства ван заклона	20	3	1	60
	KB 604	Оклопни транспортери ван заклона	180	3	1	540
	KB 605	ж/с и в/с и друга средства ван заклона	20	3	1	60

¹⁷¹ Норме утрошка пројектила Прилог 3. табела 1.

¹⁷² Коefицијент даљине гађања. плус 20% на норму за сваки км преко 10 км даљине.

Следећи корак је одређивање математичких очекивања броја погодака према обрасцу (5.25), за сваки циљ при вероватноћама погађања V_1 и V_2 , и добијеном утрошку пројектила U_{p1} за БрРГ и БрАГ (табеле 33 и 34).

Табела 33: Прорачун математичког очекивања по циљевима за БрРГ-17

Гађа	Циљ	V_1	V_2	U_{p1}	MO_1	MO_2
БрРГ-17	КВ 701	0.34160	0.51144	416	142	213
	КВ 702	0.35698	0.51288	1080	386	554
	КВ 703	0.36676	0.53105	1080	396	574
	НЗВ 704	0.35432	0.50397	1080	383	544
	КВ 705	0.21193	0.27963	1987	421	556
	КВ 706	0.24199	0.30366	1901	460	577
	КВ 707	0.27215	0.33519	1808	492	606

У табели 34 одређено је математичко очекивање броја погодака за БрАГ када се користи и када се не користи GPS.

Табела 34: Прорачун математичког очекивања по циљевима за БрАГ-17

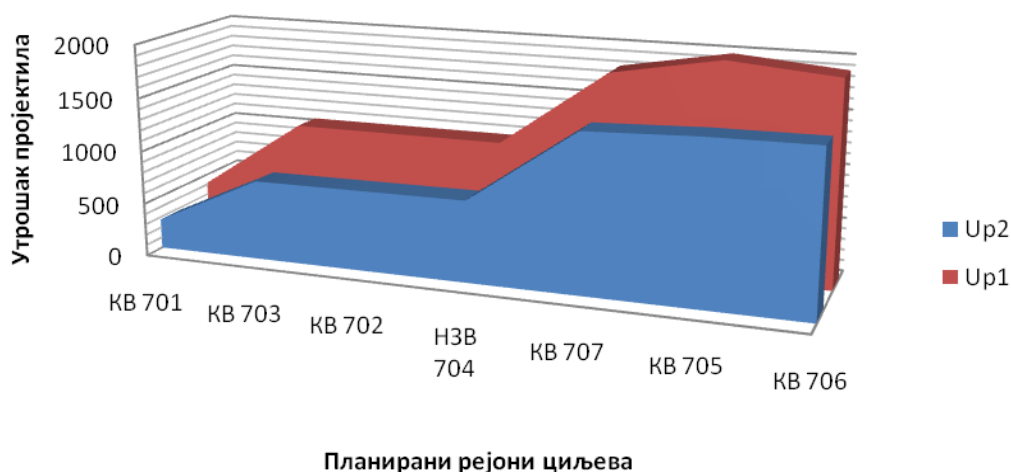
Гађа	циљ	V_1	V_2	U_{p1}	MO_1	MO_2
БрАГ-17	КВ 601	0.09869	0.20290	260	26	53
	КВ 602	0.66701	0.89395	1080	720	965
	НЗВ 603	0.15584	0.47251	60	9	28
	КВ 604	0.11222	0.25818	540	61	139
	КВ 605	0.11879	0.28033	60	7	17

Наредни корак је прорачун оптимизованог утрошка пројектила U_{p2} и уштеде пројектила ΔU_p за циљеве које гађа БрРГ и БрАГ уз помоћ образаца (5.31) и (5.33). Решења прорачуна су дата у табели 35 и 36.

Табела 35: Прорачун уштеде пројектила по циљевима за БрРГ-17

Гађа	циљ	V ₁	V ₂	Up1	MO ₁	MO ₂	Up2	ΔUp
БрРГ-17	КВ 701	0.34160	0.51144	416	142	213	278	138
	КВ 702	0.35698	0.51288	1080	386	554	752	328
	КВ 703	0.36676	0.53105	1080	396	574	746	334
	НЗВ 704	0.35432	0.50397	1080	383	544	759	321
	КВ 705	0.21193	0.27963	1987	421	556	1506	481
	КВ 706	0.24199	0.30366	1901	460	577	1515	386
	КВ 707	0.27215	0.33519	1808	492	606	1468	340

Према прорачуну утrophка пројектила Up1 и након оптимизације Up2, представљене су зависности Up1 и Up2 за БрРГ на слици 56.



Слика 53: Утrophци пројектила Up1 и Up2 по планираним рејонима циљева за БрРГ

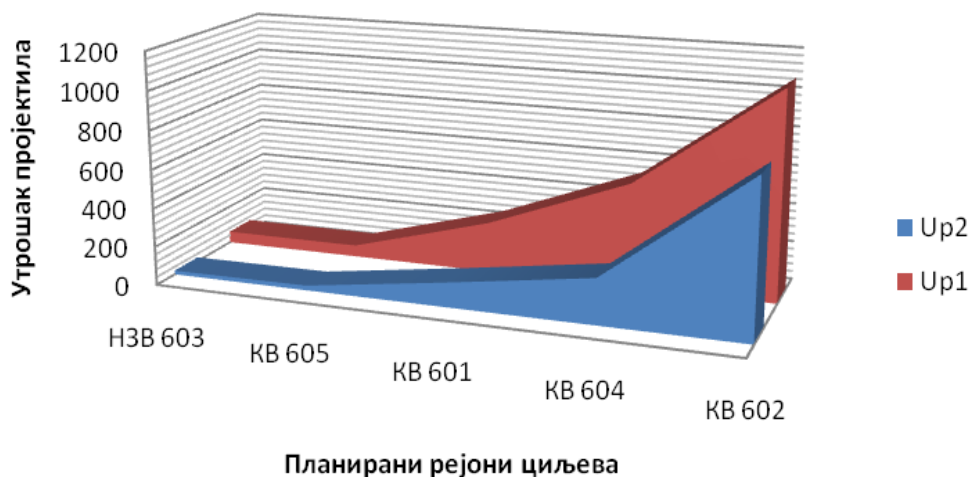
Простирање зависности у односу на хоризонталну осу односно осенчене површине указују утrophак пројектила по планираним рејонима циљевима. Близина једне од друге криве представља оптимизацију утrophка пројектила.

Табела 36: Прорачун уштеде пројектила по циљевима за БрАГ-17

Гађа	циљ	V ₁	V ₂	Up1	MO ₁	MO ₂	Up2	ΔUp
БрАГ-17	КВ 601	0.09869	0.20290	260	26	53	127	134
	КВ 602	0.66701	0.89395	1080	720	965	806	274
	НЗВ 603	0.15584	0.47251	60	9	28	20	40
	КВ 604	0.11222	0.25818	540	61	139	235	305

	KB 605	0.11879	0.28033	60	7	17	25	35
--	--------	---------	---------	----	---	----	----	----

Према прорачуну утрошка пројектила U_{p1} и након оптимизације U_{p2} , представљене су зависности U_{p1} и U_{p2} за БрАГ на слици 54. Када се упореде осенчене површине за БрАГ и БрРГ уочава се да је оптимизација утрошка пројектила за планиране рејоне циљева у БрАГ израженија.



Слика 54: Утрошци пројектила U_{p1} и U_{p2} по планираним рејонима циљева за БрАГ

У одбрамбеној операцији „Колубара“ артиљеријска ватрена подршка се изводи кроз три фазе:

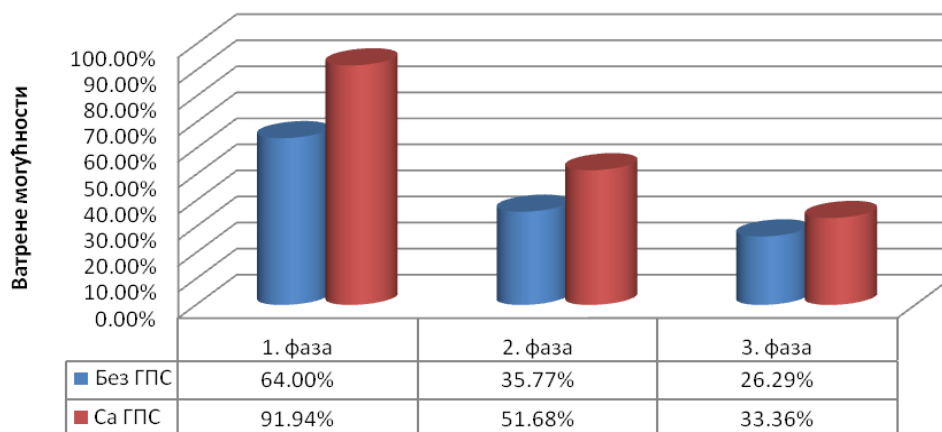
- У првој фази, артиљеријско-ракетна ватрена подршка (АРВП) у извођењу одбране испред предњег краја, се реализује један задатак са планираним остваривањем ватри по следећим рејонима циљева:
 - KB 702 неутралише БрРГ;
 - KB 602 неутралише БрАГ;
- У другој фази, артиљеријско-ракетна противприпрема, се реализују два задатака са планираним остваривањем ватри по следећим рејонима циљева:
 - KB701, KB703, KB704 неутралише БрРГ;
 - KB601, KB603 неутралише БрАГ.
- У трећој фази, артиљеријско-ракетна ватрена подршка у одбрани по дубини, се реализује један задатак са планираним остваривањем ватри по следећим рејонима циљева:

- KB705, KB706, KB707 неутралише БрРГ;
- KB604, KB605 неутралише БрАГ.

Табела 37: Ватрене могућности БрРГ по фазама артиљеријске ватрене подршке

Гађа	Фаза АВП	циљ	б/к	$\frac{Up1}{b/k}$	$\frac{Up2}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up1}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up2}{b/k}$	Бре H C	Vm		ΔV m [%]	
									Без упот ребе GPS	Са употр ебом GPS		
БрРГ- 17	1.фаза	KB 702	1152	0.93750	0.65253	0.9375	0.652	0.6	0.64	0.9194	27.9	
	2. фаза	KB 701		0.36111	0.24119				2.2361	1.547	0.8	0.357
		KB 703		0.93750	0.64748							
		НЗВ 704		0.93750	0.65912							
	3.фаза	KB 705			1.72500	1.30737	4.9443	3.896	1.3	0.262	0.3336	7.07
		KB 706			1.65000	1.31490						
		KB 707			1.56938	1.27424						

У табелама 37 и 38 се одређују ватрене могућности по фазама артиљеријске ватрене подршке у одбрамбеној операцији. Према њима се види да ли је добро урађена планирана расподела муниције по фазама.



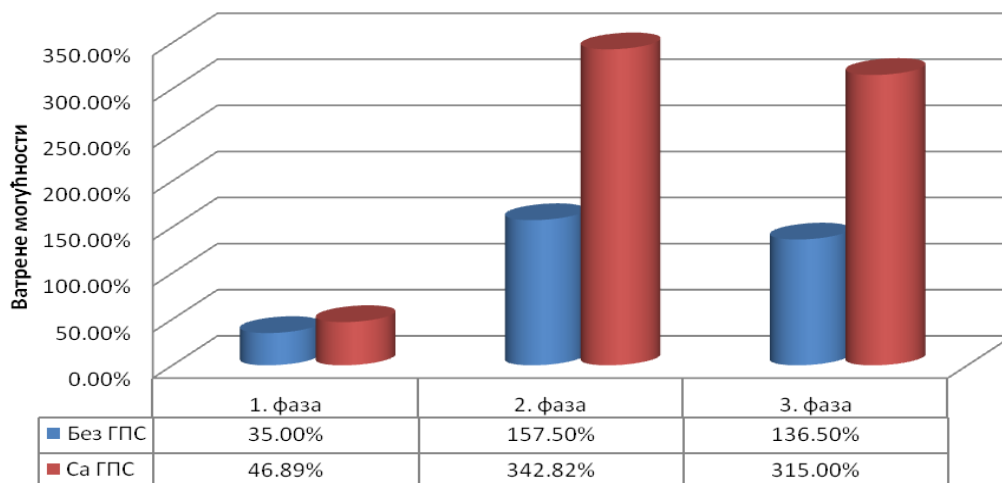
Слика 55: Ватрене могућности БрРГ по фазама артиљеријске ватрене подршке у нападној операцији

Ватрене могућности БрРГ по фазама извођења артиљеријске ватрене подршке приказане су на слици 55 одакле се види да је артиљеријска ватрена подршка у првој фази у БрРГ задовољавајућа јер су ватрене могућности 64% односно оптимизоване 91.94%. Са оптимизованим ватреним могућностима у првој фази може да се гађа планирани рејон циља. У другој фази након оптимизације V_m прелазе из опсега делимично задовољавајуће у задовољавајуће. У трећој фази после оптимизације V_m прелазе из опсега незадовољавајуће у делимично задовољавајуће.

Табела 38: Ватрене могућности БрАГ по фазама артиљеријске ватрене подршке

Гађа	Фаза АВП	циљ	б/к	$\frac{Up1}{b/k}$	$\frac{Up2}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up1}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{Up2}{b/k}$	Одобрен бр. б/к	V_m		ΔV_m [%]
									Без употребе GPS	Са употребе GPS	
БрАГ -17	1. фаза	КВ 602	630	1.71428	1.27936	1.7142	$\frac{1.279}{3}$	0.6	0.35	0.4689	11.90
	2. фаза	КВ 601		0.41269	0.20158	0.5079	$\frac{0.233}{3}$	0.8	1.575	3.4285	185.36
		НЗВ 603		0.09523	0.03174						
	3. фаза	КВ 604		0.85714	0.37301	0.9523	$\frac{0.412}{6}$	1.3	1.365	3.15	178.50
		КВ 605		0.09523	0.03968						

Ватрене могућности БрАГ по фазама извођења артиљеријске ватрене подршке приказане су на слици 56. У првој фази Vm су делимично задовољавајуће и са оптимизацијом може да се неутралише пола циља. У другој фази са два планирана рејона за гађање остаје муниције у резерви док се тај број са оптимизацијом учетворостручује. У трећој фази са два планирана рејона циљева за гађање остаје муниције у резерви док се тај број са оптимизацијом ушестостручује.



Слика 56: Ватрене могућности БрАГ по фазама артиљеријске ватрене подршке у нападној операцији

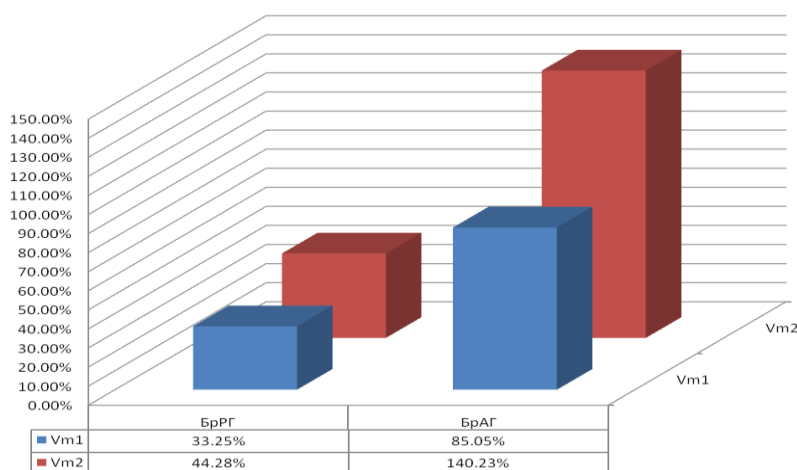
Последњи корак је утврђивање ватрених могућности БрРГ и БрАГ када се користи и када се не користи GPS по обрасцу (5.35.) на основу утрошка пројектила U_{p1} , оптимизованог утрошка пројектила U_{p2} , броја муниције у борбеном комплету и одобреног броја борбених комплета.

Табела 39: Ватрене могућности БрРГ и БрАГ када се користи и када се не користи GPS

Гађа	циљ	б/к	$\frac{U_{p1}}{b/k}$	$\frac{U_{p2}}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{U_{p1}}{b/k}$	$\sum_1^{11} \frac{U_{p2}}{b/k}$	Одобрен бр. б/к	Vm		ΔVm
								Без употребе GPS	Са употребом GPS	
БрРГ -17	КВ 702	1152	0.93750	0.65253	8.11	6.09	2.7	0.33259	0.4428	11.03%
	КВ 701		0.36111	0.24119						
	КВ 703		0.93750	0.64748						
	НЗВ 704		0.93750	0.65912						
	КВ 705		1.72500	1.30737						
	КВ 706		1.65000	1.31490						

	KB 707		1.56938	1.27424						
БрАГ -17	KB 602	630	1.71428	1.27936	3.17	1.92	2.7	0.8505	1.4023	55.18%
	KB 601		0.41269	0.20158						
	НЗВ 603		0.09523	0.03174						
	KB 604		0.85714	0.37301						
	KB 605		0.09523	0.03968						

Када се погледају ватрене могућности, артиљеријско ватрене подршке бригаде у одбрамбеној операцији (слика 57), може се уочити да оне расту при оптимизацији тако да за БрПГ у опсегу делимично задовољавајућих се повећавају за 11.03% а за БрАГ се повећавају за 55.18% у опсегу задовољавајуће, с тим што при оптимизацији део муниције остаје у резерви. Оптимизација је у већој мери утицала на ватрене могућности у БрАГ него код БрПГ зато што су вероватна одступања по правцу и даљини у БрПГ вишеструко већа.



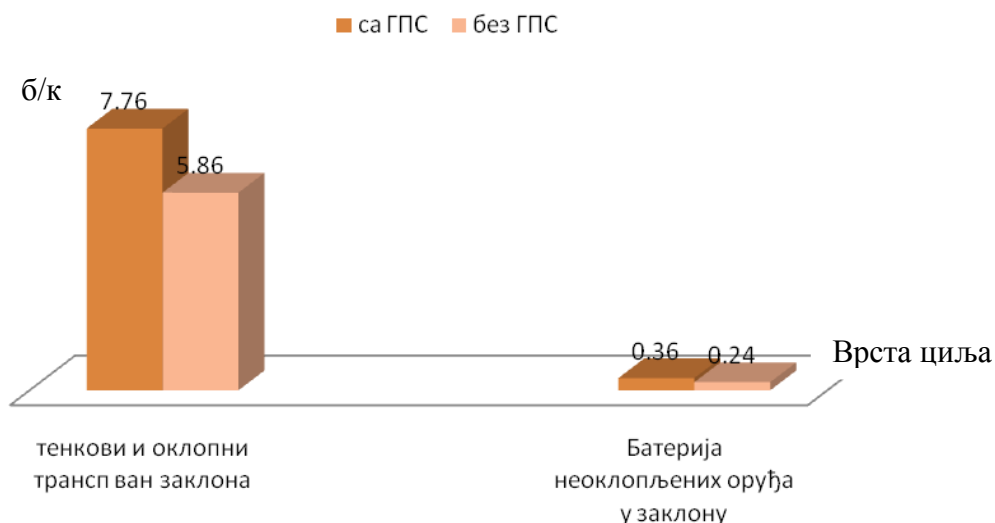
Слика 57: Оптимизација ватрених могућности артиљеријско ватрене подршке бригаде у нападној операцији

Према добијеним резултатима у табели 39 и 40, ватрене могућности се повећавају при употреби релативног позиционирања, у БрПГ за 11.03% а у БрАГ за 55.18%, тиме је верификована четврта разрађујућа хипотеза.

Потребно је приказати оптимизацију артиљеријске ватрене подршке кроз број додатних циљева који се могу гађати. Разлика утрошка пројектила (слика 58), на главном правцу одбране, је добијена за следеће планиране рејоне циљева:

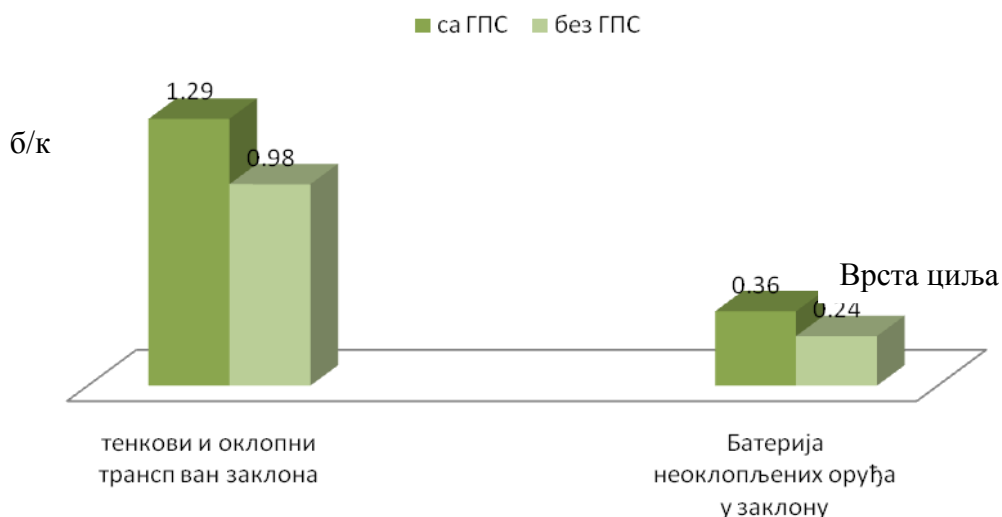
- Шест рејона циљева су тенкови и оклопни транспортери ван заклона

- Један циљ је батерија неоклопљених оруђа у заклону



Слика 58: Укупан утрошак пројектила у б/к по врстама планираних рејона циљева у БрРГ

Када се сумирају сви утрошци изражени у б/к за планиране ватре може се уочити да се са оптимизацијом уштеди 2.02 б/к. Ова вредност се може узети у обзир када су ватрене могућности 100%, али у реалним околностима V_m су мање и да би се добила колика је оптимизација прво се рачуна просечан утрошак по врстама циљева у операцији (слике 59 и 61).



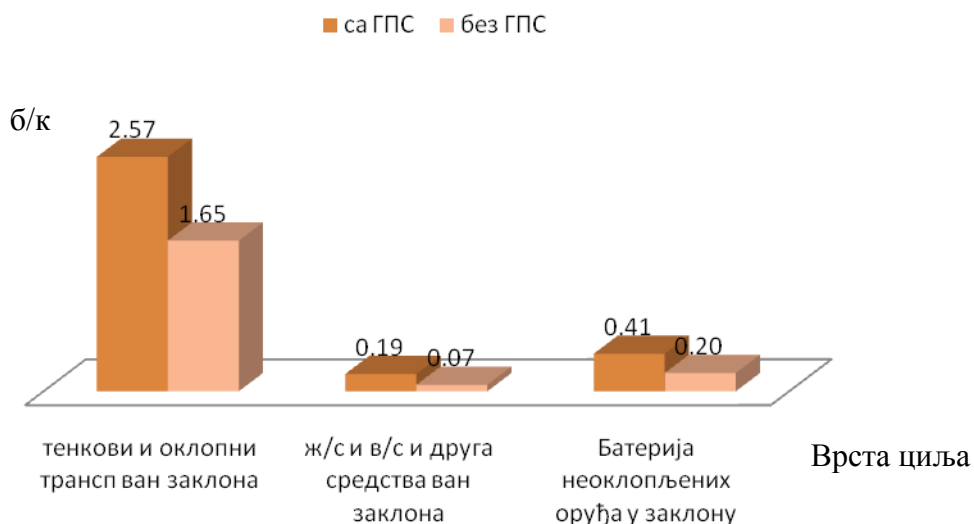
Слика 59: Просечан утрошак пројектила по врстама планираних рејона циљева у БрРГ

На помоћном правцу напада планирано је да се гађају следећи рејони циљева :

- Два рејона циљева су жива сила и ватрена средства ван заклоне.

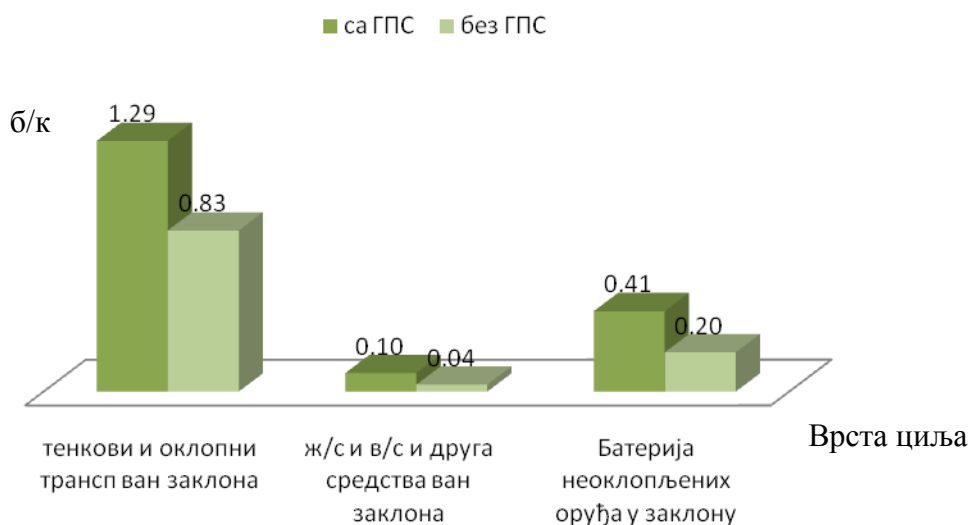
- Два рејона циљева су тенкови и оклопни транспортери ван заклона.
- Један циљ је батерија неоклопљених оруђа у заклону.

Разлика утроска пројектила за сваку врсту циља је графички приказана на слици 60. Када се сумирају сви утросци изражени у б/к са оптимизацијом се уштеди тако да се могу гађати сви планирани циљеве V_m постаје 100% и у резерви остаје још 0.77 б/к.



Слика 60: Укупан утросак пројектила у б/к по врстама планираних рејона циљева у БрАГ

У артиљеријској ватреној подршци БрАГ израчунате су просечне вредности утроска пројектила за сваку врсту циља и то без оптимизације и са оптимизацијом, слика 61.



Слика 61: Просечан утрошак пројектила у б/к по врстама планираних рејона циљева у БрАГ

Резултати прорачуна уштеде пројектила изражене у б/к по фазама артиљеријске ватрене подршке према одобреном броју борбених комплекта дате су у табели 40 за БрРГ.

Табела 40: Уштеда пројектила према одобреном броју б/к у операцији „Колубара“ за БрРГ

Гађа	Фазе АВП	Рb1	Рb2	Об1	Об2	ΔОб/к
БрРГ	1. фаза	0.94	0.65	0.60	0.44	0.16
	2. фаза	2.24	1.55	0.80	0.56	0.24
	3. фаза	4.94	3.90	1.30	1.03	0.27
<i>АВП на главном правцу</i>		<i>8.12</i>	<i>6.10</i>	<i>2.70</i>	<i>2.03</i>	<i>0.67</i>

На основу просечног утрошка по врстама планираних рејона циљева (слике 59 и 61) и уштеде пројектила према одобреном броју б/к (табела 40) може се закључити да на главном правцу одбране где артиљеријску ватрену подршку изводи БрРГ, оптимизацијом се обезбеђује додатно гађање са 0.67 б/к. Када ову вредност претворимо према просечном утрошку за одређену врсту циља може се неутралисати додатно 2/3 циља тенкови и оклопни транспортери ван заклона. Пошто су ватрене могућности најслабије у трећој фази, са уштеђеним пројектиlima највероватније ће се гађати планирани рејон циља из треће фазе.

На помоћном правцу одбране, због веће прецизности оруђа, оптимизацијом се обезбеђује гађање свих планираних рејона циљева и у резерви остаје још 0.77 б/к. Са уштеђеним пројектиlima може да се неутралише још један новооткривени циљ тенкови и оклопни транспортери ван заклона у потребној фази операције.

ЗАКЉУЧАК

Артиљеријске и ракетне јединице за подршку, представљају сложене социотехничке системе. Ватрене могућности у операцијама су истовремено услов постојања и функционисања. Оптимизација ватрених могућности артиљеријске ватрене подршке у операцијама, са аспекта примене савремених средстава позиционирања у геотопографском обезбеђењу, представља меру унапређења утроска пројектила артиљерије за подршку.

У савременим операцијама где су време и брзина реаговања један од најважнијих критеријума ефикасности артиљеријске ватрене подршке, недопустиво је да норме за одређивање координата тражене тачке на потпуној основи буду до сат времена у дневним условима. Ово су норме за садашња формацијска средства. У ове норме није урачунато време доласка до тачке и време припреме за рад инструмената већ само мерења и обрада података. Ако се ради у ноћним условима наведена норма се по правилу удвостручава, али често није ни могуће одредити координате ноћу са садашњим формацијским средствима. Овакав метод позиционирања треба да служи као помоћни метод односно резервна варијанта GPS-у, као што је и предложено у решењима армија развијених земаља. Услов у раду је био да се користе средства и начини позиционирања чија је укупна норма одређивања координата до 20 минута. Рад са GPS-ом задовољава овај услов а од конвенционалних начина овај услов задовољава ТГП по карти, упоређењем карте са земљиштем.

У раду су истражене могућности и начин унапређења артиљеријске ватрене подршке, при увођењу у употребу GPS пријемника у припремном делу операције Војске Србије. На основу резултата истраживања добијене су уштеде утрошака пројектила чиме су створени услови за њихово реално сагледавање и процењивање колико циљева се додатно може гађати у току операције. Реалним одређењем и правилним планирањем утрошка пројектила испољава се утицај на моделовање ватрених могућности како по фазама тако и у целини, чиме се доприноси побољшању функционисања артиљеријске ватрене подршке и развоју тока целе операције.

Постојећа артиљеријска ватрена подршка и њени садржаји су засновани на старомодним, спорим методама који се реализују средствима чије су случајне грешке недозвољено високе. У борбеним дејствима оружаних снага развијених земаља ефекти по циљевима артиљеријске ватрене подршке су далеко већи зато што се глобални позициони систем примењује не само у одређивању борбеног распореда снага и оријентисању оруђа већ и у аутоматском навођењу пројектила на циљ.

За оптимизацију артиљеријске ватрене подршке применом GPS-а полази се од средње вероватне грешке GPS пријемника релативног позиционирања у потпуној припреми почетних елемената за гађање. Како би се ова грешка пројектовала на математичко очекивање броја погодака по циљу, коректура се не изводи за поправку ове грешке, да би се одредио њен утицај на ефекат гађања. Коректура као нежељена фаза гађања се изоставља када се врши потпуна припрема почетних елемената за гађање а изузетно при скраћеној припреми. Са потпуне припреме почетних елемената за гађање се директно прелази на групно гађање тако да се остварује ефекат изненађења и осматрање циљева није потребно. Дакле, цео поступак оптимизације се провлачи кроз потпуну припрему почетних елемената за гађање.

На основу теорије грешака, теорије вероватноћа и теорије гађања дефинисана је оптимизација артиљеријске ватрене подршке у операцијама применом GPS-а. Поступак показује у којој мери средња вероватна грешка начина позиционирања у припремном делу операције утиче на ватрене могућности артиљеријске ватрене подршке у току извођења операције. Због сложености предмета истраживања и примени варијабли из теорије гађања не може се бити сигурно да ли је у реалним околностима борбених операција остао необухваћен изван број варијабли. Чиниоци и варијабле које се нису могле на ваљан начин математички описати и изразити, дефинисане су као ограничења. Тако да недефинисане варијабле утичу на исход оба метода у истој мери, топографско-геодетске припреме са GPS-а и конвенционалне ТПП.

У зависности од врсте средстава за позиционирање, коришћене су средње вероватне грешке као улазне вредности оптимизације. Сврставањем средње вероватне грешке топографско геодетских радова, као основног садржаја потпуне припреме почетних елемената за гађање, обезбеђена је тежинска квантификација утицаја на сумарне грешке припреме почетних елемената за гађање. У циљу бржег прорачуна сумарних грешака потпуне припреме почетних елемената за гађање коришћен је програм ГППЕ (Прилог 4). Аутоматизација прорачуна је неопходна због обима. Прорачун се ради за сваки циљ понаособ. Групна гађања по циљевима у операцији се изводе са добијеним почетним елементима за гађање у којима је одређена средишња сумарна грешка. У операцији, артиљеријска ватрена подршка се изражава ефектима групних гађања (неутралисање од 25%) по планираним ватрама (Прилог 1 и 2). При чему се одређује математичко очекивање броја погодака када се не користи GPS у ТПП припреми при табличном утрошку пројектила уз одређену вероватноћу погађања циља. За исто математичко очекивање броја погодака само при вероватноћи погађања када се употребљава GPS у припреми одређује се оптимизовани утрошак пројектила. Разлика утрошака пројектила у условима када се користи и када се не користи GPS представља уштеду пројектила при неутралисању циљева у датој операцији. Оптимизација ватрених могућности је директно сразмерна уштеди пројектила.

Приказани начин оптимизације има следеће карактеристике: (1) омогућен је брз увид у степен утицаја грешке неког средства на математичко очекивање броја погодака по циљу; (2) формулисан је теоријско-методолошки и методски приступ за одређивање ватрених могућности артиљеријске и ракетне групе у операцији; (3) омогућено је динамичко праћење ватрених могућности током операције; (4) прецизно одређивање броја утрошених пројектила без употребе појмова просечни дивизиони циљ и просечне дивизионе ватре; (5) за конкретне услове АГ и РГ и циљева који се гађају, дефинишу се вероватноће погађања циљева које се рангирају и касније се врши избор гађања.

Оптимизација артиљеријске ватрене подршке се огледа кроз одређивање ватрених могућности за конкретну артиљеријску јединицу у операцији када користи и када не користи GPS у припреми. Ватрене могућности бригадне артиљеријске групе и бригадне ракетне групе зависе од: (1) броја одобрених борбених комплекта у операцији; (2) броја и врста планираних артиљеријских циљева за гађање; (3) и вероватноће погађања истих циљева.

Одређен је ниво оптимизације артиљеријске ватрене подршке коришћењем GPS-а у нападној и одбрамбеној операцији ранга јединице нивоа бригаде. Приказан је

целокупан поступак одређивања, поређења и рангириња ватрених могућности артиљеријске ватрене подршке бригаде у нападу и одбрани.

Уз уважавање ограничења наведених у предмету истраживања, након извршених прорачуна, анализом добијених резултата долази се до закључка:

- Употребом релативног позиционирања у геотопографском обезбеђењу операције обезбеђује се већа вероватноћа погађања планираних рејона циљева, где се са потпуном припремом почетних елемената за гађање и изостављеном коректуром остварује изненадна артиљеријска ватрена подршка. У нападној операцији „Текериш“ вероватноћа се повећава код БрАГ за 24.09% а код БрРГ за 4.41%, у одбрамбеној операцији „Колубара“ вероватноћа се повећава за 19.11% и за 11.89%. Са повећањем вероватноће погађања смањује се утрошак пројектила.
- Применом релативног позиционирања у геотопографском обезбеђењу операције обезбеђује се повећање ватрених могућности које се огледа кроз смањење утрошка пројектила при гађању различитих врста циљева у више фаза артиљеријске ватрене подршке у току извођења одбрамбене и нападне операције. Према томе, ватрене могућности у нападној операцији „Текериш“ се повећавају код БрАГ за 36.04% а код БрРГ за 2.99%, у одбрамбеној операцији „Колубара“ ватрене могућности се повећавају за 55.18% и за 11.03%.
- Коришћењем релативног позиционирања у геотопографском обезбеђењу операције унапређује се ефикасност ангажованих снага на задацима артиљеријске ватрене подршке у борбеним операцијама.

Када се повећање ватрених могућности посматра кроз допринос у току извођења операција то значи да се команданту обезбеђује следеће:

- У нападној операцији са повећањем ватрених могућности, дивизиону ЛРСВ 128мм (БрРГ) се приближно дуплирају резерве или може да се гађа додатно 2/3 циља жива сила и ватрена средства ван заклона. Ова количина уштеђених пројектила је три пута мања него при оптимизацији у ссад 122мм (БрАГ). Са повећањем ватрених могућности у ссад 122мм додатно се могу неутралисати још три циља тенкови и оклопни транспортери ван заклона и два циља жива сила и ватрена средства ван заклона.
- У одбрамбеној операцији на главном правцу, са повећањем ватрених могућности се обезбеђује додатно гађање 2/3 циља, тенкови и оклопни транспортери ван заклона. На помоћном правцу, због веће прецизности оруђа, ватрене могућности постају 100% тако да се оптимизацијом обезбеђује гађање свих планираних циљева и још се

резерви додаје 0.77 б/к. Или уместо додавања резерви, могу се гађати циљеви који су планирани на главном правцу одбране.

На основу приказаних резултата, верификоване су све разрађујуће хипотезе и потврђена заснивајућа хипотеза да применом оптимизованог процеса артиљеријске ватрене подршке, засноване на глобалном навигационом сателитском систему, унапређује се ефикасност ангажованих снага на задацима артиљеријске ватрене подршке у борбеним операцијама.

Оптимизација артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система представља један сегмент или прилог оптимизације артиљеријске ватрене подршке. Потпуна оптимизација артиљеријске ватрене подршке је неопходна ако се жели ићи у корак са развојем модерних технологија које прате оружане снаге развијених земаља.

Кроз оптимизацију артиљеријске ватрене подршке применом GPS-а уочене су тенденције усмерене на осавремењивање постојећих оруђа кроз различите модификације и увођење GPS-а уређаја за позиционирање и усмеравање на свако возило и оруђе. У блиској будућности основну структуру борбених комплекта артиљеријских оруђа ће чинити GPS самонавођени пројектили. Увођење самонавођених пројектила ће представљати коренит преокрет у артиљерији за подршку са знатним утицајем на карактер борбених дејстава на копну. Артиљеријска ватрена подршка у операцијама ће бити усресређена на појединачне а све мање на површинске циљеве односно рејоне циљева. Због промена услова извођења борбених дејстава у операцијама, узимајући у обзир и асиметрични начин ратовања, и промена карактеристика артиљеријских циљева, неопходне су промене у методу припреме и ангажовања у артиљеријској ватреној подршци у домену командовања, управљања и руковања ватром и начина одређивања елемената за групно гађање.

Специфичности проблема, предмета и циљева истраживања из домена оптимизације ватрених могућности артиљеријске и ракетне групе у операцијама и различити теоријско-методолошки приступи и сазнања могу да утичу на другачије поимање обима и садржаја појма и на поступак одређивања ватрених могућности. Због тога приказани приступ треба прихватити као теоријско-методолошко усмерење, а не као шаблон за решавање различитих проблема из артиљеријске ватрене подршке.

Оптимизација артиљеријске ватрене подршке применом GPS има значајан утицај на теорију и праксу примене и реализовање артиљеријске ватрене подршке у операцијама и то кроз његову примену у току едукације, при дефинисању јединица у

миру и рату, истраживање организацијско формацијске структуре, преиспитивање ваљаности појединих одредби уџбеника и борбених правила; промене динамике и приоритета опремања АРЈ за подршку; реалније сагледавање ватрених могућности у функцији чинилаца и прецизно формулисање тактичко техничких захтева за производњу и опремање АРЈ новим оруђима, муницијом и опремом; примењена истраживања различитог обима чији би резултати представљали поуздану основу за израду нових уџбеника, борбених правила и упутстава.

Истражени поступак оптимизације артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система има велики значај за даље унапређење ватрене подршке у операцијама различитог нивоа и значаја. Наредна истраживања треба усмерити ка следећим питањима: 1) решавању употребе артиљеријских јединица и артиљеријске ватрене подршке у асиметричним операцијама и нелинеарним условима бојишта; 2) увођење у употребу паметних пројектила како би се осавременила артиљеријска ватрена подршка; 3) истраживање у сфери интеграције целокупног система који ће бити независан и функционисати у оквиру војних потреба Војске Србије и 4) бавити се проблематиком ефикасности и ефективности артиљеријске ватрене подршке у операцијама које намеће савремено оперативно окружење.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Chatfield, A.: Fundamentals of high accuracy inertial navigation, *Progress in astronautics and aeronautics* 1997, Vol.174, AIAA.
- [2] Edison, T.: Rugby and the OODA Loop, *Rugby Magazine*, 2002, February-March.
- [3] Elliott, K.: Christopher J. Hegarty, *Understanding GPS Principles and Applications*, Second Edition, [Интернет], Доступно на: <http://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_33/ourdev_584835O21W59.pdf>, Преузето:16.09.2013. године.
- [4] *Field manual FM 3-0, Operations, Headquarters department of the army*, 2001, Washington DC.
- [5] *Field manual FM 3-34.331 (Formerly FM 5-232) Topographic Surveying*, 2001, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 16. [Интернет], Доступно на:<http://usacac.army.mil/CAC2/doctrine/CDG/cdg_resources

- /manuals/fm/fm3_34x331.pdf >, Преузето: 10.08.2013. године
- [6] *Field manual FM 6-2 Tactics, techniques, and procedures for field artillery survey*, 1993, Headquarters Department of the Army, Washington, DC, [Интернет], Доступно на: <<http://www.survivalebooks.com/free%20manuals/1965%20US%20Army%20Vietnam%20War%20Artillery%20Survey%20290.pdf>>, Преузето: 10.05.2013. год.
- [7] *Field manual 3-09.22 Field Artillery Tactics and Techniques*, 2012, Headquarters Department of the Army, Washington, DC. Chapter 3. [Интернет], Доступно на: <http://armypubs.army.mil/doctrine/dr_pubs/dr_a/pdf/atp3_09x24.pdf>, Преузето: 19.08.2014. године
- [8] Gérard, T.: The Changing World of Artillery, *Military Technology, Miltech*, 6/2010, стр 153-160, , [Интернет], Доступно на: <www.search.ebscohost.com>, Преузето: 16.09.2013. године.
- [9] *GPS Position Accuracy Measures*, Positioning Leadership APN-029 Rev 1 December 03, 2003. , [Интернет], Доступно на: <<http://www.novatel.com/assets/Documents/Bulletins/apn029.pdf>>, Преузето: 11.02.2014. године.
- [10] Gudjohnsen, D., Worthington, M.: Development of the XM982 Excalibur Fuzing System, ndia 49th annual fuze conference 5-7 april, 2005 [Интернет], Доступно на: <http://proceedings.ndia.org/5560/Wednesday/Session_III-A/Gudjohnsen.pdf>, Преузето: 26.07.2013. године.
- [11] *Joint Publication 1-02 Dictionary of Military and Associated Terms*, Department of Defense, 2007. [Интернет], Доступно на: <<https://wikileaks.org/w/images/a/a7/Jp1-02.pdf>>, Преузето: 12.10.2015. године.
- [12] Lachapelle, G., Cannon, E.: *Evaluation of GPS-Aided Artillery Positioning and Orientation Methods*, [Интернет], Доступно на: <<http://www.jmss.org/jmss/index.php/jmss/article/view/20/19>>, Преузето: 26.07.2013. године.
- [13] Moorhead, J.: Improving the Accuracy of Conventional Cannon Rounds, *Artillery Field*, 2007, Volume 1. стр 33-38.
- [14] *STANAG 2373, 1989*, NATO Standardization Agency. [Интернет], Доступно на: <<http://www.freestd.us/soft4/3674239.htm>>, Преузето: 13.09.2013. године.
- [15] *STANAG 2934 or Artillery Procedurs P-1(B), 2009*, [Интернет], Доступно на: <http://zumorc.de/focourse/AArtyP-1_B.pdf>, Преузето: 18.02.2014. године.
- [16] *Standard Operating Procedure, fire support artillery*, 2011, J3-CUOPS1, pp. 11.

- [17] Thomas, C.: Command and Control at the crossroads 1996., [Интернет], Доступно на: <<http://www.army.mil/usawc/Parameters/96autumn/czerwins.htm>>, Преузето: 16.09.2013. године.
- [18] Valpolini, P.: Artillery needs A1 mobility, *armada International*, 2010, <http://connection.ebscohost.com/c/articles/48267116/artillery-needs-a1-mobility>
- [19] Weirong, Z.: Beidou satellite navigation system to cover whole world in 2020, стр.1. [Интернет], Доступно на: <[http:// Eng.chinamil.com.cn](http://Eng.chinamil.com.cn)>, Преузето: 18.02.2014. године.
- [20] Why Did the Department of Defense Develop GPS?". Trimble Navigation Ltd. , 2007. [Интернет], Доступно на: <<http://www.trimble.com/gps/whygps.shtml#0>>, Преузето: 15.07.2014. године.
- [21] Why Europe needs Galileo, ESA, 2010. [Интернет], Доступно на: <http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/Why_Europe_needs_Galileo>, Преузето: 15.09.2014. године.
- [22] *Артиљеријско правило гађања*, 1991, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, УА-2-1, ВИЗ Београд.
- [23] Божић, Б.: *Глобални систем позиционирања*, Виша грађевинско-геодетска школа у Београду, 2001, Београд.
- [24] Божић, Б.: *Пример непокретности применом технологије Глобалног система позиционирања*, Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2005, Београд.
- [25] *Борбене могућности механизоване бригаде у одбрани и у нападу*, студија, 1987, Београд.
- [26] *Борбено правило артиљерије*, 2013, КоВ, Београд.
- [27] Босиљчић, М.: Коришћење ГПС пријемника за оријентацију радара и противавионских топова 40мм Л/70, *Нови гласник*, 2006, број 3, стр. 21-28.
- [28] Видаковић, В., Ковач М.: Пројектовање војних операција, стр 149-166, *Пројектни менаџмент и операције Војске Србије*, 2012, Београд, Новембар 22-23.
- [29] *Војна доктрина Руске федерације*, 1999, Краснаја звезда, Москва.
- [30] *Војна енциклопедија*, Војноиздавачки завод, Београд, 1985.
- [31] *Војни лексикон*, Војноиздавачки завод, Београд 1981.
- [32] Волков, В.: Тачност међуконтиненталних балистичких ракета, 1992, *Мадиносцаентист*, Москва.

- [33] Гиговић, Љ.: *Географски информациони систем*, уџбеник, 2014, Медија центар Одбрана.
- [34] Глишић, Г., Тугомир, К.: Примена уређаја за глобално позиционирање у артиљеријским јединицама ватрене подршке, стр. 55-59, Научно стручни скуп одбрамбене технологије, Београд, 2007, Октобар 03-05.
- [35] Грбо, С.: Методологија оцењивања артиљеријских посредних бојних гађања, *Нови гласник*, 2000, број 3, стр 43-49.
- [36] Грбо, С.: Припрема почетних елемената у батерији у условима у борби у сусрету, *Нови гласник*, 1999, број 2, стр. 43-47.
- [37] Грбо, С.: Скраћена припрема почетних елемената за гађање у артиљерији, *Нови гласник*, 2004, број 2, стр. 83-86.
- [38] Група аутора катедре артиљерије, *Артиљерија, тактичко оперативна употреба*, ГШ ЈНА УА, 1976, Београд.
- [39] *Доктрина Војске Србије*, 2010, МО, ПН ВС, Београд.
- [40] *Доктрина Копнене Војске*, 2012, Управа за планирање и развој Ј-5, Београд.
- [41] *Доктрина операција Војске Србије*, 2012, МО, ГШВС, ЗОК.
- [42] Ђорђевић, Б.: Ефекти артиљеријске ватре, *Нови гласник*, 1993, број 3-4, стр. 59-65.
- [43] Ђорђевић, Б., Михајловић, Н.: Могућност примене Динерових једначина за моделовање противартиљеријско-ракетне борбе, *Нови гласник*, 2002, број 4-5, стр. 25-30.
- [44] Ђорђевић, Б.: Организовање артиљеријске ватрене припреме, *Нови гласник*, 1996, број 5, стр. 11-18.
- [45] Ђорђевић, В.: *Увод у оперативку*, Војна академија, 2010, Београд.
- [46] Живанов, Ж.: *Теорија гађања*, уџбеник за војне школе (смер артиљерије) и артиљеријске јединице, ССНО, ГШ ЈНА, УА-216, ВИЗ, 1979, Београд.
- [47] Живковић, Д.: *Прави пут и странпутице у писању*, Београдски издавачко графички завод, 1978, Београд.
- [48] Животић, Р.: Јововић Б., *Језик и стил ратне вештине*, Институт за стратегијска истраживања, 1990, Београд.
- [49] Зековић, Г.: Артиљеријско-ракетна дејства у концепту асиметричног рата, *Нови гласник*, 2006, број 1, стр. 19-25.
- [50] Јанићијевић, С.: ГПС: помоћ или замка, *Нови гласник*, 2000, број 2, стр. 79-83.

- [51] Калезић, М.: Пројектовање артиљеријских система, 2010, Београд.
- [52] Каровић, С., Кокелъ, Т.: Условљеност организацијско-формацијске структуре артиљеријских јединица ватрене подршке савременим технологијама, *Нови гласник*, 2008, број 1-2, стр. 39-45.
- [53] Каровић, С.: Утицај оспособљености мешовите артиљеријске бригаде на ватрену подршку корпуса у одбрани, *Нови гласник*, 2003, број 3, стр. 19-25.
- [54] *Каталог тачака државне тригонометријске мреже по листовима ТК 50 Београд 1,2,3 и 4*, 1988, Војногеографски институт.
- [55] Клајн, И., Шипка, М.: *Велики речник страних речи и израза*, 2008, Прометеј, Нови Сад.
- [56] Кнежевић, З., Славковић, Р.: Специфичности и проблеми употребе снага артиљеријско -ракетне подршке у борбеним операцијама, стр 166-185, *Пројектни менаџмент и операције Војске Србије*, Београд, Новембар 22-23.
- [57] Ковач, М.: Анализа покретљивости артиљеријских циљева, *Нови гласник*, 1996, број 1, стр. 76-81.
- [58] Ковач, М.: Квантитативна анализа артиљеријских циљева, *Нови гласник*, 1995, број 2, стр. 33-38.
- [59] Ковач, М.: *Метод одређивања ефикасности артиљеријских и ракетних јединица за подршку* – студија, Сектор за школство, обуку, научну и издавачку делатност; Институт РВЈ, ВИЗ, 2000, Београд.
- [60] Ковач, М.: Могућности повећавања ефикасности дејства артиљерије за подршку, *Нови гласник*, 1997, број 3-4, стр. 78-88.
- [61] Ковач, М.: Појам и класификација операције, *Нови гласник*, 2010, стр.15-23.
- [62] Ковач, М.: Превођење артиљеријских оруђа и муниције у основно оруђе и основни калибар, *Нови гласник*, 1998, број 5, стр. 21-27.
- [63] Ковач, М.: Тенденције развоја артиљеријске муниције и ракета, *Нови гласник*, 2000, број 1-2, стр. 47-52.
- [64] Ковач, М.: Унапређење система за управљање и руковање ватром артиљерије за подршку, *Војни гласник* 1991, бр. 4.
- [65] Ковач, М.: Утицај командно-информационих система на организацију и ефикасност артиљеријско-ракетних јединица за подршку, *Нови гласник*, 2000, број 2, стр. 34-38.
- [66] Ковачевић, С.: *Конституенци операције*, 1996, ЦВВШ.

- [67] Кокель, Т.: *Збирка решених задатака из теорије артиљеријског гађања*, ГШ ВЈ, Сектор КоВ УА-225 ВИЗ, 1999, Београд.
- [68] Кокель, Т., Радончић, Х.: Избор рентабилног артиљеријског циља за гађање вишецевним ракетним системима стр 136-147, *Научни скуп Одбрамбене технологије у функцији мира*, Београд, 2005, Децембар 06-07.
- [69] Кокель, Т.: *Утицај тачности припреме почетних елемената посредног гађања на прецизност артиљеријске ватре*, магистарски рад, 2004, Војна академија.
- [70] Кунегин, В.: Глобална навигациона спутникова система «ГЛОНАСС». Страницы истории. [Интернет], Доступно на: <<http://www.kunegin.narod.ru/ref1/glonass/1.htm>>, Преузето: 12.04.2014. године.
- [71] Лазаревић, Д.: *Упутство за израду дипломских и семинарских радова и пројектних задатака*, 1999, Београд.
- [72] Лалић, М.: *Борбене могућности партизанске дивизије у одбрани*, 1987, магистарски рад.
- [73] Максимовић, С.: Командно информациони систем артиљерије за подршку, *Војни Гласник*, 1991, бр.5.
- [74] Максимовић, С.: Артиљеријско гађање у тактичким командно-информационим системима, *Нови гласник*, 1997, борј 3-4, стр. 38-45.
- [75] Максимовић, С.: Аутоматска обрада података у артиљерији (топографско-геодетска препрема), *Нови гласник*, 1999, број 5, стр. 39-46.
- [76] Максимовић, С.: ГПС пријемници у КОВ, *Нови гласник*, 1996, број, стр 77-88.
- [77] Максимовић, С.: Информациони систем топографско-геодетске припреме, *Нови гласник*, 1995, број 6, стр.60-64.
- [78] Максимовић, С.: Кокел Т., Избор рентабилног артиљеријског циља, *Нови гласник* 1997, бр.6, стр. 61-68.
- [79] Максимовић, С.: Праћење ситуације у реалном времену, *Нови гласник*, 1997, број 1, стр. 39-45.
- [80] Максимовић, С.: Прорачун групног гађања артиљеријом, *Нови гласник*, 2001, број 1-2, стр. 59-63.
- [81] Максимовић, С.: Тактички командноинформациони систем, *Нови гласник*, 1996, број 11-12, стр. 21-25.

- [82] Милетић, М.: Ангажовање артиљеријских и извиђачких група у борби, *Нови гласник*, 2002, број 4-5, стр. 51-57.
- [83] Милетић, М.: Артиљерија са подршку противдесантној борби, *Нови гласник*, стр. 49-55.
- [84] Милетић, М.: Артиљерија у противартиљеријској-ракетној борби, *Нови гласник*, 1997, број 5, стр. 15-22.
- [85] Милетић, М.: Артиљерија у ратним операцијама 1991. године, *Нови гласник* бр.6, 1996.
- [86] Милетић, М.: Организација артиљеријског извиђања и ефикасност артиљеријских ватри, *Нови гласник*, 1999, број 1-2, стр. 53-58.
- [87] Милетић, М.: Примене информатичке подршке у артиљерији, *Војни гласник*, 1991, бр. 4.
- [88] Милетић, М.: Употреба артиљерије на ратишту, *Нови гласник*, 1993, број 2, стр. 80-84.
- [89] Милетић, С., Кокел, Т., Мањак, М.: Концепт сензорског комуникационо-информационог система командно-извиђачког возила кис-а артиљеријског дивизиона за ватрену подршку, *Војно дело*, 2011, број 4, стр. 303-313.
- [90] Милиновић, М.: *Пројектовање лансера*, 2002, Уџбеник.
- [91] Милосављевић, Н.: *Основи научно истраживачког рада*, Научна књига, 1989, Београд.
- [92] Милошевић, Н.: *Пројектовање истраживања у ратној вештини*, 1989, Београд.
- [93] Миљевић, М.: *Методологија научног рада*, 2007, Филозофски факултет у Источном Сарајеву.
- [94] Мујичић, Ј., Јовановић, М.: Ефикасност и економичност средстава опште ватрене подршк, 1975.
- [95] Нинковић, Ј.: *Настанак и развој ратне операције*, Војно издавачки завод, 1984, Београд.
- [96] *Објашњење уз артиљеријско правило гађања*, 1991, ГШ ОС СФРЈ, ЗНГШ ЈНА за КоВ, ВИНЦ, Београд.
- [97] *Опита енциклопедија - Мала енциклопедија*, Просвета, Београд, 1986.
- [98] Павловић, М.: *Геотопграфско обезбеђење војске*, Војно техничка академија, 2002, Београд.

- [99] Палигорић, А.: Савремена артиљеријска муниција, *Нови гласник*, 1996, број 1, стр. 89-94.
- [100] Петровић, Д.: Артиљерија света, НИУ *Војска*, 2001, Београд.
- [101] Пишчевић, Д.: Коректура артиљеријске ватре извиђачким хеликоптером, *Нови гласник*, 1998, број 3-4, стр. 36-42.
- [102] *Правило артиљеријске бригаде*, 2013, КоВ, Београд.
- [103] *Правило артиљеријски дивизион за подршку*, 1976, Управа артиљерије, ВИЗ.
- [104] *Привремене таблице гађања за ЛРСВ-128мм М-77, тренутно-фугасна ракета 122мм М77 упаљач УТУ М77*, 1989, ВИЗ, Београд.
- [105] *Приручник за војника топографа земаљске артиљерије*, 1976, ВИЗ, Београд.
- [106] Пројовић, Д.: *Примена комуникационих технологија за унапређење квалитета транспортних услуга*, Магистарски рад, 2010, Саобраћајни факултет Београд.
- [107] Пројовић, Д., Петровић, А., Јовановић, М.: Оптимизација трошкова артиљеријске ватрене подршке применом глобалног позиционог система, *ЕКОП-АН 2014*, Београд, Новембар 17-19.
- [108] Пројовић, Д.: Примена релативног позиционирања у топографско геодетској припреми на потпуној основи у артиљерији, *Војно технички гласник*, 2016, број 2.
- [109] Ранђеловић, Р.: Рад начелника артиљерије корпуса на планирању борбених дејстава у одбрани, *Нови гласник*, 2001, број 6, стр. 34-44.
- [110] Ристић, Ж.: *Увод у методологију истраживања*, скрипта, 1983, ФНО Београд.
- [111] Ристић, З., Јаковљевић, М.: *Основи наоружања артиљеријска оруђа*, Војна академија, 2003, Београд.
- [112] Савић, С.: *Савремене војне операције*, 2000, Београд.
- [113] Сакан, М.: *Хипотезе у војним наукама*, 2001, Војна академија.
- [114] Секуловић, Д., Ђурковић, В.: Позиционирање, оријентисање и одређивање даљине до циља на самоходном вишецевном ракетном лансирном систему коришћењем гпс и електронских карата, *Војно технички гласник*, 2010, број 3, стр 39-43.
- [115] Сивачек, Ј., Поткоњак-Лукић Б.: Нелинеарна битка операција 21. века, *Нови гласник*, 2003, број 4, стр 38.

- [116] Сивачек, Ј.: Стратегија одбране војна доктрина и војне операције, *Војно дело*, 2004, број 2, стр.155-157.
- [117] Современные ГНСС. Основные характеристики систем навигации. Информационный портал системы ГЛОНАСС. . [Интернет],Доступно на: <http://www.glonassgsm.ru/glonass_sovremen.php>, Преузето: 12.07.2014. године.
- [118] Станковић, С.: *Развој мрежа перманентних станица GPS и потребе војске*, 2009, магистарски рад.
- [119] Стојановић, З.: Оперативно планирање НАТО, *Нови гласник*, 2007, број 2, стр. 51-57.
- [120] *Таблице гађања за самоходну хаубицу 122мм 2С1, 2000*, Управа артиљерије КоВ.
- [121] *Таблице гађања за хаубицу-топ 152мм М84 Б1, 2010*, ГШ ВС, Ј-5, Табела Ц1, страна.
- [122] Тешић, М.: *Техника стручног и научног писања*, 1980, Центар високих војних школа, Београд.
- [123] Тмушић, М.: Артиљеријски рачунарски систем за управљање ватром АРСУВ-99, *Нови гласник*, 2000, број 1-2, стр. 61-68.
- [124] Тмушић, М.: Извршење артиљеријских гађања преко гребена заклона, *Нови гласник*, 2003, број 1, стр. 17-24.
- [125] Томовић, С.: *Испитивање поузданости*, 1998, ВИЗ Београд.
- [126] *Упутство за израду и коришћење војне литературе*, Војноиздавачки завод, 1998, Београд.
- [127] *Упутство за оперативно планирање и рад команди у Војсци Србије*, 2012, Управа за планирање и развој (Ј-5), Београд.
- [128] *Упутство за топографско-геодетско обезбеђење артиљерије*, 1981, Београд, Војноиздавачки завод.
- [129] Хоџић, Г.: *Правило лансер ракета самоходни вишецевни 128мм М77*, сектор КоВ, 1998, Управа артиљерије, Београд.
- [130] Садржај доступан на: < <http://www.survincity.com/2011/05/the-complex-is-managed-artillery-armorament-122mm> >, Преузето: 15.07.2014. године.

ПРИЛОЗИ

Прилог 1: Оперативни модел нападне операције бригадног нивоа

Оперативно наређење команданта бр КоВ

Прилог „Д” Ватрена подршка

Додатак 1-1: План артиљеријско-ракетне ватрене подршке

Додатак 1-2: Текстурално-табеларни део плана артиљеријско-ракетне ватрене подршке

Прилог 2: Оперативни модел одбрамбене операције бригадног нивоа

Оперативно наређење команданта бр КоВ

Прилог „Д” Ватрена подршка

Додатак 1-1: План артиљеријско-ракетне ватрене подршке

Додатак 1-2: Текстурално-табеларни део плана артиљеријско-ракетне ватрене подршке

Прилог 3: Сумарне грешке потпуне припреме почетних елемената, у ГППЕ –у.

Прилог 4: Норме утрошка пројектила

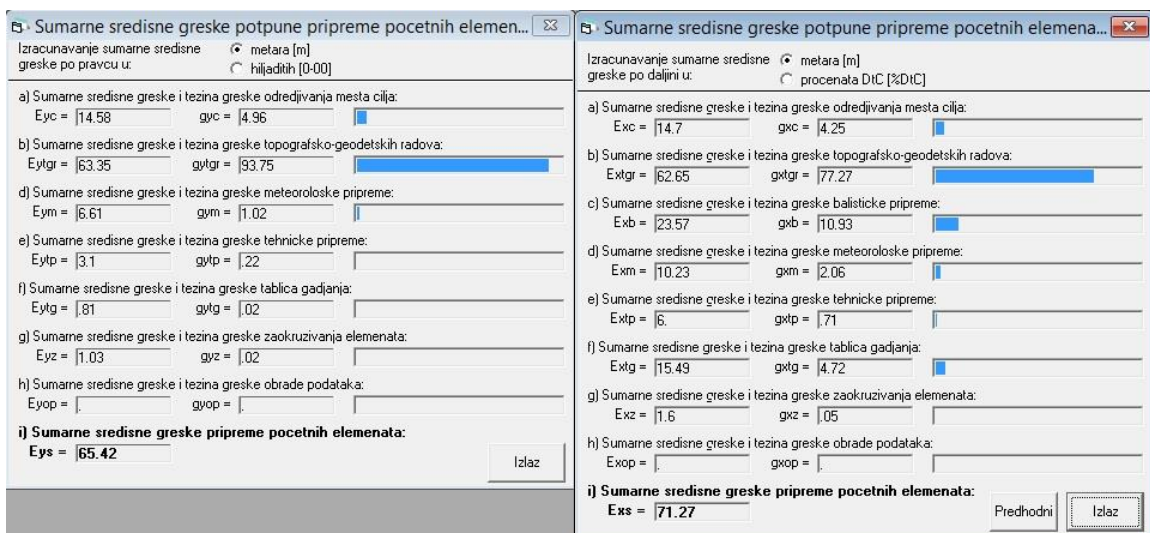
Сумарне грешке потпуне припреме почетних елемената за циљеве у нападној и одбрамбеној операцији

Scenario	Unit	Total Error
Left Window	metara [m]	65.13
Right Window	procenata DIC [%DiC]	70.25

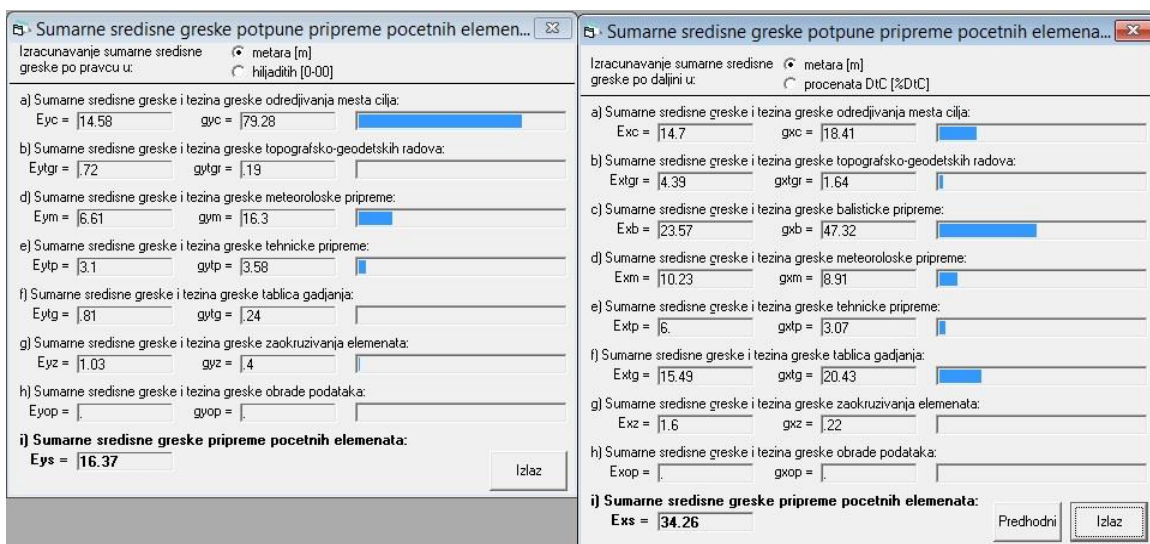
Слика 1: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1208

Scenario	Unit	Total Error
Left Window	metara [m]	15.83
Right Window	procenata DIC [%DiC]	32.08

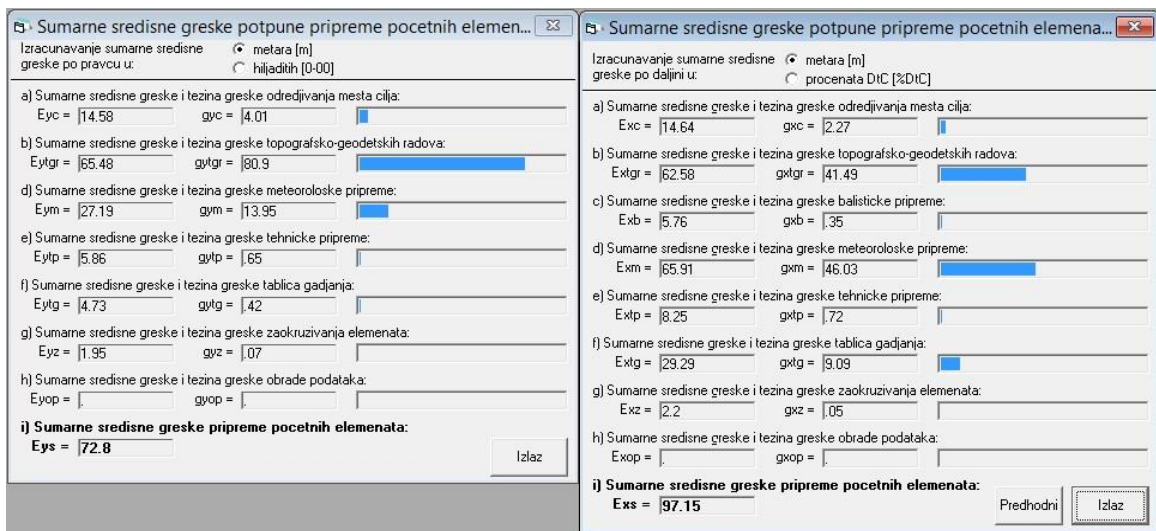
Слика 2: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1208



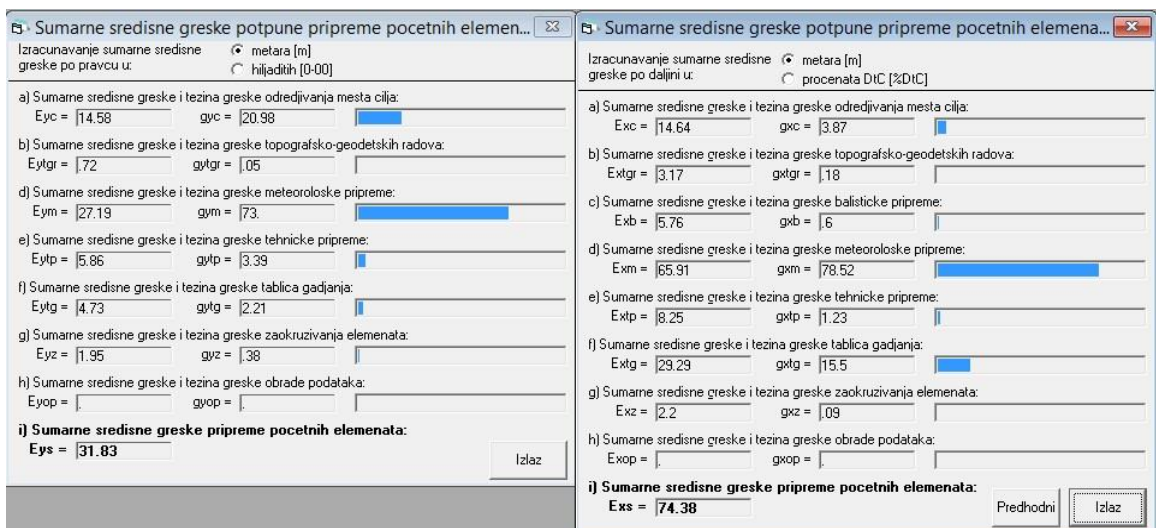
Слика3: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1209



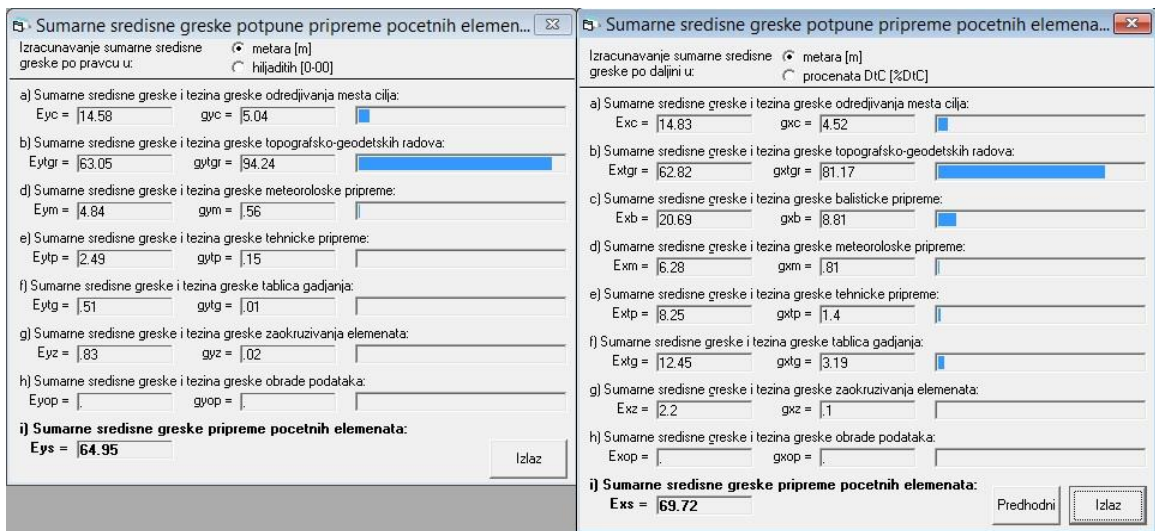
Слика 4: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1209



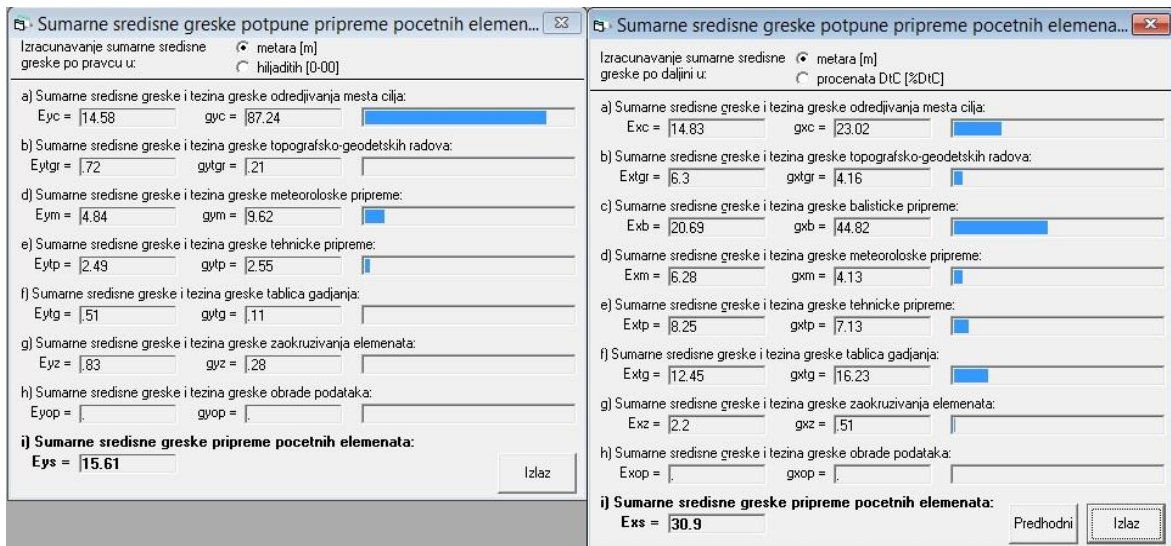
Слика 5: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1210



Слика 6: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1210



Слика 7: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1214



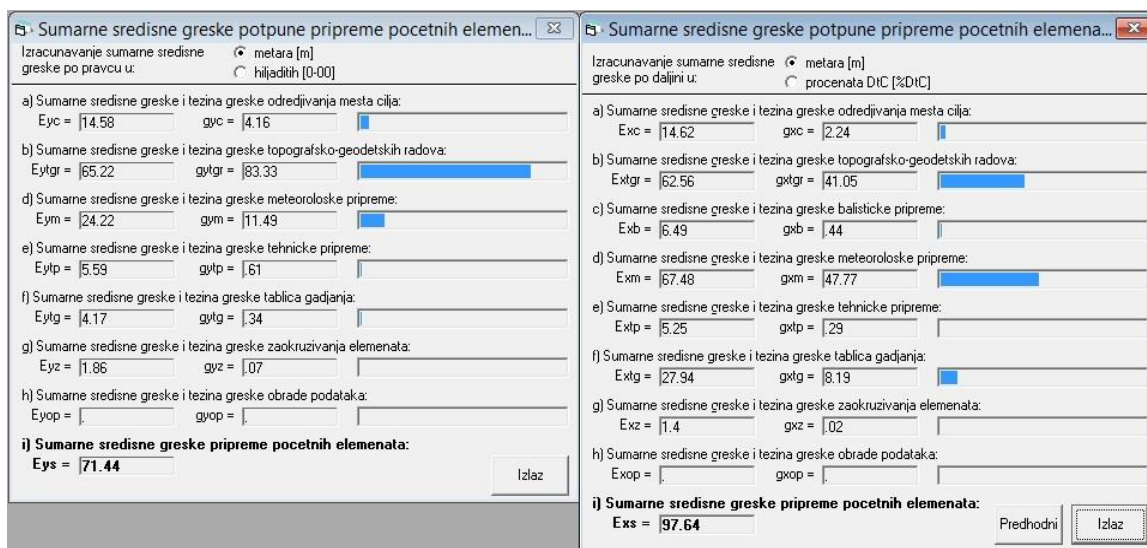
Слика 8: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1214

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 4.82	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.7 gxc = 3.44
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 63.85 gvtgr = 92.4	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.65 gxtgr = 62.46
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 10.18 gym = 2.35	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.35 gxb = 2.43
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 3.91 gytp = 3.5	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 39.18 gxm = 24.42
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 1.49 gvtg = 0.5	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 8.25 gxtp = 1.08
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.3 gvz = 0.4	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 19.56 gxg = 6.09
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gvop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.2 gxz = 0.8
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 66.42	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 79.27
Izlaz	Predhodni Izlaz

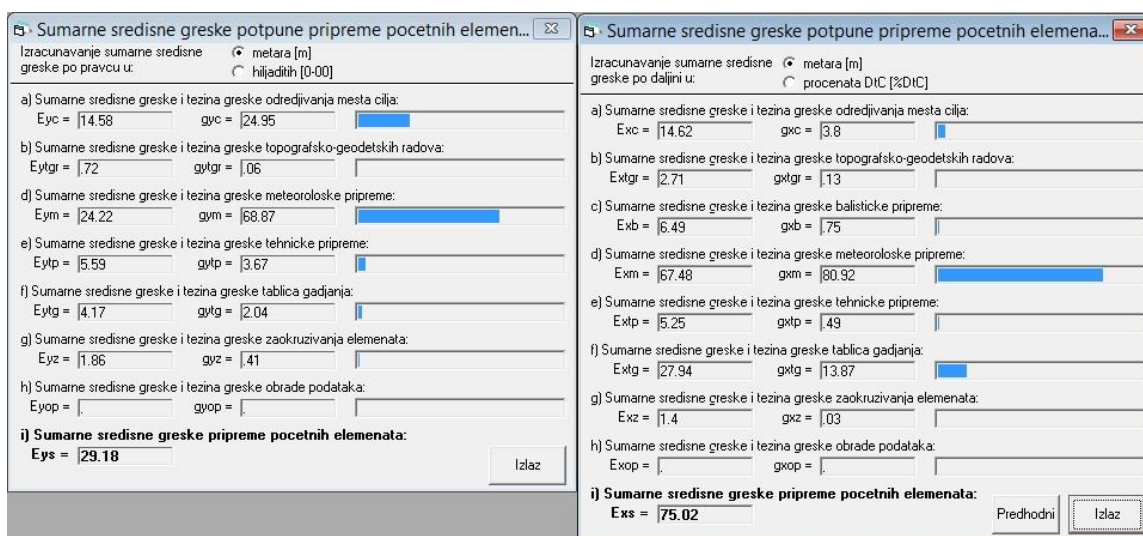
Слика 9: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1215

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 63.25	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.7 gxc = 9.08
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gvtgr = 1.5	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 4.37 gxtgr = 1.8
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 10.18 gym = 30.87	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.35 gxb = 6.42
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 3.91 gytp = 4.56	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 39.18 gxm = 64.54
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 1.49 gvtg = 1.66	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 8.25 gxtp = 2.86
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.3 gvz = 1.51	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 19.56 gxg = 16.09
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gvop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.2 gxz = 1.2
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 18.33	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 48.77
Izlaz	Predhodni Izlaz

Слика 10: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1215



Слика 11: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1216



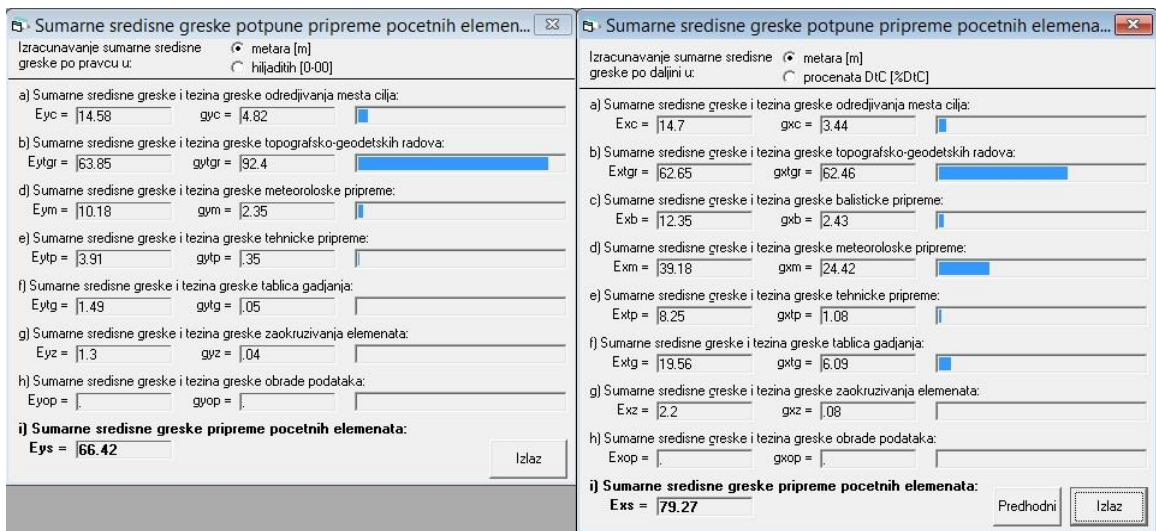
Слика 12: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1216

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 5.04	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.87 gxc = 4.59
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 63.01 gytgr = 94.25	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.87 gxtgr = 82.13
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 4.68 gym = 5.2	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 19.74 gxb = 8.1
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 2.41 gytp = 1.4	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 5.66 gxm = 3.67
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 1.28 gytg = 0.4	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 8.25 gxtp = 1.41
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 8 gyz = 0.2	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 12.03 gxtg = 3.01
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.2 gxz = 1.1
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 64.91	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 69.37 Predhodni Izlaz

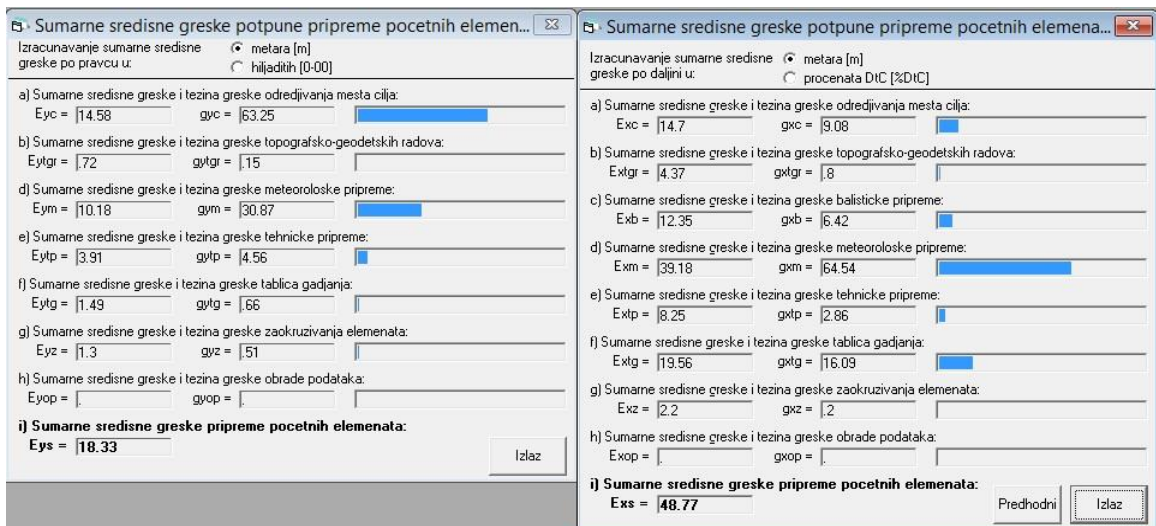
Слика 13: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1220

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 87.47	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.87 gxc = 24.39
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 2.1	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 6.78 gxtgr = 5.07
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 4.68 gym = 9.	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 19.74 gxb = 42.99
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 2.41 gytp = 2.38	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 5.66 gxm = 3.54
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 1.28 gytg = 1.68	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 8.25 gxtp = 7.51
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 8 gyz = 2.6	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 12.03 gxtg = 15.96
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.2 gxz = 1.53
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 15.59	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 30.1 Predhodni Izlaz

Слика 14: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1220



Слика 15: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1221



Слика 16: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1221

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 3.35	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.61 gxc = 1.71
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 67.03 gytgr = 70.9	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.54 gxtgr = 31.32
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 38.28 gym = 23.13	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 9.03 gxb = 65
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 7.26 gytpr = 83	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 83.21 gxm = 55.45
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 10.36 gytg = 1.69	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 6 gxtpr = 29
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.42 gyz = 0.09	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 36.32 gxtg = 10.56
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.6 gxz = 0.02
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 79.6	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 111.75 Predhodni Izlaz

Слика 17: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1222

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 11.52	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.61 gxc = 2.49
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 0.03	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 2.32 gxtgr = 0.06
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 38.28 gym = 79.46	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 9.03 gxb = 95
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 7.26 gytpr = 2.86	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 83.21 gxm = 80.68
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 10.36 gytg = 5.82	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 6 gxtpr = 42
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.42 gyz = 0.32	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 36.32 gxtg = 15.37
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.6 gxz = 0.03
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 42.95	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 92.64 Predhodni Izlaz

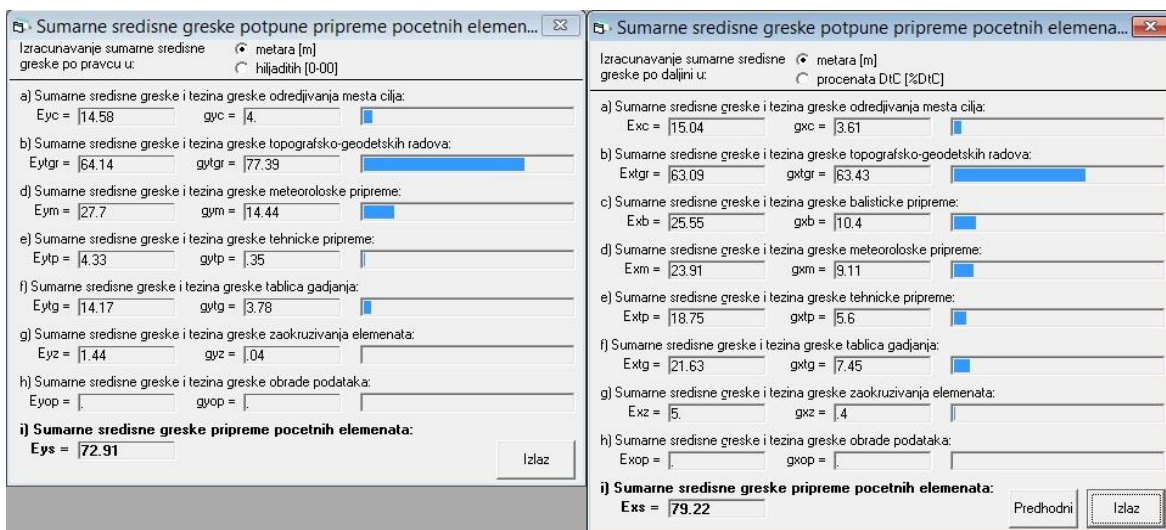
Слика 18: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1222

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 3.85	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.85 gxc = 3.5
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 64.42 gytgr = 75.18	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.84 gxtgr = 62.76
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.97 gym = 16.27	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 23.82 gxb = 9.01
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 4.68 gylp = 1.4	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 26.77 gxm = 11.39
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eylg = 15.33 gylg = 4.26	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 16.5 gxlp = 4.33
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.56 gyz = 0.04	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 23.4 gxtg = 8.7
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4.4 gxz = 0.31
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 74.3	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 79.32 Predhodni Izlaz

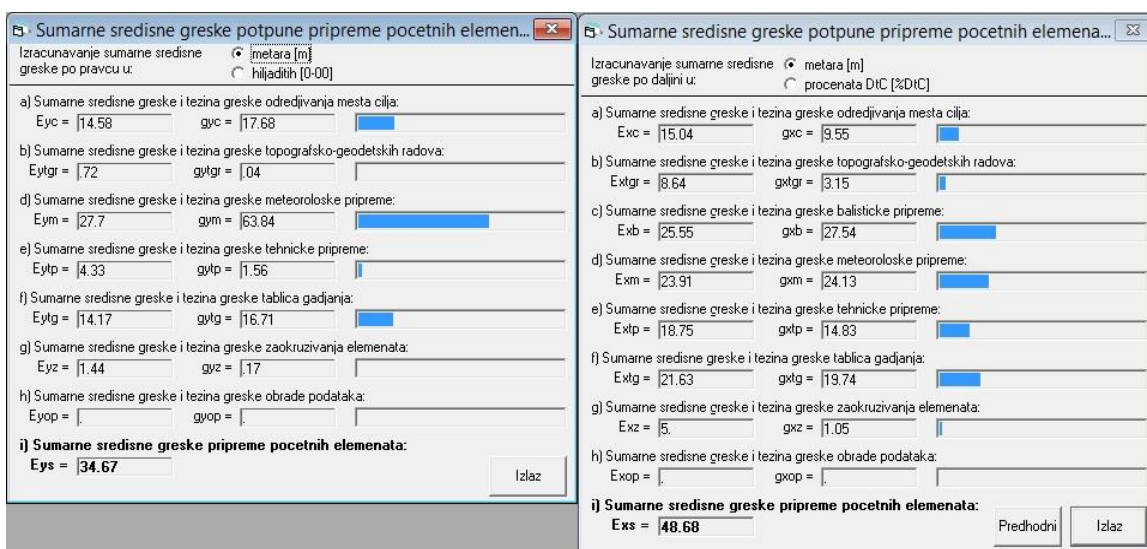
Слика 19: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1233

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 15.5	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.85 gxc = 9.24
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 0.4	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 6.55 gxtgr = 1.8
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.97 gym = 65.53	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 23.82 gxb = 23.77
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 4.68 gylp = 1.6	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 26.77 gxm = 30.03
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eylg = 15.33 gylg = 17.15	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 16.5 gxlp = 11.41
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.56 gyz = 0.18	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 23.4 gxtg = 22.95
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4.4 gxz = 0.81
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 37.02	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 48.85 Predhodni Izlaz

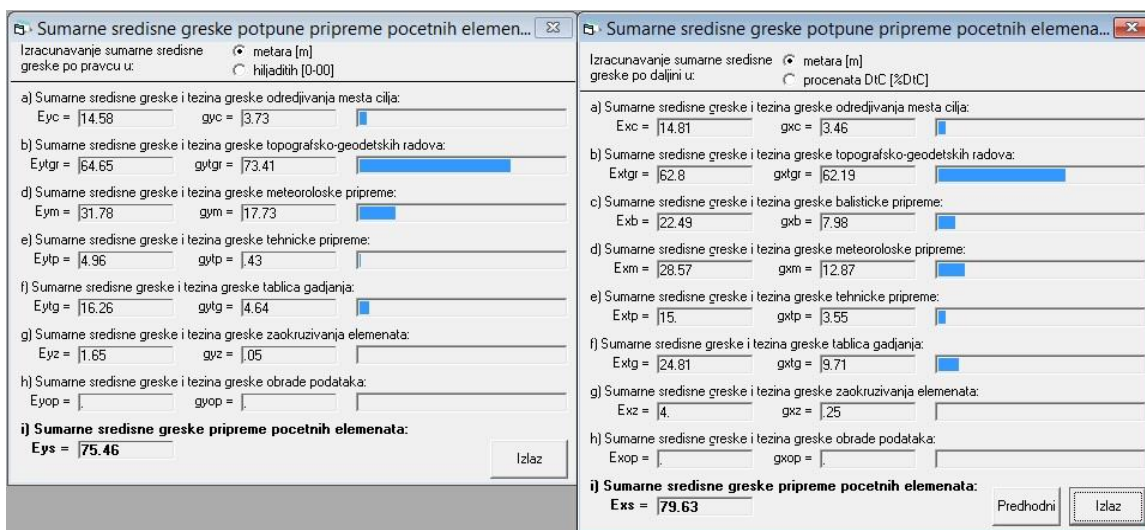
Слика 20: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1233



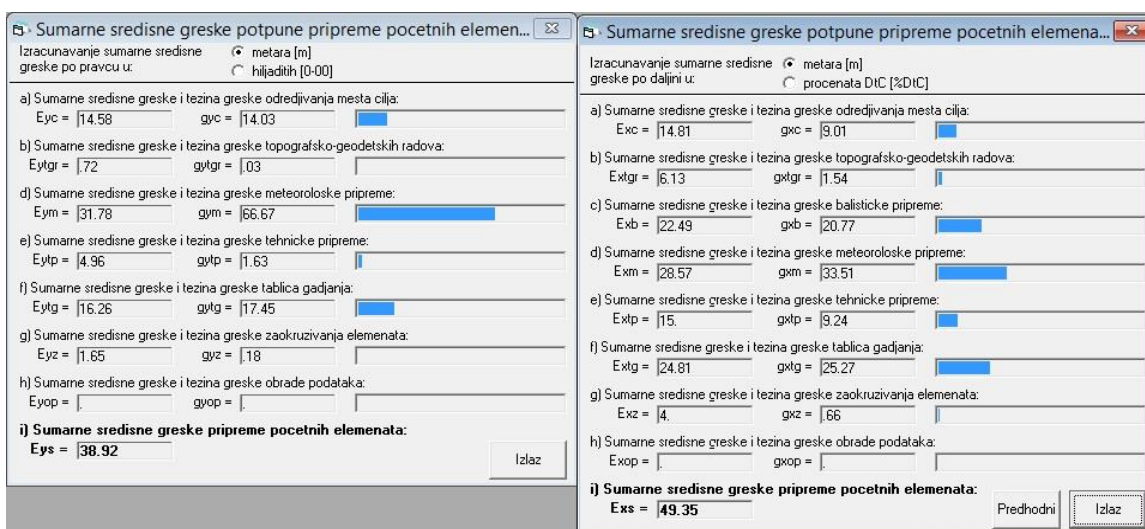
Слика 21: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1234



Слика 22: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1234



Слика 23: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1235



Слика 24: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1235

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 3.16	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.64 gxc = 3.08
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 65.83 gvtgr = 64.46	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.57 gxtgr = 66.26
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 41.1 gym = 25.13	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 16.14 gxb = 3.74
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpt = 6.2 gytpt = 1.57	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 39.02 gxm = 21.87
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 21.08 gytg = 6.61	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extpt = 9 gxtpt = 1.16
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.07 gyz = 0.06	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 31 gxtg = 13.8
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.4 gxz = 0.08
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 81.99	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 83.43 Predhodni Izlaz

Слика 25: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1236

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 8.89	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.64 gxc = 7.01
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 72 gvtgr = 0.02	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 3.07 gxtgr = 1.31
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 41.1 gym = 70.7	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 16.14 gxb = 8.53
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpt = 6.2 gytpt = 1.61	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 39.02 gxm = 49.85
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 21.08 gytg = 18.6	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extpt = 9 gxtpt = 2.65
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.07 gyz = 1.18	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 31 gxtg = 31.46
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.4 gxz = 1.19
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 48.88	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 55.26 Predhodni Izlaz

Слика 26: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1236

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 3.85	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.85 gxc = 3.5
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 64.42 gytgr = 75.18	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.84 gxtgr = 62.76
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.97 gym = 16.27	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Eyb = 23.82 gxb = 9.01
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 4.68 gylp = 1.4	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 26.77 gxm = 11.39
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eylg = 15.33 gylg = 4.26	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 16.5 gxlp = 4.33
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.56 gyz = 0.04	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 23.4 gxtg = 8.7
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4.4 gxz = 0.31
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 74.3	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 79.32 Predhodni Izlaz

Слика 27: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1239

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 15.5	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.85 gxc = 9.24
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 0.04	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 6.55 gxtgr = 1.8
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.97 gym = 65.53	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Eyb = 23.82 gxb = 23.77
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 4.68 gylp = 1.6	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 26.77 gxm = 30.03
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eylg = 15.33 gylg = 17.15	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 16.5 gxlp = 11.41
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.56 gyz = 0.18	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 23.4 gxtg = 22.95
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4.4 gxz = 0.81
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 37.02	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 48.85 Predhodni Izlaz

Слика 28: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1239

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...

Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m] hiljaditih [0-00]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
Eyc = 14.58 gvc = 3.66

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
Eytgr = 64.81 gvtgr = 72.26

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
Eym = 32.96 gym = 18.69

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
Eytp = 5.15 gytp = 4.46

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
Eytg = 16.86 gvtg = 4.89

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
Eyz = 1.72 gyz = 0.05

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
Eyop = gyop =

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
Eys = 76.25

Izlaz

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...

Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m] procenata DTC [%DTC]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
Exc = 14.76 gxc = 3.39

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
Extgr = 62.73 gxtgr = 61.22

c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme:
Exb = 21.17 gxb = 6.97

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
Exm = 30.4 gxm = 14.37

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
Extp = 15 gxtp = 3.5

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
Extg = 25.73 gxtg = 10.3

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
Exz = 4 gxz = 0.25

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
Exop = gxop =

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
Exs = 80.18

Predhodni Izlaz

Слика 29: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1240

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...

Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m] hiljaditih [0-00]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
Eyc = 14.58 gvc = 13.17

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
Eytgr = 72 gvtgr = 0.03

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
Eym = 32.96 gym = 67.34

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
Eytp = 5.15 gytp = 1.64

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
Eytg = 16.86 gvtg = 17.63

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
Eyz = 1.72 gyz = 0.18

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
Eyop = gyop =

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
Eys = 40.16

Izlaz

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemen...

Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m] procenata DTC [%DTC]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
Exc = 14.76 gxc = 8.64

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
Extgr = 5.39 gxtgr = 1.15

c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme:
Exb = 21.17 gxb = 17.77

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
Exm = 30.4 gxm = 36.63

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
Extp = 15 gxtp = 8.92

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
Extg = 25.73 gxtg = 26.26

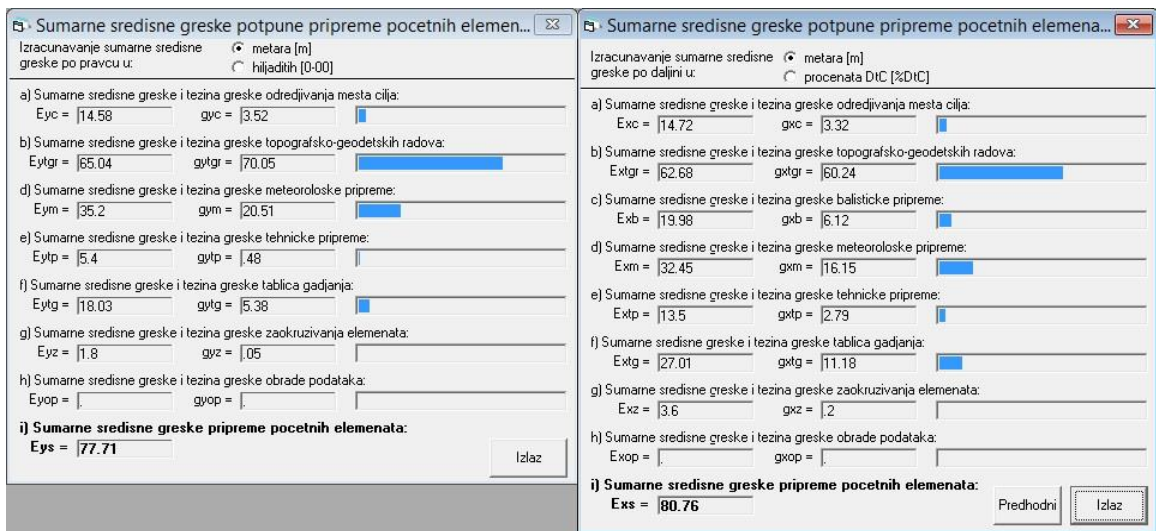
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
Exz = 4 gxz = 0.63

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
Exop = gxop =

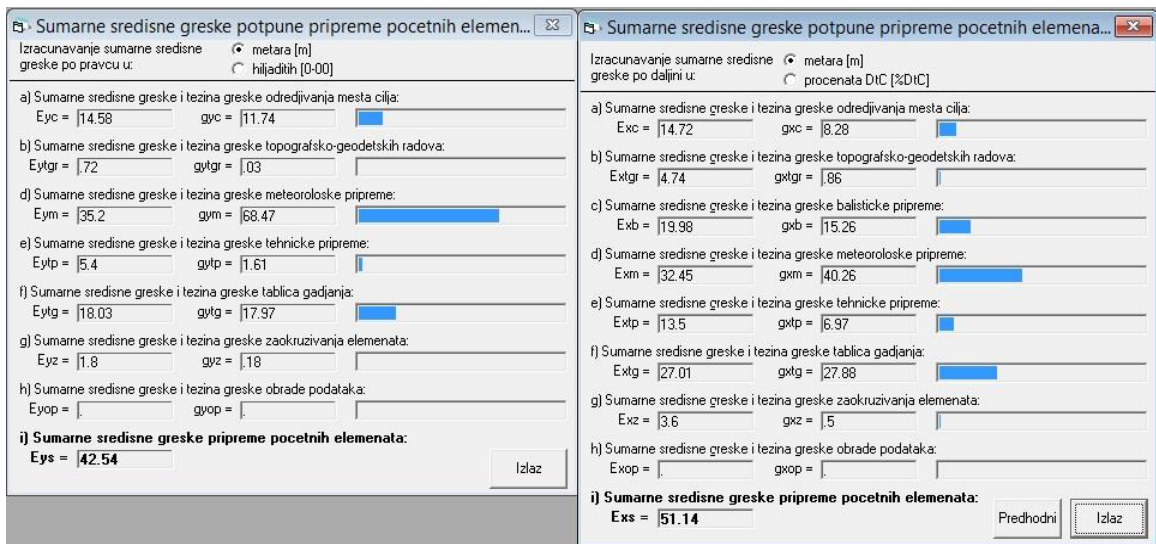
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
Exs = 50.22

Predhodni Izlaz

Слика 30: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1240



Слика 31: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1241



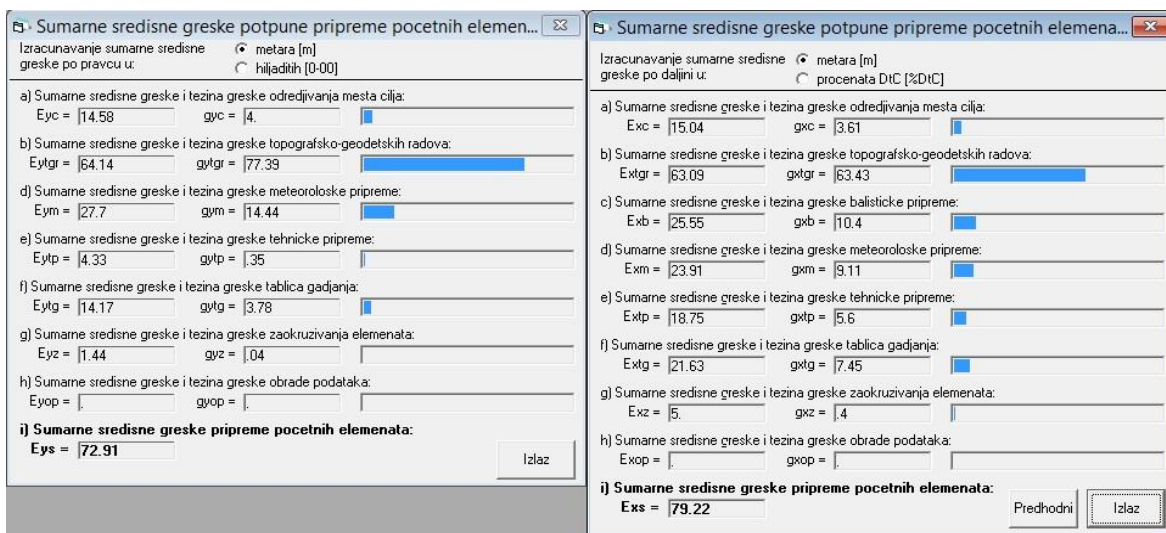
Слика 32: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1241

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 2.72	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.6 gxc = 2.82
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 66.81 gytgr = 57.14	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.53 gxtgr = 51.77
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 49.35 gym = 31.18	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.71 gxb = 2.14
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 7.08 gylp = 1.64	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 44.45 gxm = 26.16
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 25.39 gytg = 8.25	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 6 gxlp = 1.48
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.36 gyz = 1.07	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 35.41 gxlg = 16.6
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.6 gxz = 1.03
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 88.39	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 86.91 Predhodni Izlaz

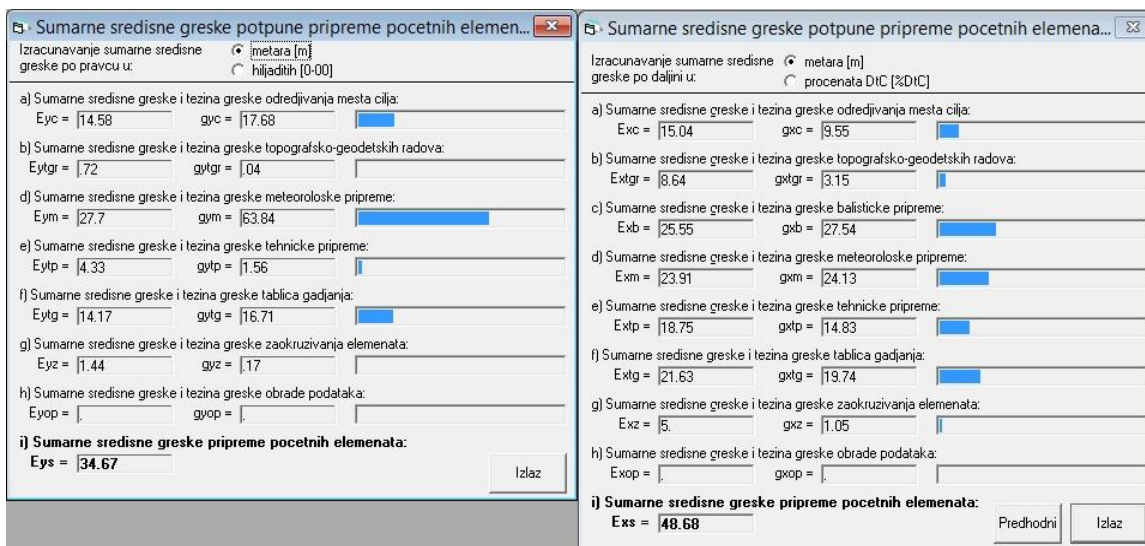
Слика 33: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1242

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 6.34	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.6 gxc = 5.85
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 72 gytgr = 1.02	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 1.98 gxtgr = 1.11
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 49.35 gym = 72.73	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.71 gxb = 4.43
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eylp = 7.08 gylp = 1.5	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 44.45 gxm = 54.18
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 25.39 gytg = 19.25	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exlp = 6 gxlp = 1.99
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.36 gyz = 1.17	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 35.41 gxlg = 34.38
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = gyop =	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.6 gxz = 1.07
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 57.87	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = gxop =
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 60.39 Predhodni Izlaz

Слика 34: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1242



Слика 35: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1245



Слика 36: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1245

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m]
hijaditih [0-00]	procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 3.6	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.74 gxc = 3.36
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 64.93 gytgr = 71.43	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.7 gxtgr = 60.87
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 33.81 gym = 19.37	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 21.17 gxb = 6.94
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 5.28 gytp = 4.7	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 30.4 gxm = 14.31
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 17.3 gytg = 5.07	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 15 gxtp = 3.48
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.76 gyz = 0.05	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 26.4 gxtg = 10.79
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4. gxz = 2.25
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 76.83	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 80.37
	Predhodni Izlaz

Слика 37: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1246

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m]
hijaditih [0-00]	procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gvc = 12.6	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.74 gxc = 8.51
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 72 gytgr = 0.03	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 5.05 gxtgr = 1.
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 33.81 gym = 67.79	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 21.17 gxb = 17.56
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 5.28 gytp = 1.65	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 30.4 gxm = 36.2
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 17.3 gytg = 17.75	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 15 gxtp = 8.81
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.76 gyz = 1.18	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 26.4 gxtg = 27.3
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 4. gxz = 1.63
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 41.07	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 50.52
	Predhodni Izlaz

Слика 38: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1246

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 3.3	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.65 gxc = 3.17
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 65.57 gytgr = 66.69	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.6 gxtgr = 67.83
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 38.75 gym = 23.29	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 17.46 gxb = 4.5
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 5.95 gytp = 1.55	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 36.31 gxm = 19.45
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 19.85 gytg = 6.11	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 11.25 gxtp = 1.87
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.98 gyz = 0.06	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 29.73 gxg = 13.05
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 3. gxz = 1.13
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 80.29	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 82.31 Predhodni Izlaz

Слика 39: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 1247

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 9.89	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.65 gxc = 7.48
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 0.02	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 3.47 gxtgr = 4.2
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 38.75 gym = 69.91	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 17.46 gxb = 10.63
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 5.95 gytp = 1.65	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 36.31 gxm = 45.93
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 19.85 gytg = 18.35	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 11.25 gxtp = 4.41
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.98 gyz = 1.18	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 29.73 gxg = 30.81
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 3. gxz = 1.31
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 46.35	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 53.57 Predhodni Izlaz

Слика 40: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 1247

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 4.1	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.6 gxc = 2.74
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 66.78 gytgr = 86.1	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.53 gxtgr = 50.34
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 19.57 gym = 7.39	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.71 gxb = 2.08
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 7.06 gytp = .96	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 46.79 gxm = 28.19
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 8.31 gytg = 1.33	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 6.75 gxtp = .59
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.35 gyz = .11	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 35.28 gxtg = 16.02
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.8 gxz = .04
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 71.97	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 88.13
Izlaz	Predhodni Izlaz

Слика 41: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 701

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 29.5	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.6 gxc = 5.52
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = .72 gytgr = .07	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 1.98 gxtgr = .1
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 19.57 gym = 53.17	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 12.71 gxb = 4.18
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytp = 7.06 gytp = 6.91	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 46.79 gxm = 56.7
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 8.31 gytg = 9.58	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 6.75 gxtp = 1.18
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.35 gyz = .77	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 35.28 gxtg = 32.23
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 1.8 gxz = .08
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 26.84	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 62.14
Izlaz	Predhodni Izlaz

Слика 42: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 701

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata

Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m] hiljaditih [0-00]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
 $E_{yc} = 14.58$ $g_{yc} = 4.55$

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
 $E_{ytr} = 65.16$ $g_{ytr} = 90.96$

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
 $E_{ym} = 12.47$ $g_{ym} = 3.33$

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
 $E_{ytp} = 5.53$ $g_{ytp} = 1.66$

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
 $E_{ytg} = 4.47$ $g_{ytg} = 1.43$

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
 $E_{yz} = 1.84$ $g_{yz} = 0.07$

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
 $E_{yop} = .$ $g_{yop} = .$

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
 $E_{ys} = 68.32$

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata

Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m] procenata D/C [%D/C]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
 $E_{xc} = 14.7$ $g_{xc} = 3.33$

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
 $E_{xtr} = 62.66$ $g_{xtr} = 60.41$

c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme:
 $E_{xb} = 19.72$ $g_{xb} = 5.98$

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
 $E_{xm} = 31.4$ $g_{xm} = 15.17$

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
 $E_{xtp} = 14.25$ $g_{xtp} = 3.12$

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
 $E_{xtg} = 27.66$ $g_{xtg} = 11.77$

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
 $E_{xz} = 3.8$ $g_{xz} = 0.22$

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
 $E_{xop} = .$ $g_{xop} = .$

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
 $E_{xs} = 80.62$

Слика 43: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 702

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata

Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: metara [m] hiljaditih [0-00]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
 $E_{yc} = 14.58$ $g_{yc} = 50.31$

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
 $E_{ytr} = 7.2$ $g_{ytr} = 1.12$

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
 $E_{ym} = 12.47$ $g_{ym} = 36.79$

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
 $E_{ytp} = 5.53$ $g_{ytp} = 7.25$

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
 $E_{ytg} = 4.47$ $g_{ytg} = 4.73$

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
 $E_{yz} = 1.84$ $g_{yz} = 0.81$

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
 $E_{yop} = .$ $g_{yop} = .$

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
 $E_{ys} = 20.55$

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata

Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: metara [m] procenata D/C [%D/C]

a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja:
 $E_{xc} = 14.7$ $g_{xc} = 8.34$

b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova:
 $E_{xtr} = 4.45$ $g_{xtr} = 1.76$

c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme:
 $E_{xb} = 19.72$ $g_{xb} = 14.99$

d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme:
 $E_{xm} = 31.4$ $g_{xm} = 38.01$

e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme:
 $E_{xtp} = 14.25$ $g_{xtp} = 7.83$

f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja:
 $E_{xtg} = 27.66$ $g_{xtg} = 29.51$

g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata:
 $E_{xz} = 3.8$ $g_{xz} = 0.56$

h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka:
 $E_{xop} = .$ $g_{xop} = .$

i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata:
 $E_{xs} = 50.92$

Слика 44: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 702

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input type="radio"/> metara [m] <input checked="" type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 4.46	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.66 gxc = 3.22
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 65.53 gytgr = 90.17	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.61 gxtgr = 58.75
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 13.79 gym = 3.99	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 17.46 gxb = 4.57
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 5.91 gytpr = 7.3	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 35.22 gxm = 18.59
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 5.14 gytg = 5.55	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 10.5 gxtp = 1.65
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.97 gyz = 0.8	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 29.55 gxtg = 13.09
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.8 gxz = 1.12
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 69.01	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 81.68
Izlaz	Predhodni Izlaz

Слика 45: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 703

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input type="radio"/> metara [m] <input checked="" type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 45.37	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.66 gxc = 7.77
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 1.11	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 3.69 gxtgr = 1.49
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 13.79 gym = 40.61	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 17.46 gxb = 11.03
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 5.91 gytpr = 7.46	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 35.22 gxm = 44.85
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 5.14 gytg = 5.63	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 10.5 gxtp = 3.99
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.97 gyz = 1.83	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 29.55 gxtg = 31.58
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.8 gxz = 2.8
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 21.64	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 52.59
Izlaz	Predhodni Izlaz

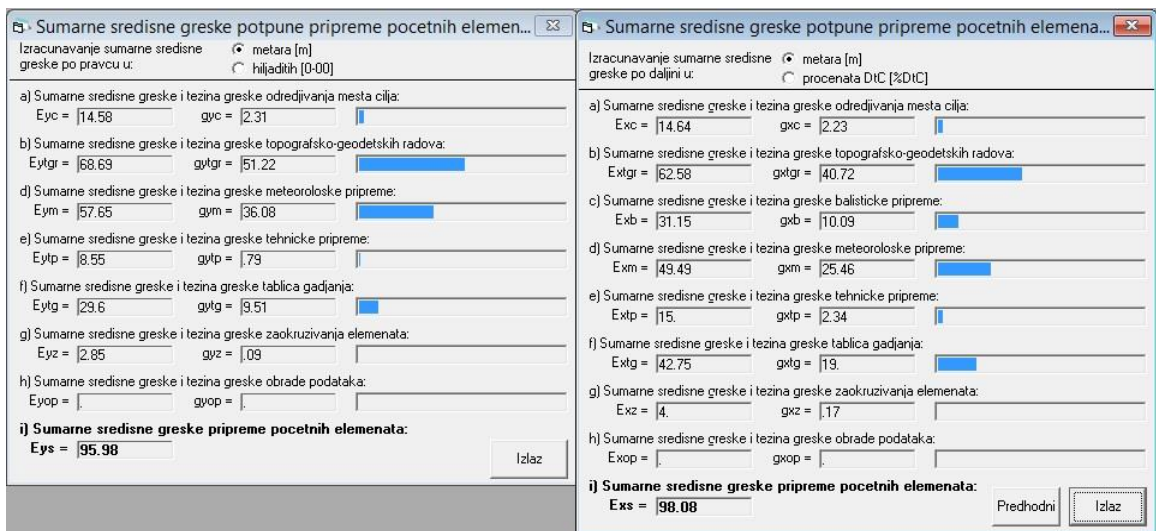
Слика 46: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 703

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata D1C [%D1C]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 4.6	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.72 gxc = 3.41
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 65. gytgr = 91.43	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.68 gxtgr = 61.88
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 11.65 gym = 2.94	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 19.98 gxb = 6.29
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eyp = 5.35 gyp = 62	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 30.23 gxm = 14.39
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 3.99 gytg = 3.95	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 12.75 gxtp = 2.56
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.78 gyz = 0.7	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 26.76 gxtg = 11.28
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 3.4 gxz = 1.18
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 67.97	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 79.68

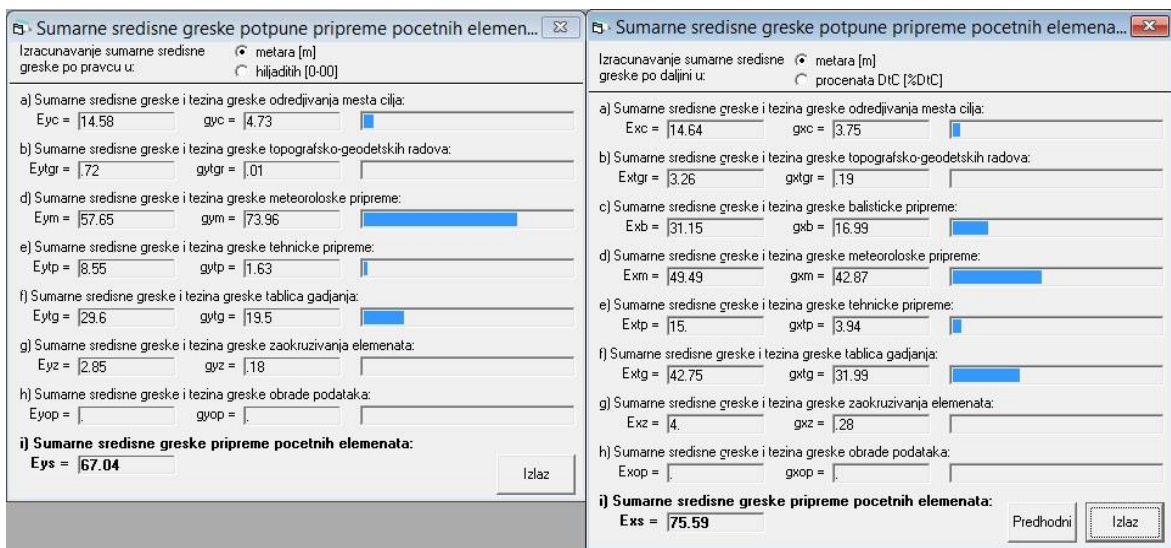
Слика 47: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 704

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata D1C [%D1C]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 53.59	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.72 gxc = 8.87
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 72 gytgr = 13	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 4.74 gxtgr = 92
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 11.65 gym = 34.23	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 19.98 gxb = 16.34
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eyp = 5.35 gyp = 7.22	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 30.23 gxm = 37.42
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 3.99 gytg = 4.02	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 12.75 gxtp = 6.66
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 1.78 gyz = 8	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 26.76 gxtg = 29.32
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 3.4 gxz = 4.47
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 19.91	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Izlaz	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 49.42

Слика 48: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 704



Слика 49: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 705



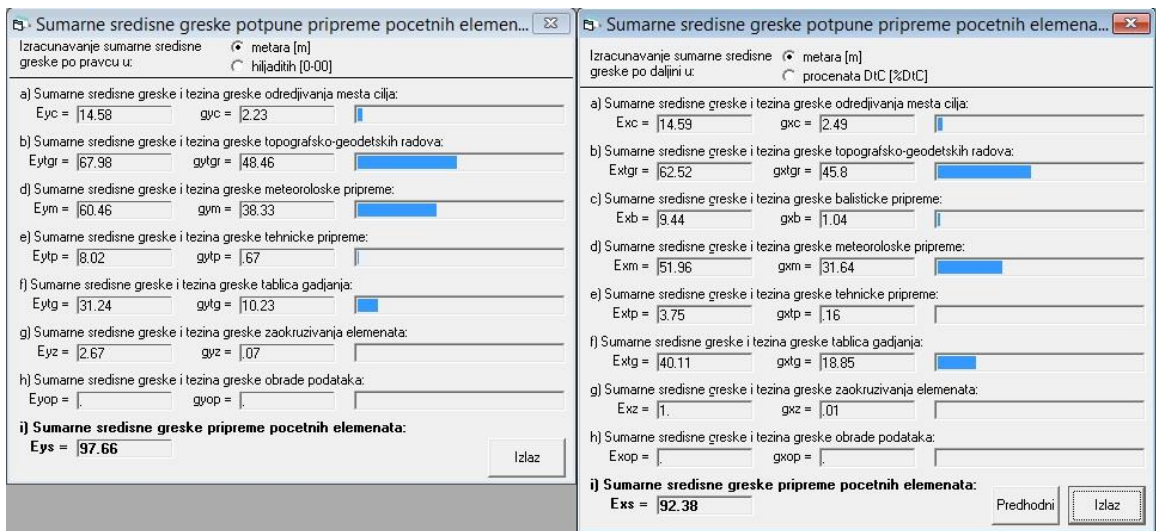
Слика 50: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 705

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata (bez GPS-a)	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata (sa GPS-om)
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 2.02	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.59 gxc = 2.48
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 68.34 gytgr = 44.35	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.51 gxtgr = 45.5
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 66.27 gym = 41.71	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 7.25 gxb = 61
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 8.29 gytpr = 65	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 51.93 gxm = 31.4
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 34.34 gytg = 11.2	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 7.75 gxtp = 01
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.76 gyz = 0.07	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 41.46 gxtg = 20.01
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2 gxz = .
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 102.61	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Eys = 102.61	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 92.68

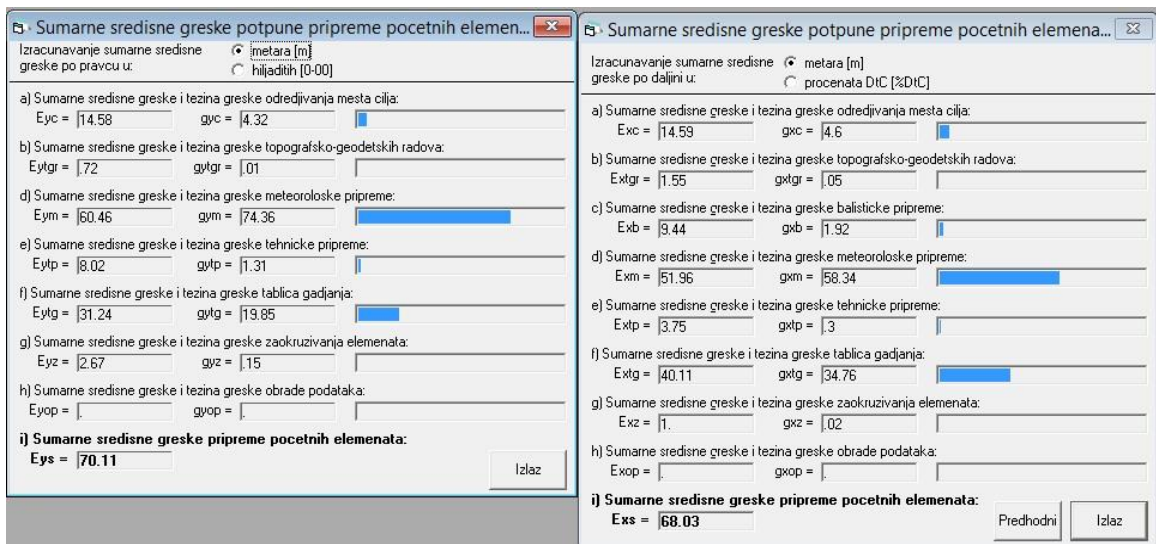
Слика 51: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 706

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata (bez GPS-a)	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata (sa GPS-om)
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Eyc = 14.58 gyc = 3.63	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.59 gxc = 4.54
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.72 gytgr = 01	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 1.29 gxtgr = 04
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 66.27 gym = 74.94	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 7.25 gxb = 1.12
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eytpr = 8.29 gytpr = 1.17	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 51.93 gxm = 57.59
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 34.34 gytg = 20.12	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Extp = 7.75 gxtp = 01
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.76 gyz = 1.13	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 41.46 gxtg = 36.7
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eyop = . gyop = .	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2 gxz = .
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 76.55	h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Exop = . gxop = .
Eys = 76.55	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 68.43

Слика 52: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 706



Слика 53: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 707



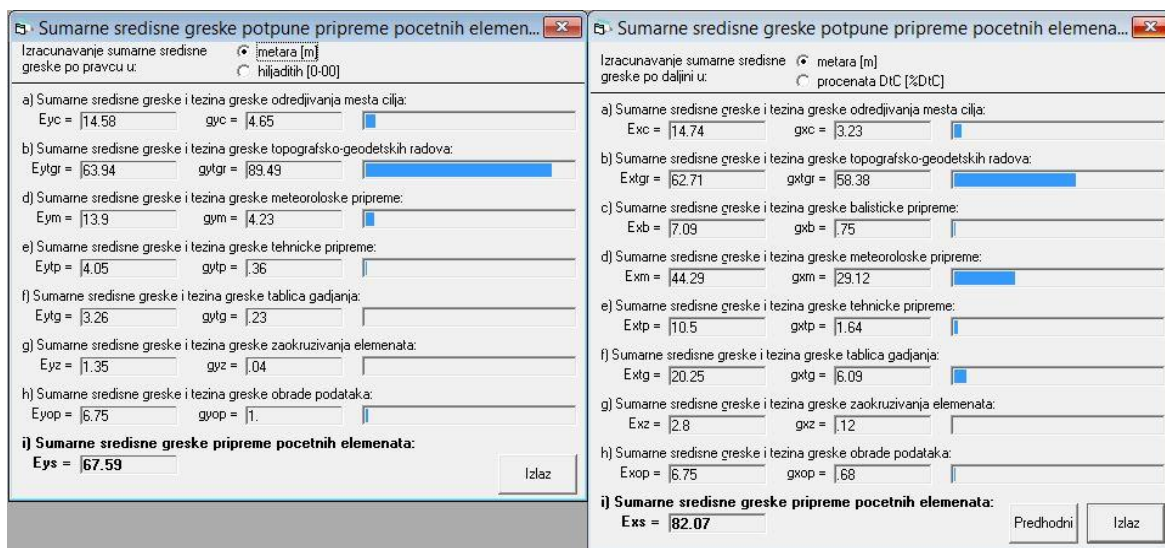
Слика 54: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 707

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.58 gxc = 3.97	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.65 gxc = 2.24
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 63.94 gytgr = 76.47	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 62.59 gxtgr = 40.81
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.08 gym = 15.82	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 4.86 gxb = 25
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eyp = 6.26 gyp = 7.73	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 65.2 gxm = 44.29
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 6.88 gytg = 8.89	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exp = 9.75 gxp = 1.99
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.09 gyz = 1.08	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 31.32 gxtg = 10.22
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eypop = 10.44 gypop = 2.04	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.6 gxz = 1.07
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 73.12	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 97.97
Izlaz	Predhodni Izlaz

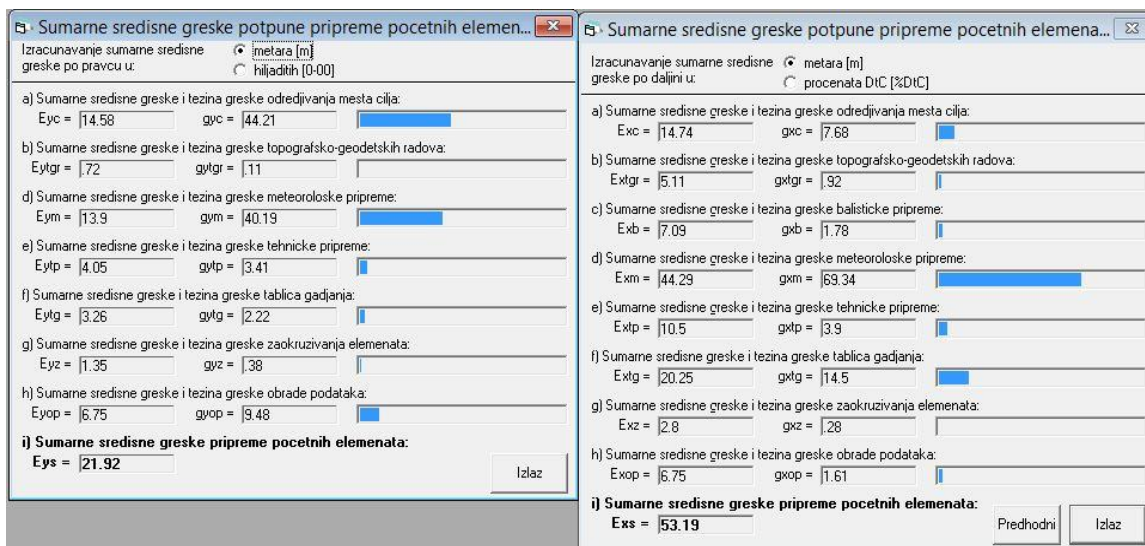
Слика 55: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 601

Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata	Sumarne sredisne greske potpune pripreme pocetnih elemenata
Izracunavanje sumarne sredisne greske po pravcu u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> hiljaditih [0-00]	Izracunavanje sumarne sredisne greske po daljini u: <input checked="" type="radio"/> metara [m] <input type="radio"/> procenata DIC [%DIC]
a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.58 gxc = 16.88	a) Sumarne sredisne greske i tezina greske odredjivanja mesta cilja: Exc = 14.65 gxc = 3.77
b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Eytgr = 7.2 gytgr = 1.04	b) Sumarne sredisne greske i tezina greske topografsko-geodetskih radova: Extgr = 3.32 gxtgr = 1.19
d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Eym = 29.08 gym = 67.19	c) Sumarne sredisne greske i tezina greske balisticke pripreme: Exb = 4.86 gxb = 4.2
e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Eyp = 6.26 gyp = 3.12	d) Sumarne sredisne greske i tezina greske meteoroloske pripreme: Exm = 65.2 gxm = 74.68
f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Eytg = 6.88 gytg = 3.77	e) Sumarne sredisne greske i tezina greske tehnicke pripreme: Exp = 9.75 gxp = 1.67
g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Eyz = 2.09 gyz = 1.35	f) Sumarne sredisne greske i tezina greske tablica gadjanja: Extg = 31.32 gxtg = 17.24
h) Sumarne sredisne greske i tezina greske obrade podataka: Eypop = 10.44 gypop = 8.66	g) Sumarne sredisne greske i tezina greske zaokruzivanja elemenata: Exz = 2.6 gxz = 1.12
i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Eys = 35.48	i) Sumarne sredisne greske pripreme pocetnih elemenata: Exs = 75.44
Izlaz	Predhodni Izlaz

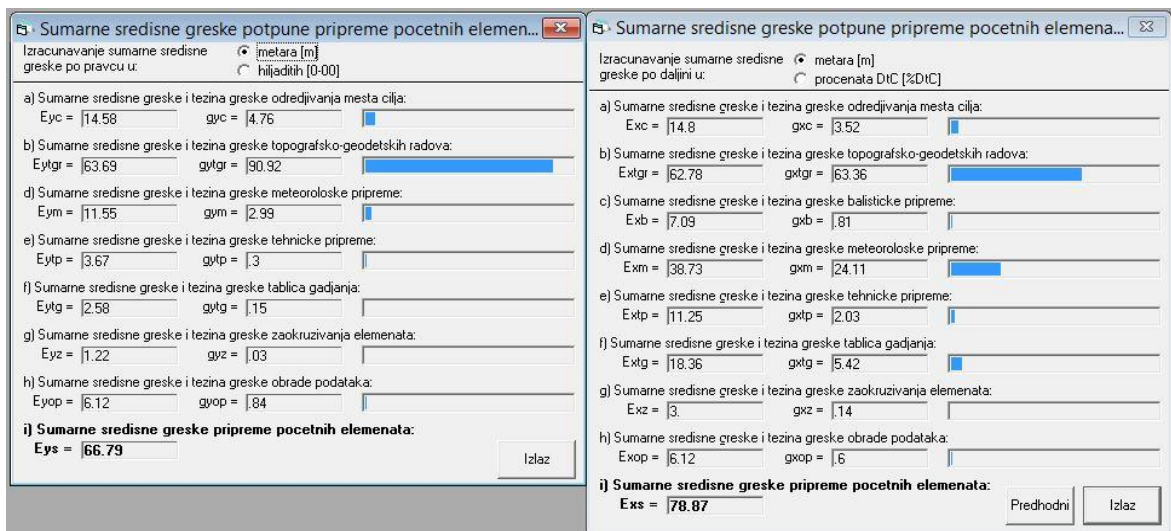
Слика 56: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 601



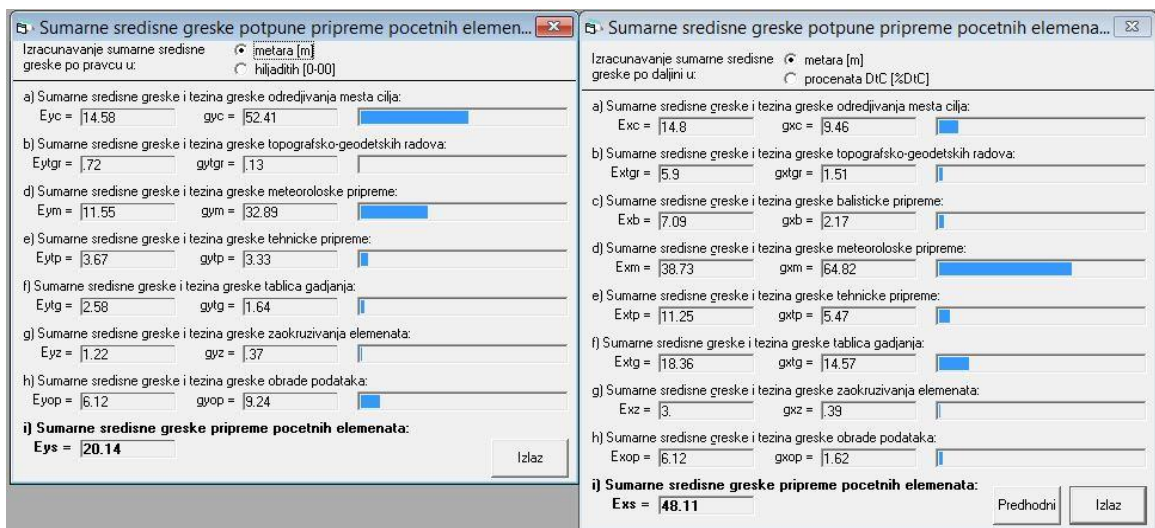
Слика 57: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 602



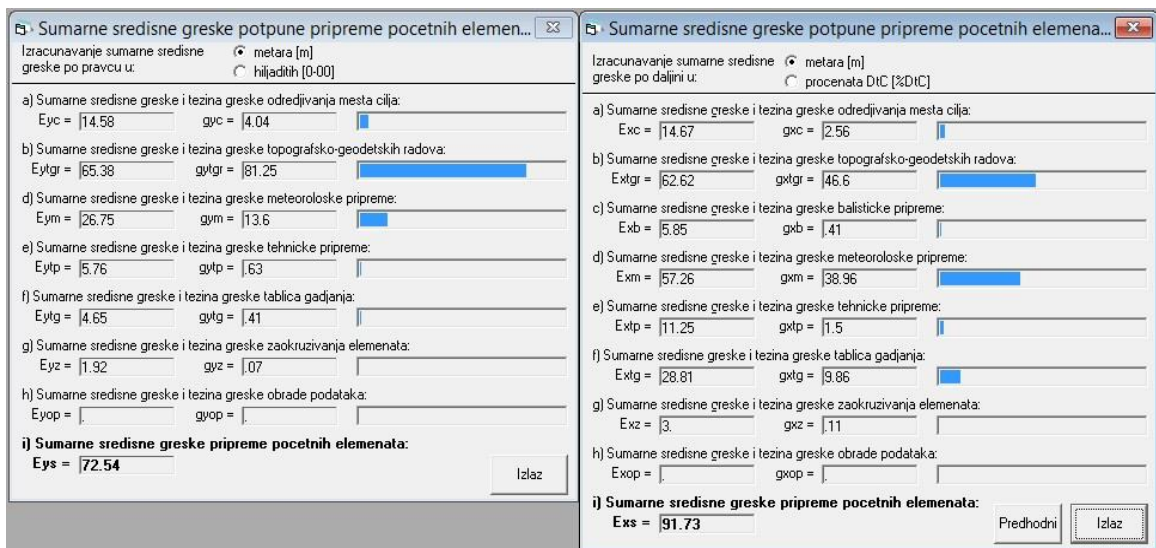
Слика 58: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 602



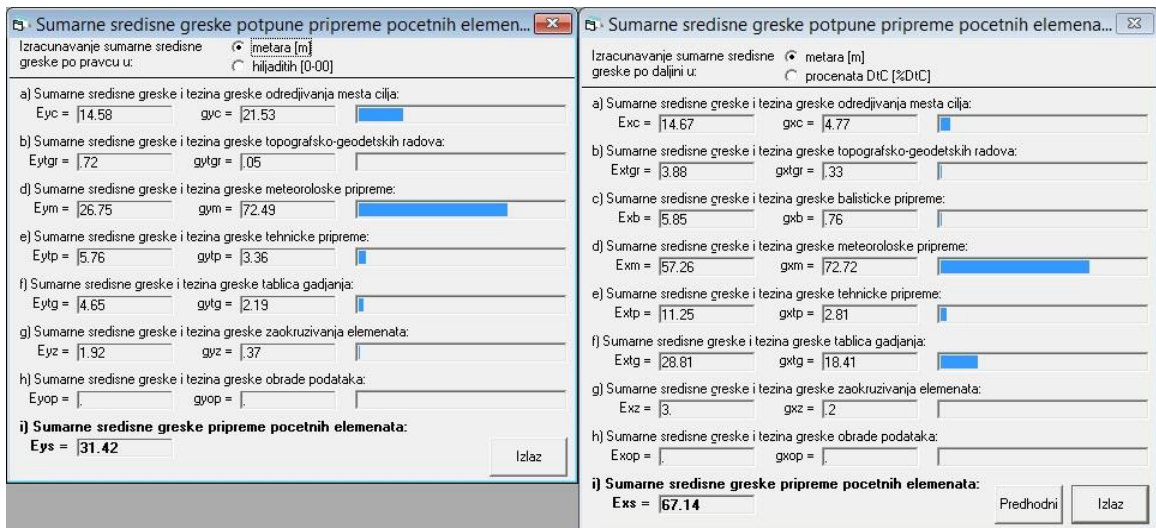
Слика 59: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 603



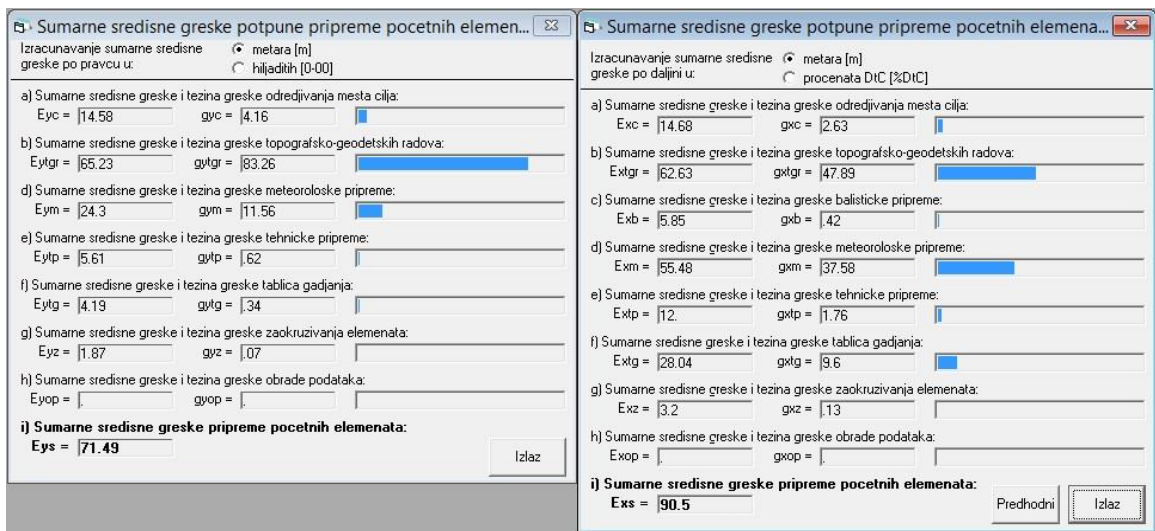
Слика 60: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 603



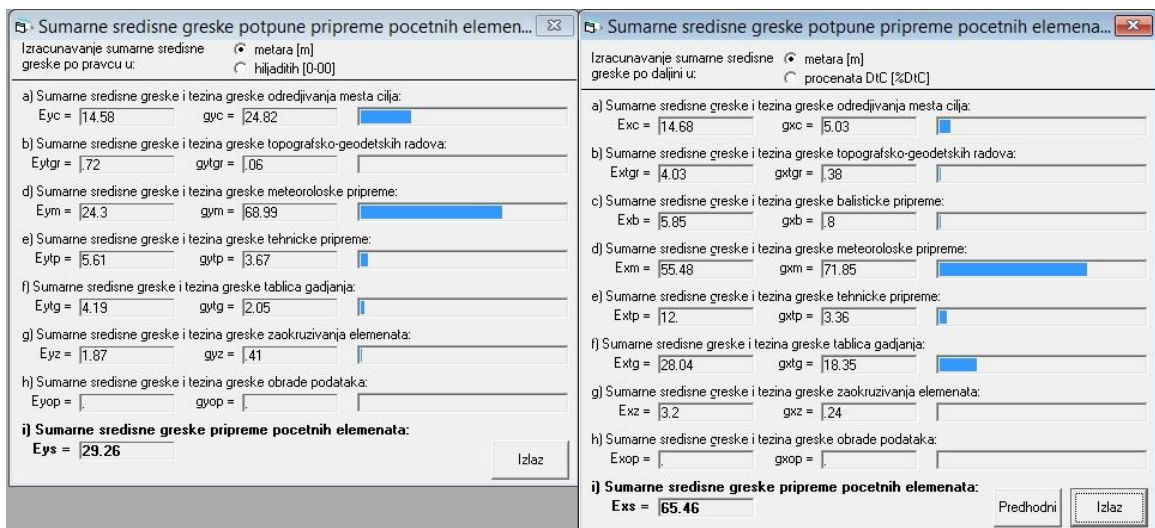
Слика 61: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 604



Слика 62: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 604



Слика 63: Сумарне грешке потпуне припреме без GPS-а за KB – 605



Слика 64: Сумарне грешке потпуне припреме са GPS-ом за KB – 605

Табела 1 : Норме утрошка пројектила

Ватрени задатак, врста и карактеристика циља и јединице нормирања		Артиљеријска оруђа и минобацачи на даљинама до 10 км						ВРЛ на свим даљинама			
		76 и 90 мм	100 и 105 мм	122 и 130 мм	152 и 155 мм	203 мм	МБ 120 мм	“Пламен” 128 мм М63	“Огањ” 128 мм М77	“Оркан” 262 мм М87	
		Табличне норме утрошка пројектила “N”									
1А	Уништење лансираног оруђа тактичке (оперативне) намене - на циљ	800	520	300	200	70	300	500	360	240	
2В	Неутралисање 25% на циљ *	вод (батерија) самоходних оклопних оружа (МБ)	1000	720	450 400	270	120	450	560	400	200
3С		вод (батерија) неоклопљених оруђа (МБ) у заклону	540	360	210 220	180	100	240	400	320	120
4D		вод (батерија) неоклопљених оруђа (МБ) ван заклона	250	150	90	60	30	90	150	120	30
5E		ракетне батерије ПВО	250	200	150	100	60	150	300	200	70
6F		електронска средства на возилима	420	280	180	120	60	180	300	240	80
7G	сање 25% на 1 ха	жива сила и ватрена и друга средства ван заклона	50	30	20	15	5	8	10	8	4

8Н	тенкови и ОТ ван заклона; жс и в/с у непотпуним заклонима: КМ у непотпуним заклонима или на возилима	400	250	150	110	50	140	240	180	40	
9И	ж/с и в/с; тенкови и ОТ, КМ у потпуним заклонима или на ОТ	450	320	200	150	60	200	320	240	60	
10Ј	Једноминутни утросак пројектила на хектар површине циља - ПКВ	9	6	4 3	3	2	3	-	-	-	
11К	Ударац брзе палбе и једноминутни утросак пројектила за неутралисање колона, НЗВ и ПЗВ - на оруђе	6-8 5-6 4-5 3-4 1 4-5 У ватреном удару 2-4 пројектила на оруђе						један плотун			
12	Рушење на даљинама гађања од 4км **	ров 10м дужине	-	60	45	30	20	34	-	-	-
13		осматрачнице	-	120	90	30	20	60	-	-	-
14		заклон за ватрену тачку	-	50	40	30	-	34	-	-	-
15		лаки бункер	-	140	110	45	25	170	-	-	-
16	<i>Задимљавање 100м фронта оруђем у минути, ветар до 5м/с</i>	уздужни	8	4	2	1	-	3	-	-	-
		бочни	6	3	1	1	-	2	-	-	-
Просечна зона успешног дејства парчади		30м	35м	40м	50м	60м	60м	35м	40м	-	
* За даљине гађања преко 10км норма се повећава за 20% за сваки км.											
** За км повећања/смањења даљине норма се повећава/смањује за 1/3.											

Табела 2: Вредности прелазног коефицијента K_p

Е/п (%)	K_p	Е/п (%)	K_p	Е/п (%)	K_p
5	0,14	35	1,64	65	5,27
10	0,24	40	2,03	70	6,43
15	0,51	45	2,05	75	7,78
20	0,74	50	3,04	80	9,65
25	1,00	55	3,67	85	12,21
30	1,30	60	4,38	90	16,32

Табела 3: Вредности коефицијента даљине гађања K_{dg}

D_g (км)	до	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	• • •
	10	до 11	до 12	до 13	до 14	до 15	до 16	до 17	до 18	до 19	до 20	
K_{dg}	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	

Табела 4: Вредности коефицијента припреме почетних елемената K_{pr}

Тачност припреме п/е са којима се прелазу на групно гађање	Метода потпуне припреме или коришћење података коректурног оруђа	Метода скраћене припреме	Пренос ватре или коректура непосредно на циљ
K_{pr}	1,00	1,50	0,75

Табела 5: Вредности коефицијента врсте гађања и упаљача K_{vgu}

Врста гађања - упаљача	Гађање на рикошет (са успорењем) и темпирно гађање	Упаљач подешен на тренутно или инерционо дејство
K_{vgu}	0,70	1,00

СКРАЋЕНИЦЕ

ADLER	Немачки систем за управљање ватром
AFATDS	Амерички систем за управљање ватром
ATACM	Тактичке артиљеријске ракете
ATLAS	Француски систем за управљање ватром
BATES	Британски систем за управљање ватром
BMS	Систем за управљање борбеним дејствима
CDA	Командни дигитални асистент
CEP	Кружна вероватна грешка
DGPS	Диференцијални GPS
DOP	Деградација тачности
GDOP	Деградација тачности 3Д положаја укључујући и фактор време
GNSS	Глобални навигациони сателитски систем
GPRS	Global Position Radio System
GPS-S	Веома прецизан пријемник двофреквентни
HDOP	Деградација тачности у хоризонталној равни
ICBM	Интерконтиненталне балистичке ракете
NAVSTA GPS	Глобални позициони систем министарства одбране САД
PADS	Инерцијални навигациони систем за одређивање позиција и азимута
PDA	Персонални дигитални асистенти
PDOP	Деградација тачности у простору
PE	Вероватне грешке
POI	Потребна тачка
PPS	Прецизни позициони сервис
RTK	Кинематичко релативно позиционирање у реалном времену

S/A	Селективне доступности
SCP	Контролна тачка
SDA	Војнички дигитални асистент
SIC	Геодетски информациони центар
SPCE	Елемент геодетског планирања и координације
SPS	Стандардни позициони сервис
TDOP	Деградација тачности на податке о времену
UREE	Мера несигурности мерења псеудодалјине
UTM	Universal Transverse Mercator
VDOP	Деградација тачности у вертикалном смислу
WGS 84	World Geodetic System 1984
АИГ	Артиљеријске извиђачке групе
АРД	Артиљеријско-ракетна дејства
АРМСт	Артиљеријско радарска метеоролошка станица
ГИС	Географски информациони систем
ГЛОНАСС	Глобални навигацијски сателитски систем руски
КИС	Командни информациони систем
КРП	Кинематичко релативно позиционирање
ПАРД	Противартиљеријско-ракетна дејства
РМПЦ	Рејон могућег положаја циља
С ⁴ ISR	Командовање, управљање, комуникација, рачунари, обавештајна подршка, осматрање и извиђање
СУВ	Систем за управљање ватром
ТгГоб	Топографско-геодетско обезбеђење
ТГП	Топографско-геодетска припрема