

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду**

Андрија В. Вељовић
Оптимизација УБ параметара
минобацача 120mm M75
-дипломски рад-

Крагујевац, 2017.

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду**



Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Наоружање
Предмет: Унутрашња балистика
Број индекса: 532/2013

Андрија В. Вељовић
Оптимизација УБ параметара
минобацача 120mm M75
-дипломски рад-

Комисија за преглед и одбрану:

1. пп. проф. др Небојша Христов - ментор
- 2.
- 3.

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да на примеру постојећег система наоружања – минобацач 120mm M74/75 изврши оптимизацију унутрашње-балистичких параметара са циљем повећања максималног домета. У току оптимизације кандидат ће применити тачно дефинисане математичке моделе, а као критеријум за поређење ће узети у обзир званичне податке према нормативним документима за ово средство (Правило за употребу и таблице гађања).

У току рада кандидат треба да обради следећа питања:

1. Да опише историјски развој и да преглед савремених средстава овог типа у свету и у нашој земљи.
2. Да опише математичке моделе, које ће применити за прорачун битних параметара.
3. На основу дефинисаних математичких модела кандидат треба да прикаже резултате прорачуна са основним параметрима и са варирањем података.
4. Након прорачуна кандидат треба да прикаже анализу добијених резултата и поређење са већ постојећим.
5. У закључку кандидат треба да прикаже до којих је резултата дошао и да смернице за будући рад.

Препоручена литература:

- [1] Збирка задатака из унутрашње балистике, др Љубиша Танчић, Београд 1999.
- [2] Познавање и одржавање наоружања, др Љубиша Танчић, др Александар Кари и други, Београд 2009.
- [3] Основи класичног наоружања, мр Милоје Цветковић, мр Никола Кршић и други, ТШЦ КоВ ЈНА Загреб 1973.
- [4] Основи наоружања (артиљеријска оруђа), др Зоран Ристић, Београд 2001.
- [5] ПРАВИЛО МИНОБАЦАЧ 120mm M75 и M74, пп Александар Пауновић, Београд 2001.
- [6] ТАБЛИЦЕ ГАЂАЊА за ЛАКИ МИНОБАЦАЧ 120mm M75, Сплит 1985.

Крагујевац, датум

Ментор:
Име, презиме и звање ментора
потпуковник
др Небојша Христов, доцент

РЕЗИМЕ РАДА

Овај завршни рад се бави варирањем тј. добијањем оптимизацијом унутрашње балистичких параметара побољшане верзије постојећег оруђа. На основу познатих конструкционих параметара, циљ је добити што веће излазне карактеристике. У првом делу рада разматра се појам минобацачких направа, историја минобацачког оруђа, савремени трендови и тенденције даљег развоја ове врсте оруђа. Са одређеним оптималним вредностима УБ параметара, врши се варирање масе допунског барутног пуњења и повећавање дужине цеви. Након тога, са усвојеним излазним податком за почетну брзину улази се у прорачун домета. Овај прорачун је извршен помоћу Ојлеровог модела кретања пројектила. Добијени резултати су упоређени са савременим конструкционим решењима и идеје за даљи рад дате су у закључку.

Кључне речи: минобацач, артиљерија, оруђе, УБ параметри, оптимизација

ABSTRACT

This final work deals with variation, namely getting optimization internal ballistic parameters improved version of existing mortar army weapon. Based on known construction parameters, the purpose is to get as much better output characteristics as possible. In the first part of this work the concept of mortar devices is considered, history of mortar weapons, contemporary trends and development trends of this kinds of weapon. With certain optimum values internal ballistic parameters, it is done varying the weight of the supplementary charge and increase the length of the barrel. After that with the adopted output data for initial speed it enters the budget range. This budget has been executed with Euler model movement of the projectiles. The obtained results were compared with modern construction solutions and ideas for further work are given in the conclusion.

Key words: mortar, artillery, weapons, UB parameters, optimization

Садржај

1. УВОД.....	1
1.1. Појам минобацача и принцип рада.....	1
1.2. Историјски развој.....	3
1.3. Савремени трендови.....	6
1.4. Тенденције развоја.....	8
1.5. Минобацачи 120 mm домаће производње М74 (М75).....	10
1.6. Савремени минобацачи 120 mm страног порекла.....	14
2. БАЛИСТИЧКИ ПРОРАЧУН МИНОБАЦАЧА.....	17
2.1. Математички модел унутрашње балистичког прорачуна.....	17
2.2. Ојлеров модел за СБ прорачун.....	22
3. ОПТИМИЗАЦИЈА ПАРАМЕТАРА И РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА.....	26
3.1. УБ прорачун по методи Серебрјакова.....	26
3.2. СБ прорачун домета минобацача.....	31
4. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ И ОПТИМИЗОВАНОГ ОРУЂА ПО КАРАКТЕРИСТИКАМА.....	33
4.1. Модел цеви минобацача М75.....	35
5. ЗАКЉУЧАК И СМЕРНИЦЕ ЗА БУДУЋИ РАД.....	39
6. ПРЕГЛЕД ТАБЕЛА.....	40
7. ПРЕГЛЕД СЛИКА.....	41
8. ЛИТЕРАТУРА.....	42
9. ПРИЛОЗИ.....	43
9.1. Програмско решење за УБ прорачун.....	43
9.1.1. Датотека са полазним подацима барута.....	45
9.1.2./17. Датотеке са излазним подацима УБ прорачуна.....	45
9.2. Програмско решење за СБ прорачун домета.....	77
9.2.1. Датотека са полазним подацима.....	83
9.2.2. Датотеке са излазним подацима СБ прорачуна.....	83

1. УВОД

1.1. Појам минобацача и принцип рада

Минобацач је врста артиљеријског оруђа које је намењено за извршавање задатака непосредне и опште ватрене подршке првенствено у склопу пешадијских јединица. То је оруђе најчешће са глатком, ређе олученом цеви из које се испаљује минобацачка граната - неротирајући пројектил. Посматрано са становишта употребе, минобацач је једноставно, поуздано и веома ефикасно средство. Основна карактеристика минобацача је да гађају горњом групом елевационих углова (најчешће од 45° до 85°) са могућношћу гађања и мањим полазним угловима, зависно од ситуације, односно траженог домета. Пројектил испаљен из минобацача, сходно полазним угловима, има углавном вертикалну путању и као такав је најпогоднији за дејство по непријатељу утврђеном у рововима. [4]

Пројектил је сам по себи стабилан а допунски принцип стабилизације пројектила у току лета остварује се крилцима на задњем делу јер је цев глатка па не постоји могућност ротације по напуштању уста цеви. Пројектил има релативно мале дебљине зидова што пружа могућност уградње веће количине експлозивног пуњења. Поред разорних минобацачких граната у употреби се налазе и хемијске, димне и запаљиве, а код малих калибра и пројектили кумулативног дејства. Због могућности деловања против противника у заклону, незамењиво је оруђе данашњих војски. У односу на хаубицу и топ, далеко је лакши, једноставнији и јефтинији за израду, а мина истог калибра има веће дејство - због тањег зида мине може се ставити више експлозива. Обука је лакша него за друга оруђа.

Мане су веће растурање погодака, мањи домет, дуго време лета и слаба пробојна моћ мине.

Основни саставни елементи минобацача су:

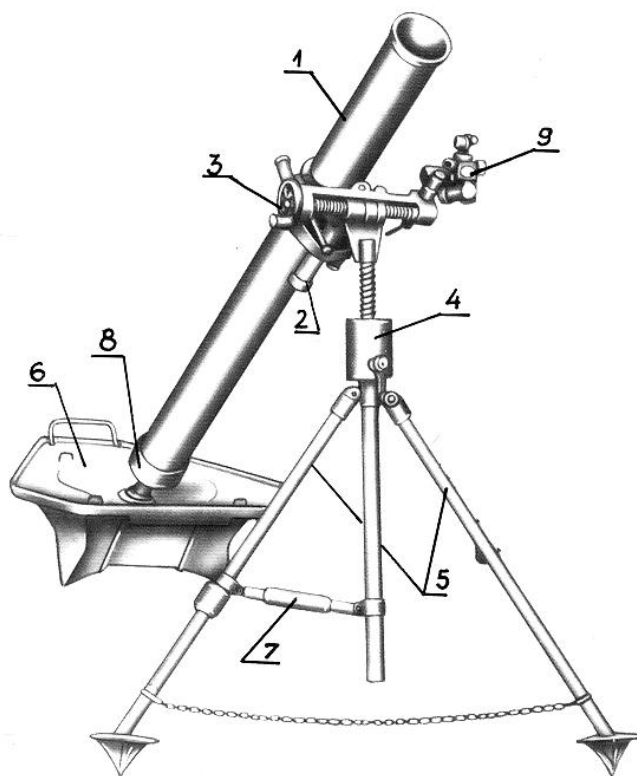
1. Склоп цеви са задњаком,
2. Подлога,
3. Двоножни (троножни) лафет,
4. Нишанска справа,
5. Комплет РАП-а.

Цев је најчешће дужине 15 до 20 калибра, са задње стране затворена задњаком. [1]

У цеви минобацача развијају се релативно ниски притисци због чега је зид цеви неупоредиво тањи него код хаубица и топова истог калибра. Из истог разлога кошуљица мине је релативно танка па је простор за експлозивно пуњење знатно већи. Задњак је навијен на цев и у њему се налази механизам за окидање и опаљивање. На задњем делу задњака налази се кугласта пета преко које се склоп цеви повезује са подлогом. Неки минобацачи већег калибра поседују и противвртзајући уређај као и подвозак који служи за транспорт.

Највећи радни притисак барутних гасова у цеви минобацача не прелази 1250 bar. Стога је цев минобацача танких зидова и лака. Почетне брзине мина мале су и крећу се до 420 m/s. Подлога је најчешће заварене конструкције. Плоча подлоге је правоугаона, троугласта или округла. Приликом опаљења подлога трпи значајна оптерећења. Стога она има велике еластичне деформације.

Принцип рада минобацача је врло једноставан па је због тога потребно мало времена приликом обуке. Састоји се у следећем: Храњење мином врши се најчешће на устима цеви код класичних минобацача док је минобацач у борбеном положају. Услед дејства гравитационе силе, мина цилиндром цеви слободно клизи све до ударне игле која се налази на дну цеви где бива активирана. [4]



Слика 1. Општи изглед минобацача:

1-цев, 2-амортизер, 3-механизам за давање правца, 4-механизам нагиба, 5-двоножац, 6-подлога, 7-изравњач косине, 8-задњак и 9-нишанска справа [10]

Код тешких минобацача принцип је нешто другачији због већих габарита мине и специфичности уградње минобацача на борбену платформу. Пуњење се у том случају врши са задње стране цеви, слично као код хаубица. [4]

Основна подела минобацача извршена је према калибру, па се тако деле на:

1. Лаке (калибра 40-60 mm)
2. Средње (калибра 81-90 mm)
3. Полутешке (калибра 105-120 mm)
4. Тешке (калибра преко 150 mm). [1]

Захтеви који се стављају пред конструкторе минобацача су што мања маса оруђа, поузданост и сигурност при раду, остварење што већих почетних брзина на устима цеви уз што мање притиске у цеви као и добре маневарске карактеристике које повлаче израду самоходних минобацача у новије време.

1.2. Историјски развој

Потреба за новим оруђем јавила се за време Руско-Јапанског рата (1904.-1905.год.) када су први минобацачи и настали. С' обзиром на рововски начин ратовања, идеја да се из властитих ровова убаци пројектил у противнички без излагања послуге непосредној опасности дошла је до изражаја посебно за време опсаде Порт Артура када су зарађене стране биле толико близу да класични топови нису могли гађати непријатеља без опасности по сопствену посаду. Руси су конструисали посебан пројектил за чије испаливање су користили прилагођени бродски топ калибра 47 mm. Један од примарних захтева за то оруђе било је гађање с полазним угловима већим од 45° а конструисано је тако да је гађало под полазним угловима од 45° до 65° и тако је створен први минобацач. [1]



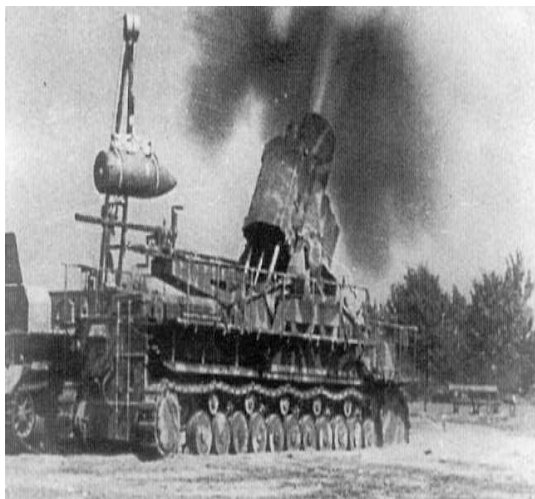
Слика 2.1. Први руски минобацач [4]



Слика 2.2. Аустроугарски мерзер [4]

Треба споменути да минобацачи нису били прва оруђа која су гађала горњом групом углова и да у том смислу нису представљали новину. Њима су претходила масивна оруђа, глатких и олучених цеви и релативно великог калибра под називом мерзери настали још у четрнаестом веку. Њихова основна намена састојала се у рушећем дејству фортификацијских објеката. Основни захтев пред конструисање мерзера био је што већа маса мине чиме би кинетичка енергија на циљу била већа јер црни барут који се тад користио није имао велику снагу потиска.

Мерзери свој процват доживљавају у годинама Другог Светског рата између 1940. – 1945. На захтев немачког артиљеријског генерала Карла Бекера Немци конструишу тешко средство калибра 600 mm које се користило у дејствима на Мажино линији као и у нападима на Варшаву, Севастопољ и Брест-Литовск. Због великих габарита, први пут је направљено самоходно борбено средство, али један од проблема био је тај што возило није могло у потпуности да апсорбује трзај оволиког калибра. Такође велики временски период за превозиње из маршевог у борбени положај као и мала брзина гађања није била повољна. [4]



Слика 3.1. Карл из 1940. год. [4]



Слика 3.2. Ефекат дејства калибра 600mm [4]

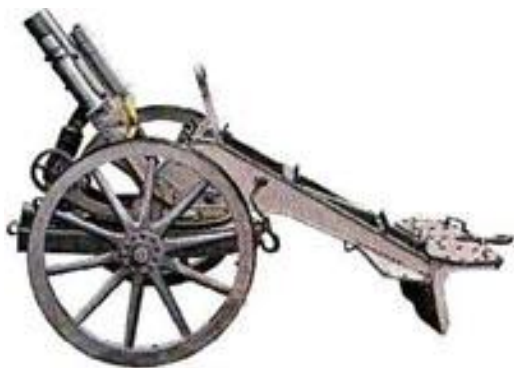
До почетка 1944. год. Американци су направили средство највећег калибра икада. Реч је о мерзеру имена „Мали Давид“ који је био намењен за напад на Јапанску фортификацију, калибра 914 mm.

Како се Јапан предао, ово средство никада није ушло у оперативну употребу. Иначе у борбени комплет због импозантних димензија улазила су и два вучна транспортера на којима је цев била ослоњена као и кран и булдожер који су служили за укопавање средства. Време потребно за прелаз из маршевог у борбени положај износило је око дванаест сати, знатно краће од горе наведеног немачког Карла коме је за то требало непуних три недеље



Слика 4. Мали Давид у маршевском и борбеном положају [4]

Током Првог светског рата Немци конструишу своје прве минобацаче који подсећају на хаубице али с' битном разликом у конструкционом решењу јер су имали затворене цеви на задњаку којим су се ослањали на одговарајућу подлогу и пунили су се кроз уста цеви.



Британци су 1918. год. увели у наоружање први савремени минобацач Штокс-Бранд. За то време било је то савремено оруђе, довољно лако да прати пешадију ватром и покретом, с' релативно великом брзином гађања и крајњим дометом. Минобацач је имао глатку цев, а допунска стабилизација мине постигнута је крилцима.

Слика 5. Немачки минобацач из 1913.год [4]

Током Другог светског рата минобацачи доживљавају праву експанзију и улазе у наоружање свих земаља учесника рата. Тако је нпр. Црвена армија имала 192 оруђа у саставу своје пешадије, Немачка 147 и Америчка 117.

Временом минобацачи се развијају у правцу смањења укупне масе, повећања максималног домета и побољшања маневарских карактеристика. У складу са тим треба поменути настанак функционалне поделе минобацача на: лаке (калибра 30-60 mm), средње (70-60 mm) и тешке (калибра преко 100 mm). На домет је утицала и појава реактивних мина са додатним барутним пуњењем које се активирало у одређеном делу путање и тиме повећало укупни домет и 2-3 пута. [4]



Слика 6. Први немачки минобацач у оперативној употреби 250mm [4]



Слика 7. Штокс-Бранд из 1918. год калибра 81mm [4]

Р.Б.	Назив средства	Година производње	Земља порекла	Калибар [mm]	Маса оруђа [kg]	Маса пројектила [kg]	Почетна брзина (брзина на устима цеви) [m/s]	Максимални домет [m]
1.	Реконструисани бродски топ	1904.-1905.	Русија	47	/	11.5	/	370
2.	Мерзер М1915	1915.-1916.	Аустро-Угарска	305	20 830	384	448	12 200
3.	Минобацач М 1913	1913.	Немачка	250	628	92	200	2600
4.	Минобацач М 1914	1914.	Немачка	170	450	17	250	800-900
5.	Штокс-Бранд М 1918	1918.	Велика Британија	81	52.5	16.4	210	1900
6.	Мерзер Карл	1940.	Немачка	600	124000	2200	200	6800
7.	Мерзер Мали Давид	1944.	Америка	914	40000	1656	381	9700

Табела 1. Преглед најзначајнијих минобацача и мерзера конструисаних до 1944.год.

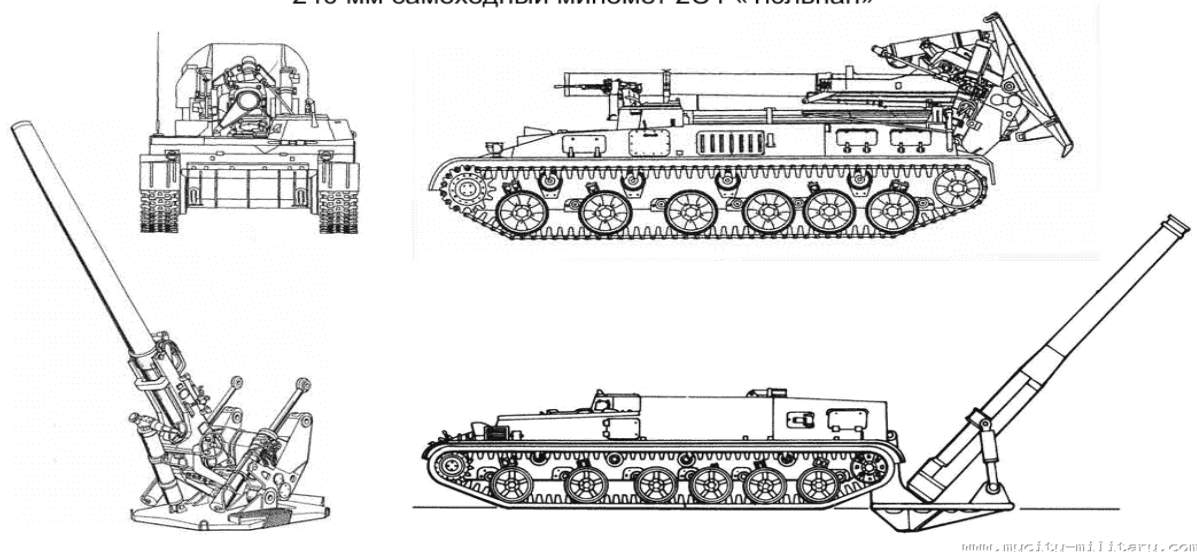
1.3. Савремени трендови

Последњих деценија се тежи ка развоју минобацача повећаног дмета, већој стабилности при гађању, мањој маси и већој мобилности. Посебно се пажња усмерава на повећање прецизности и покретљивости.

Седамдесетих година прошлог века Русија је развила самоходни тешки минобацач калибра 240 mm под називом Тулипан чије су основне карактеристике дате у табели 2.

У самом возилу налази се 10 мина а аутономија возила је око 500 km зависно од средине кретања. Мултифункционалност оруђа се огледа и по уградњи митраљеза 7.62 mm и противавионског топа 30 mm.

240 mm самоходный миномет 2С4 «Тюльпан»



Слика 8. Самоходни минобацач 240 mm „Тулипан“ [4]

Израел такође у том периоду развија своје варијанте минобацача калибра 160 mm М-66 под називом Солтам а по угледу на Фински минобацач Вамас. Прва верзија Солтама направљена је као вучна да би касније био монтиран на модификацију тенка типа Шерман. Карактеристике Солтама су биле сличне првој верзији с' тим што је оруђе постало самоходно и постало познато под називом Макмат чија је спецификација наведена у табели 2. [4]



Слика 9.1. Солтам М66 160 mm [4]



Слика 9.2. Самоходни Макмат 160 mm [4]

Последњих година најзначајнији развој бележе минобацачи калибра 120 mm о којима ће и највише бити речи у овом раду. Финска корпорација за развој наоружања „Patria Weapon System“ 2006. год. произвела је минобацач NEMO (NEw MOrtar) такође интегрисан на оклопном возилу 8x8. Идеја је била да се тежи борбени систем тог типа, AMOS (Advanced Mortar System), који је тежио 4 тона, замени знатно лакшим, тежине 1.5 тона а све у циљу лакше уградње и постизања бољег маневра на самоходном оклопном возилу.

Поред наведеног, потребно је око 30 секунди да се доведе у ватрени положај а мање од 10 секунди да се преведе у маршевски што је погодно за брзу промену ватреног положаја. Цев минобацача има слободу кретања од пуног круга по хоризонтали. У самом возилу има простора за 50 мина 120 mm. Овакав систем нашао је практичну употребу и у морнарици са могућношћу уградње и на борбене чамце. [4]



Слика 10.1. Класични систем NEMO [4]



Слика 10.2. 120 mm на борбеном чамцу [4]

Р.Б.	Земља порекла	Назив оруђа	Калибар цеви [mm]	Дужина цеви [m]	Елевација у степенима	Укупна маса [kg]	Маса мине [kg]	Максимални домет [m]	Брзина ватре [мина/с]
1.	Русија	Тулипан	240	3	45 - 80	27000	130	18000	1
2.	Израел	Макмат	160	2.8	30 - 80	341	38	9600	2
3.	Финска	Немо	120	3	35 - 80	1500	/	/	10

Табела 2. Најзначајнији минобацачи у периоду после 1970. год

1.4. Тенденције развоја

Савремени свет се све више карактерише експоненцијалним развојем науке и технологије, са неизбежним огромним утицајем на развој друштва уопште. Како је одбрана земље само једна од значајних активности сваког друштва, неминовна је снажна интеракција између развоја науке и технологије и развоја модерне армије, опремљене савременим борбеним средствима и системима.

Минобацачи се стално усавршавају са циљем да им се смањи тежина и повећа домет. Калибри су углавном у границама које су установљене у току Другог светског рата (50 до 120mm), иако је било покушаја да се у наоружање уведу и минобацачи калибра већег од 200mm. Тежина оваквог оруђа је међутим, таква да оно губи основно својство минобацача – покретљивост и преносивост – и постаје по особинама слично хаубици, само мање прецизно.

Наоружање и опрему савремених армија света сачињавају најсложенија борбена средства и системи велике ватрене моћи и прецизности, крајње аутоматизована по начину дејства, високо поуздана по технологији израде и изразито скупа. Развој оваквих система оружја последица је трке у наоружавању и примене најсавременије технологије. Равнотежа у нуклеарном оружју великих сила, као и сазнање да средства за масовно уништавање нису погодна за вођење локалних ратова и ратова са ограниченим циљем, утицало је да се потражи предност у конвенционалном наоружању које, услед тога, доживљава свестрани и нагли развој.

У развоју нових минобацача преовладавају захтеви за даље повећање домета, смањивање масе, уграђивање на оклопна борбена возила, укључивање у системе за управљање ватром и командно - информационе системе различитог нивоа и коришћење касетне и интелигентне муниције.

Посебан се значај придаје производњи пројектила које имају могућност навођења у завршној фази лета чиме се добија на прецизности али и на економичности јер је потребан мањи број мина за уништавање додељених циљева.



Слика 11. Решење двоцевног минобацача Шведске војске [4]

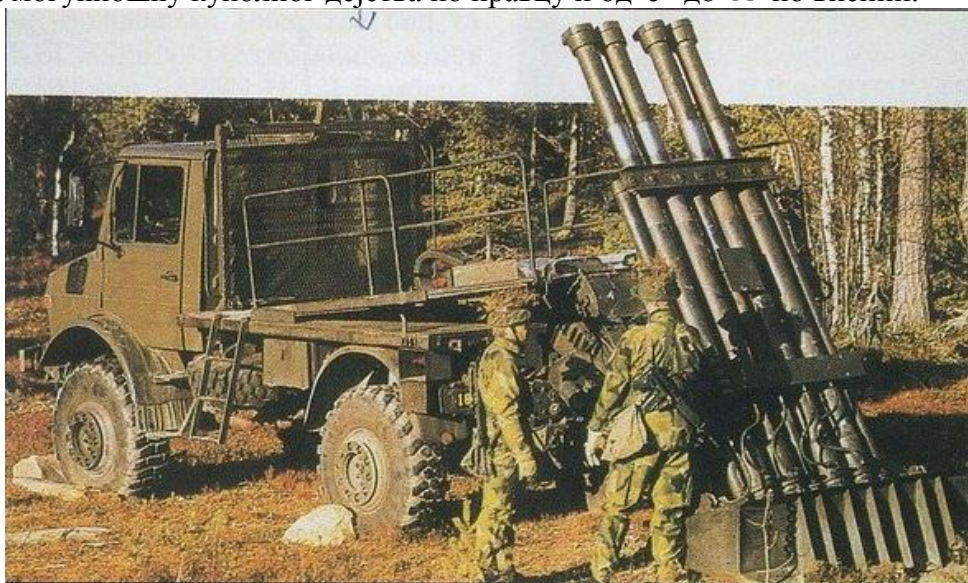
Важан сегмент савремене и будуће артиљерије за подршку су вишецевни лансирни системи од којих се у непосредној будућности захтева: повећање калибра, велика брзина отварања ватре, краткоћа трајања једног ватреног удара (не дуже од 1 минута), врло моћни системи управљања ватром, велика ефикасност и прецизност ватре, велика маневарска покретљивост, смањење укупне масе оруђа, аутоматизација функционисања на ватреном положају и употреба више врста муниције (разорне бојне главе, касетне бојне главе са противтенковским минама и касетне бојне главе са субмуницијом вођеном на завршном делу путање).

Савремени трендови развоја у свету позитивно су се одразили и на нашу одбрамбену индустрију. Средином деведесетих година развијен је минобацач 120 mm M95 који се у односу на постојеће МБ 120 mm M74 и M74 одликује изразитим повећањем домета до 9.5 km-а односно 13.5 km-а у активно-реактивној верзији. Следећи природни корак у развоју би био развој мине са коригованом трајекторијом, посебно у завршној фази лета, у циљу повећања прецизности тј. смањења утрошка муниције, смањења времена дејства и броја оруђа која дејствују на циљ, у крајњем случају значајног повећања укупне ефикасности.

Осим бројних предности у односу на претходне моделе као што је нпр. маса на борбеном положају од 208 kg-а и брзином гађања од 9-15 м/мин. анализом савремених тенденција на основу погодних особина средства дошло се на идеју о развоју самоходног модела минобацача. [4]

Наиме, започет је развој самоходног минобацача у две верзије:

- основна верзија намењена за уградњу на лака и покретна возила 4x4;
- наменска верзија – оруђе типа минобацач-хаубица 120 mm уграђено у куполу борбеног возила, са могућношћу куполног дејства по правцу и од 0° до 85° по висини.



Слика 12. Акцент на развоју самоходних вишецевних минобацача – самоходни плотунски МБ 120 mm CM-4/ДБ У 1700J у борбеном положају [4]

У суштини ради се о развоју ефикасног система минобацач-муниција-СУВ који би омогућио задовољење постављених тактичко-техничких захтева савременог бојишта. Свакако, рецепт за успех на савременом бојном пољу модерних и технолошки оријентисаних армија је умрежавање сопствених потенцијала што подразумева стварање комплексне командно-комуникационе мреже способне да прима, обрађује и прослеђује информације у реалном времену. Овако замишљен самоходни минобацач лако би нашао место у наведеној концепцији савременог рата. [4]

Истовремено, добру основу за даљи развој минобацачке муниције у калибру 120 mm представља мина М95 која има максимални домет близу 9.5 km-а, односно 13.5 km-а у активно-реактивној верзији.

На основу постојећих конструкционих решења наведеног минобацача, циљ овог рада биће да се првенствено варирањем масе допунских барутних пуњења, а затим и променом дужине цеви уз што мање повећање укупне масе остваре што мањи притисци у цеви уз што већу почетну брзину на устима цеви зарад остварења што већег домета.

1.5. Минобацачи 120 mm домаће производње M74 (M75)

Минобацач 120mm M74 (M75) намењен је за непосредну ватрену подршку сопствених јединица нивоа батаљона. Одликује се малом масом, респективним дOMETOM, добрим маневром ватре, великом брзином гађања и покретљивошћу захваљујући разноврсним могућностима транспорта. M75 је оруђе стандардног минобацачког дизајна са двоножцем и подлогом кружног облика. Облик и величина подлоге и дебљина зида цеви обезбеђују гађање употребом свих врста мина калибра 120mm из овог оруђа, укључујући и активно-реактивну мину. [3]

Гађање извршава убацном путањом па је погодан за гађање циљева на задњим нагибима, јаругама и другим удубљењима. За извршавање ових задатака користи лаки тренутно фугасни пројектил (ЛТФ), димни и осветљавајући пројектил, постоји још и активно-реактивна граната. Највећи дOMET са ЛТФ и димном гранатом је 6340m са 6 допунских пуњења, ефикасно делује по непријатељу ван заклона до 5700m а у заклону до 4800m. Полупречник убојног дејства са контактним упалчем је 17m, а са близинским од 60–75m.

Код димне мине бели фосфор се распршује у пречнику од око 40m. Највећи активни дOMET осветљавајућом мином је 5700m, најбоље резултате постиже се када се бакља упали на 400m висине, гори око 60 секунди и осветљава пречник од око 1200m.

Хоризонтално поље деловања уз померање двоножног лафета је 360°, међутим то баш и није тако изводљиво. Премда се подлога укопава под углом од 25°, у пракси омогућава померање од 60° без померања подлоге. Поље деловања без померања лафета је 6°. Брзина паљбе уз проверу елемената иде до 12 мина у првом минуту. [2]

Цев је глатка и тврдо хромирана, са константним пречником дуж целе дужине. На врху има ојачање, које такође служи да би се цев одвила од задњака. На задњем делу цеви налази се механизам за забрављење и окидање. Обарач има 3 положаја (режима паљбе) појединачно, брзом ватром и укочено. Када стоји на јединачном режиму паљбе, пуниоц врши опаљење повлачењем канапа за опаљење, што је и уједно и најчешћи режим паљбе, а на минобацачу је означен словом J. При брзој паљби нишанција окреће забрављивач у положај са нацртаном стрелицом на горе. У том случају мина ће се сама активирати при спуштању у цев. Трећи положај је укочено (У). На двоножном лафету се налази пар амортизера кој има задатак да компензује (ублажи) трзај. Такође ту се налазе и механизми за давање елевације цеви и поравњавање, тј елиминисање утицаја косине тла. Нишанска справа служи за заузимање елемената ватре. Опремљена је са две либеле помоћу којих се изравнава минобацач, и трицијумским кончаницама за рад у ноћним условима. Подвожак служи за транспорт минобацача, а подлога је ослонац минобацача и има задатак да пренесе силу опаљења из цеви на тло. Тежина МБ 120mm M75 је 261kg у маршевском положају и 178kg у борбеном положају. [2]

	M75	M74
БАЛИСТИЧКИ ПОДАЦИ		
калибар цеви	120 mm	120mm
највећи домет:		
– активно-реактивном мином	9056 m	
– са укљученим мотором	5313 m	
– активно-реактивном мином		
– са искљученим мотором	6464 m	6440 m
– лаког мином	5374 m	
– тешком мином		
минимални домет:		
– активно-реактивном мином	271 m	
– са искљученим мотором	275 m	
– лаког мином	271 m	
– тешком мином		
максимални притисак у цеви	98,1 MPa	83,4 MPa
КОНСТРУКЦИОНИ ПОДАЦИ		
поље дејства по висини	45°-85°	
хоризонтално поље дејства:		
– без премештања давоношца	3°	
– са премештањем давоношца	360°	
излазак арха ударне игле	2,2 – 2,7 mm	
маса:		
– на маршу	261 kg	207 kg
– у борбеном положају	178 kg	110 kg
– главних склопова	< 87 kg	< 44 kg
димензије:		
– дужина цеви	1690 mm	
– висина ЛМБ при елевацији 45°	1455 mm	1310 mm
– висина ЛМБ при елевацији 85°	1800 mm	
– дужина ЛМБ у маршевском	2220 mm	2160 mm
положају		
– ширина колотрага	1280 mm	
– клиренс	260 mm	375 mm
ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ		
број послужилаца	4	
сила на куки моторног возила за вучу	250 - 350 N	
РЕЖИМ ВАТРЕ		
брзина гађања са грубом	12 мина/мин	
поправком елемената нишањења		
брзина гађања са потпуном		
поправком елемената нишањења:		
– за 1 минут	9 мина	8 мина
– за 3 минута	25 мина	18 мина
– за 10 минута	35 мина	25 мина
са истог ВП може се испалити:		
– са тврдог тла	18 мина	18 мина
– са средње тврдог тла	12 мина	14 мина
– са меког тла	6 мина	8 мина

Слика 13. Карактеристике минобацача 120mm



Слика 14. Изглед минобацача 120mm M75 [2]



Слика 15. Пројектил за минобацач 120mm M75, лаки ТФ М62ПЗ са упаљачем УТУ М78 и његов изглед у одређеном инжењерском софверу без допунског барутног пуњења

Разлика у моделима М74 и М75 јесу следеће:

Први модел одликује се мањом масом и, растављеног, на леђима могу да га носе тројица послужилаца.

Други модел М75 користи се као средство ватрене подршке у пешадијским батаљонима. М75 у односу на М74 има већу масу, али и већу брзину гађања и могућност дужег трајања гађања.

Минобацач М74 начелно се користи за наношење једног или два ватрена удара од 15 до 20 мина са истог положаја, а М75 за артиљеријску припрему са режимима гађања у трајању од једног сата. Модел М75 поседује ојачану цеви самим тим и издржава веће притиске. Такође подлога модела М74 је троугана док је код М75 округласта. Оба модела минобацача ушла су у серијску производњу 1981. године.

Стручњаци Сектора за класично наоружање Војнотехничког института су деведестих година прошлог века започели пројекат израде вучног минобацача 120 mm, повећаног домета, у ознаци М95.

Логика конструкције новог минобацача се заснива на минобацачима 120 mm М74 и 120 mm М75 те ћемо овде истаћи само битне разлике.

Минобацачки систем 120 mm М95 се састоји од оруђа, минобацачког пројектила и РАП-а (резервни делови, алат и прибор). Оруђе обухвата следеће главне склопове: склоп цеви, двоножни лафет, подлогу, нишанске справе и подвозак.

Цев је глатка и израђена од висококвалитетног легираног челика при чему се остварује максимални радни притисак од 1500 bar (код ранијих решења 980 bar). У односу на претходна решења цев је дужа за око 300 mm. На устима цеви је предвиђен дифузор који треба да смањи притисак барутних гасова и на тај начин заштити послугу од штетног дејства надпритиска око оруђа. Код избора материјала цеви имала се у виду тенденција да се изврши унификација материјала цеви артиљеријских оруђа и минобацача.

За систем је пројектовано и савремено балистичко решење које подразумева нову организацију барутног пуњења (б/п). У првој фази испитивања и верификације система коришћени су двобазни НГБ барути (балистити). У наредној фази је предвиђена употреба новопроизведених термостабилних ЕИ барута чије су карактеристике у мањој мери осетљиве на дејство климатских услова.

Оптимизација б/п је урађена на основу конструкционог захтева у погледу радног притиска (1500 bar) и на основу захтеване почетне брзине мине 120 mm M95 ($V_{0\text{max}} = 400 \text{ m/s}$). Ново б/п обезбеђује минимално растурање почетне брзине V_0 и добро преклапање падних тачака мине на свим дометима ($X_{\text{min}} = 500 \text{ m}$, $X_{\text{max}} = 9400 \text{ m}$).

Минобацач може користити све мине 120 mm иностраног и домаћег порекла, али ми овде дајемо предност новој мини 120 mm M95 коју су развили „муницијаши” Војнотехничког института. Мина је савременог дизајна и добро аеродинамички оптимизирана те се може постићи домет од 9.4 km . У односу на друге мине калибра 120 mm , код којих се кошуљица израђује ковањем, кошуљица мине $M95$ се израђује ливењем чиме се многоструко повећава ефикасност на циљу. Експлозивно пуњење представља мешавину тротила (TNT) и хексогена (RDX). Ова, новопројектована класична мина $M95$, има већу ефикасност од постојеће лаке тренутно-фугасне мине 120 mm M62ПЗ која се користи код минобацача 120 mm M74 и $M75$. Треба напоменути да минобацач може користити и активно-реактивне мине са којима се остварује домет од 13.5 km .

С' обзиром на знатан степен унификације делова минобацача 120 mm M95 и $M75$, користиће се постојећа организација и кадрови система техничке подршке (ТП). Није потребно освајање специјалних поступака за одржавање и ремонт средстава, што је, сложићете се, врло важно са економског аспекта.

Сектор за класично наоружање је још 1995. године израдио *Програм реализације развоја (ППР)*, што је тадашњи Војни савет КоВ одобрио. ППР је подразумевао да развој минобацача 120 mm M95 треба да се реализује кроз израду и испитивање једног прототипа (ПТ), израду и испитивање прототипске партије (ПП) од 4 оруђа и израду техничке документације за “0” серију. Као носилац развоја одређен је Војнотехнички институт из Београда, а као носилац производње ХК „Прва петолетка” из Трстеника.

Пошто је прототип оруђа успешно испитан на полигону „Никинци” онда се прешло у II фазу тј. израду и испитивање ПП. Нажалост овај пројекат није тренутно актуелан као и развој самих минобацача у Војсци Србије. Увођењем овог средства у наоружање Војске Србије знатно ће се повећати борбене могућности и ватрена моћ пешадијских јединица.

1.6. Савремени минобацачи 120 mm страног порекла

2С9 Нона-С (СО-120) САМОХОДНИ МИНОБАЦАЧ 120 mm

Минобацач 120 mm постављен је у куполу која се може покретати у сектору од 70°, док је поље дејства по елевацији од -4° до +80°. Систем Нона омогућава посредно или непосредно гађање, а користи широк спектар муниције: разорно-парчадне гранате које се почетном брзином од 367 m/s испаљују на даљине до 8700 m, запаљиве, осветљавајуће, димне и разорно-парчадне минобацачке гранате максималног домета 7100 m, активно-реактивне пројектиле домета 13000 m, кумулативне гранате пробојности 600 mm, којима је могуће водити противоклопну борбу на даљинама до 1000 m и ласерски вођене разорно-парчадне пројектиле Китолов-2, домета 9000 m. Систем 2С9 се уз помоћ падобрана може избацити из авиона са висина од 300 до 1100 m. [5]

2С23 Нона-СВК САМОХОДНИ МИНОБАЦАЧ 120 mm

Купола са минобацачем 120 mm 2А60 постављена је на централни део оклопног тела. Поље дејства по правцу је по 35° на сваку страну, а по елевацији од -4° до +80°. Нона се може користити и као оруђе за директну ватрену подршку, при чему испаљује разорно-парчадне или кумулативне гранате. Када се користи као минобацач, систем испаљује разорно-парчадне, запаљиве, осветљавајуће и димне гранате руске производње, а може користити и муницију за минобацач МО-120-РТ-61 француске производње. Крајем деведесетих година у борбени комплет уведен је и ласерски вођени пројектил Китолов 2, домета 9 km док домет за класичне пројектиле износи 7100m. Максимална брзина гађања је 10 пројектила у минути.

На кров куполе постављен је митраљез ПКТ калибра 7,62 mm, којим даљински управља командир возила. [5]

2С31 Вена САМОХОДНИ ТОП / МИНОБАЦАЧ

Руски самоходни артиљеријски систем 2С31 "Вена" представља комбинацију оруђа за директну ватрену подршку и минобацача. Јавности је приказан крајем деведесетих година, а још увек није уведен у серијску производњу.

Купола са системом "Вена" постављена је на шасију борбеног возила пешадије БМП-3, али се нуди и уградња на друга возила по избору купца. Купола се може окретати за 360 степени, а поље дејства оруђа по елевацији је од -4° до +80°.

Оруђе 120 mm има ожлебљену цев из које могу испаљивати руски пројектили развијени за самоходне минобацаче 2С9 и 2С23, минобацачке гранате француске производње и ласерски вођени пројектил "Китолов-2М". У борбеном комплету налази се укупно 70 пројектила, а брзина гађања је 8-10 мина у минути. [5]

Помоћно наоружање представља митраљез 7,62 mm уграђен на турелу комадника, којим се могу гађати циљеви на земљи и у ваздуху.

Максимални домет разорном гранатом: 13 km

Максимални домет минобацачком гранатом: 7,2 km

Домет ласерски вођеним пројектилом: 13-14 km

АМОС САМОХОДНИ МИНОБАЦАЧ 120 mm

Шведска и финска фирма су 1995. склопиле споразум о заједничком развоју минобацачког система АМОС (Advanced MOrtar System).

Систем АМОС се састоји од два минобацача калибра 120 mm постављена у оклопљену куполу. Конструисан је у две верзије:

- ❖ АМОС Модел А намењен је за наоружавање лаких оклопних возила. Пуни се полуаутоматски кроз уста цеви.
- ❖ АМОС Модел Б је тежа, сложенија и скупља варијанта. Пуни се полуаутоматски кроз задњак цеви.

Систем АМОС користи све стандардне минобацачке пројектиле калибра 120 mm, али и посебно развијене разорне мине масе 17 kg са максималним дометом 10 km (АМОС Модел А), односно 13 km (АМОС Модел Б). Могу се испаливати и вођене / самонавођене гранате, као што је шведска Strix. У борбеном комплету се налази 40 класичних разорних граната и 6 вођених. [5]

Солтам К6

Солтам К6 је 120 mm минобацач којег је развила и произвела израелска фабрика Soltam Systems. Солтам К6 је ушао у службу оружаних снага САД-а 1991. године као M120 Mortar System. Његов задатак био је да као тешко наоружање под великим углом осигура паљбу и ватрену подршку властитој јединици. Једна од значајности M120 је да се може конвертовати у под-калибарски минобацач што му даје могућност да испалије 81 mm гранате. Максимални домет за овај минобацач јесте 7200 m. [6]

МО-120-RT-61

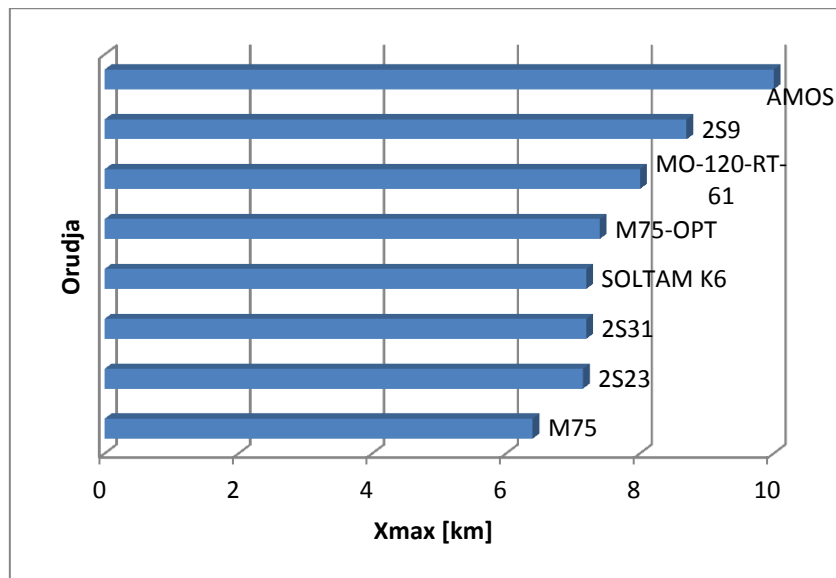
МО-120-РТ-61 или Mortier 120mm Rayé Tracté Modèle F1 (Тешки вучни минобацач, модел Ф1) је француски минобацач калибра 120 mm. Реч је о вучном минобацачу за чији транспорт су намењени оклопни транспортер ВТМ-120 (верзија ВАБ-а) или борбено возило АМХ-10ТМ (верзија АМХ-10П). Разлог томе је што ова возила осим војника и минобацача могу пренети и 70 граната те пружити посади основну балистичку заштиту од ватреног оружја и шрапнела.

Минобацач је за потребе француске војске развила и произносила фабрика Thomson-Brandt а у службу је уведен 1973. године. Реч је о најтежем и најснажнијем минобацачу којег је та фабрика произвела.

Његове предности су велики домет и прецизност а мане превелика тежина и цена. Разлог великог домета је дужина цеви која износи 2.080 mm (уместо уобичајених 1.500 до 2.000 mm) као и коришћење одговарајућег барута. Домет овог оруђа са класичним разорним минобацачким гранатама креће се до 8000 m. [7]

Табела 3. Табеларни преглед максималних домета савремених минобацача

2S9 NONA-S	2S23 NONA-SVK	2S31 VENA	AMOS	SOLTAM K6	МО-120-RT-61	M75	M95	M75-O
8.7km	7.15km	7.2km	10km	7.2km	8km	6.4km	9.4km	7.4km



Слика 16. Графички преглед максималних домета савремених минобацача

Из приказаног види се да наш минобацач из 1975.године драстично заостаје за конструкционим решењима истог калибра да би тек након оптимизације могао парирати по домету минобацачима као што су руски 2С23 Нона-СВК и 2С31 Вена као и израелском Солтам К6 иако поседује ојачану цев ради већих притисака а самим тим и домета. Решење инжењера са ВТИ-а од 9.4 km (М95), иако није усвојено у оперативну употребу већ представља озбиљан напредак у односу на решење М75 мада и оно је у вучној варијанти а савремени минобацачи се све више интегришу на борбена возила због веће мобилности и бржег дејствовања. Минобацач М95 са својим дометом налази се изнад неких од савремених минобацача као што су руска 2С9 Нона-С, француски МО-120-RT-61 док се изнад М75 налази тренутно најпознатији минобацач калибра 120 mm АМОС настао сарадњом шведске и финске фирме.

У будућности ће се све више минобацачи интегрисати на борбена возила пре свега ради веће покретљивости и бржег дејства по непријатељу.

2. БАЛИСТИЧКИ ПРОРАЧУН МИНОБАЦАЧА

2.1. Математички модел унутрашње балистичког прорачуна

У циљу решавања основног задатка унутрашње балистике, односно одређивања законитости развоја притиска барутних гасова и кретања пројектила у цеви оруђа-оружја, потребно је развити одређену теорију, односно дефинисати неопходне зависности између карактеристичних величина. [8]

Теорије које се претежно примењују у нашој земљи потичу од страних аутора. Најпре су преовладавале теорије француских аутора, а касније су то биле теорије из совјетских извора. Развојем рачунарских технологија данас се примењују методе нумеричке математике на бази класичне теорије. [8]

За проблем унутрашње балистичког прорачуна минобацача користиће се метода Серебрјакова коју је такође могуће користити и при прорачуну бестрзајних оруђа.

Пре дефинисања система једначина и методе, а ради решавања проблема у математичком смислу усвајају се следеће претпоставке:

1. У запремини елементарне дужине и јединичног попречног пресека важи геометријски закон сагоревања;
2. Пре опаљења, смеша барутних зрна је равномерно распоређена дуж барутне коморе;
3. Пре покретања пројектила, смеша барутних гасова и барутних зрна је непокрена и равномерно распоређена дуж барутне коморе;
4. Занемарује се кретање цеви, већ се само посматра релативно кретање пројектила у односу на цев;
5. Занемарује се отпор ваздуха у цеви испред пројектила;
6. Занемарује се губитак енергије услед загревања цеви;
7. Барутна зрна и барутни гасови се крећу различитим брзинама;
8. Координатни систем се везује за дно цеви и
9. Почетак решавања проблема је момент покретања пројектила, а почетни услови се одређују на основу решења класичне теорије.

За унутрашње балистички прорачун методом Серебрјакова код минобацача користи се следећи систем једначина који ће касније бити преточен у програмском језику Фортран:

Једначина енергије:

$$pS_c(X'_\psi + X) = f_{b0}m_{b0} + f_b(m_b\psi - Y) - \frac{\theta}{2} mV^2 \quad (1)$$

где је:

$$X'_\psi = \frac{1}{S_c} [W_0 - \frac{m_m}{\rho_b} (1 - \psi) - \alpha(m_b\psi - Y) - \alpha_0 m_{b0}] \quad (2)$$

а количина гасова која истиче из цеви:

$$Y = m_b\eta = \xi' AS_z \int p dt = \xi' AS_z I_k \psi \quad (3)$$

Једначина кретања пројектила:

$$m \frac{dV}{dt} = pS' \quad (4)$$

Релативна сагорела маса барута:

$$\Psi = k_1 y (1 + \lambda_1 y) \quad (5)$$

Промена релативне сагореле дебљине барутног зрна:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{u_{z0}}{r_0} p \quad (6)$$

Генерално, процес који се одвија у цеви оруђа може се поделити на три периода: претходни, први и други.

ПРЕТХОДНИ ПЕРИОД

Према претпоставци, кретање пројектила почиње када сагори основно пуњење, а створени гасови тренутно припале допунска пуњења. Притисак барутних гасова расте од притиска припале p_p до притиска форсирања p_o . [8]

Прорачун тока претходног периода се не изводи, а врши се прорачун вредности одговарајућих карактеристика на крају претходног периода, пошто су то полазни подаци за први период.

Почетни притисак p_0 при коме започиње кретање пројектила у цеви добија се на основу једначине енергије уз услов $y = \Psi = X = V = 0$ за крај претходног периода:

$$p_0 = \frac{f_{b0} m_{b0}}{W_0 - \frac{m_b}{\rho_b} - \alpha_0 m_{b0}} \quad (7)$$

ПРВИ ПЕРИОД

Први период траје од почетка кретања пројектила до краја сагоревања барута. У току првог периода сагорева допунско пуњење а пројектил се креће и истичу гасови кроз зазор између пројектила и зидова цеви. Независна променљива је "у" и креће се у интервалу од нуле до један. [8]

На основу једначина кретања пројектила и промена релативне сагореле дебљине барутног зрна следи:

$$V = \frac{S I_k}{m} y \quad (8)$$

Из једначине количине гасова који истичу из цеви добија се релативни проток гасова:

$$\eta = \frac{Y}{m_b} = \frac{\xi' A S_z I_k}{m_b} y = \eta_k y \quad (9)$$

где је:

$$\eta_k = \frac{\xi' A S_z I_k}{m_b} \quad (10)$$

Узимајући за X'_ψ средњу вредност, а уз помоћ претходних израза добија се диференцијална једначина где су променљиве X и y . Током интегралне једначине уводе се следеће ознаке:

$$B = \frac{S_c^2 I_k^2}{m f_b m_b} \quad (11)$$

$$B' = \left(\frac{S'}{S_c} \right)^2 B \quad (12)$$

$$\chi_0 = \frac{f_{b0} m_{m0}}{f_b m_b} \quad (13)$$

$$k'_1 = \kappa_1 - \eta_k \quad (14)$$

$$B'_1 = \frac{B' \theta}{2} - \kappa_1 \lambda_1 \quad (15)$$

$$A_s = \frac{S_c}{S'} \frac{B'}{B'_1} \quad (16)$$

$$\gamma = \frac{B'_1}{k_1'^2} \chi_0 \quad (17)$$

$$b_1 = \sqrt{1 + 4y} \quad (18)$$

$$\beta = \frac{B'_1}{k_1'} y \quad (19)$$

$$Z = \left(1 - \frac{2}{b_1+1} \beta\right)^{\frac{b_1+1}{2b_1}} \left(1 + \frac{2}{b_1-1} \beta\right)^{\frac{b_1-1}{2b_1}} \quad (20)$$

$$\text{Тако се добија: } X = X'_{\psi sr} (Z^{-As} - 1) \quad (21)$$

С обзиром на то да су густине пуњења код минобацача мале, обично се узима $X'_{\psi sr} = X'_{\psi}$.
Из претходних израза следи:

$$p = \frac{f_b m_b}{s_c} \frac{\chi_0 + k_1' y - B_1' y^2}{X'_{\psi} + X} \quad (22)$$

На крају првог периода добијају се за $y = \psi = 1$ величине V_k , X_k и p_k . Из услова $dp/dt = 0$ добија се услов за максимални притисак барутних гасова:

$$y_m = \frac{\kappa_1 \left(1 + \frac{pm}{f_b \rho b}\right) - \eta_k \left(1 + \frac{\alpha pm}{f_b}\right)}{B' \left(\frac{s_c}{s} + \theta\right) - 2 \kappa_1 \lambda_1 \left(1 + \frac{pm}{f_b \rho b_1}\right)} \quad (23)$$

где је:

$$\frac{1}{\delta_1} = \alpha - \frac{1}{\rho_b} \quad (24)$$

ДРУГИ ПЕРИОД

У другом периоду је $y = \psi = 1$, па важи:

$$p s_c (X'_1 + X) = f_{m0} m_{b0} + f_b m_b (1 - \eta_k Y') - \frac{\theta}{2} m V^2 \quad (25)$$

Где је :

$$X'_1 = (X'_{\psi})_{\psi=1} = \frac{1}{s_c} [W_0 - \alpha(m_b - Y_k) - \alpha_0 m_{b0}] \quad (26)$$

$$Y' = \frac{I}{I_k} = \frac{V}{V_k} \quad (27)$$

Диференцијална једначина с променљивим X и V добија се из претходних једначина уз израз:

$$dX/dt = V \quad (28)$$

Током интеграљења једначине уводе се следеће ознаке:

$$\eta'_k = \frac{\eta_k}{V_k} \quad (29)$$

$$V_{lim}^2 = \frac{2f_b m_b}{m\theta} \quad (30)$$

$$\eta_2 = \eta'_k V_{lim}^2 \quad (31)$$

$$\eta_3 = (1 + \chi_0) V_{lim}^2 \quad (32)$$

$$b_2 = \sqrt{1 + 4 \frac{\eta_3}{\eta_2^2}} \quad (33)$$

$$V_1 = - \frac{\eta_2}{2} (b_2 + 1) \quad (34)$$

$$V_2 = \frac{\eta_2}{2} (b_2 + 1) \quad (35)$$

$$\Gamma = \left(\frac{V-V_1}{V_k-V_1} \right)^{\frac{b_2+1}{2b_2}} \left(\frac{V-V_2}{V_k-V_2} \right)^{\frac{b_2-1}{2b_2}} \quad (36)$$

тако да је на крају:

$$X = \frac{X'_1 + X_k}{\frac{2S_c}{\Gamma S' \theta}} - X'_1 \quad (37)$$

За притисак барутних гасова добија се израз:

$$p = \frac{f_b m_b}{s_c} \frac{1 + \chi_0 - \eta'_k V - V^2/V_{lim}^2}{X'_1 + X} \quad (38)$$

Прорачун се у другом периоду добија повећањем брзине као независне променљиве до $X \succ X_u$. Тада се прорачун зауставља а поступним приближењем се одреде V_0 и p_u за услов $X = X_u$ уз дозвољену грешку. [8]

Коришћене ознаке у систему једначина са јединицама и значењем дате су у табели:

Табела 4. Ознаке и њихово значење

Редни број	Ознака	Јединица	Значење
1.	p	Pa	Притисак барутних гасова
2.	S_c	m^2	Попречни пресек цеви
3.	X_ψ	m	Сведена дужина слободне запремине код минобацача
4.	X	m	Пут пројектила
5.	f_{b0}	$\frac{J}{kg}$	Специфичан рад барутних гасова насталих сагоревањем основног пуњења минобацача
6.	m_{b0}	kg	Маса барута основног пуњења минобацача
7.	f_b	$\frac{J}{kg}$	Специфичан рад барутних гасова
8.	m_b	kg	Маса допунског пуњења код минобацача
9.	Y	kg	Количина гасова истеклих кроз зазор
10.	θ	/	Однос специфичних топлота умањен за један
11.	m	kg	Маса пројектила
12.	V	$\frac{m}{s}$	Брзина пројектила
13.	W_0	m^3	Запремина барутне коморе
14.	ρ_b	$\frac{kg}{m^3}$	Запреминска маса барута
15.	ψ	/	Релативна сагорела маса барута
16.	α	$\frac{m^3}{kg}$	Коволумен барутних гасова
17.	α_0	$\frac{m^3}{kg}$	Коволумен барутних гасова основног барутног пуњења код минобацача
18.	η	/	Релативна маса истеклих барутних гасова
19.	A	$\frac{gr-at}{kg}$	Ознака за атомски састав (са одговарајућим индексом)
20.	S_z	m^2	Површина зазора између пројектила и цеви
21.	I_k	Pas	Укупан импулс притиска барутних гасова
22.	y	/	Релативна сагорела дебљина барутног зрна
23.	S'	m^2	Површина попречног пресека пројектила
24.	κ_1, λ_1	/	Коефицијенти облика
25.	u_{z0}	$\frac{m}{sPa}$	Константа у закону сагоревања барута
26.	r_0	m	Половина дебљине барутног зрна
27.	ξ	/	Коефицијент облика зазора
28.	B, B'	/	Бездимензиони параметри
29.	χ_0, A_s, k_1	/	Константе
30.	γ	/	Константа и однос димензија барутног зрна
31.	β	/	Однос димензија барутног зрна
32.	Z	/	Функција зависна од β
33.	V_{lim}	$\frac{m}{s}$	Теоријска максимална брзина пројектила
34.	η_2, η_3	/	Константе
35.	Γ	/	Функција зависна од V

2.2. Ојлеров модел за СБ прорачун

Пројектил представља круто тело чији модел кретања захтева дефинисање одређених претпоставки којима се одређују: структура тела, својства координатног система у ком се одвија кретање сила које делују на пројектил, својства атмосфере кроз коју се пројектил креће и почетне услове кретања. [9]

Да бисмо прорачунали путању пројектила у ваздушном простору неопходно је да модел кретања ставимо у форму система диференцијалних једначина и те једначине решимо. [9]

Ојлер (Euler) поставио је класични балистички модел путање, дефинисан следећим претпоставкама:

- Пројектил се разматра као материјална тачка
- Координатни систем је везан за земљу која је равна и непокретна
- На пројектил делују тежина G и сила отпора ваздуха D , чији се правац поклапа са вектором брзине, а смер је супротан смеру брзине
- Пројектил се креће у статички и термодинамички стабилној атмосфери (без ветра и са стандардним променама параметара)
- Пројектил излази из уста цеви почетном брзином V_0 , под полазним углом θ_0 , а координатни почетак је на устима цеви.

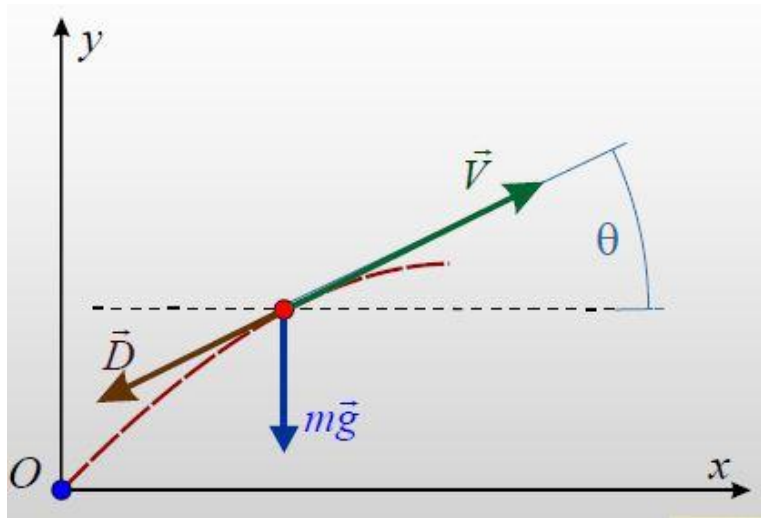
Ојлеров модел се може проширити на ракетне и активно-реактивне пројектиле:

- Додавањем реактивне силе P у правцу брзине
- Узимањем у обзир ротације Земље, ветра и тренутних метеоролошких услова и
- Посматрањем кретања око тежишта.

Ојлеров модел за ракете је лошији од модела за класичне пројектиле.

Недостаци Ојлеровог модела су:

- Не садржи компоненту отпора ваздуха нормалну на брзину ван равни XOY (путања је "просторна", а не "равна крива")
- Отпор D у реалним условима зависи не само од положаја тачке већ и од низа фактора међу којима је најбитнији нападни угао између осе пројектила и брзине
- Сила G је централна сила.



Слика 17. Ојлеров балистички модел [9]

Векторска једначина кретања пројектила:

$$m\vec{a} = \sum \vec{F} \quad (39)$$

за Ојлеров модел биће:

$$m\vec{a} = \vec{D} + \vec{G}, \quad (40)$$

а после дељења са скаларом m (маса пројектила):

$$\vec{a} = \vec{J} + \vec{g} \quad (41)$$

где J представља ретардацију, односно успорење пројектила а g убрзање силе Земљине теже, гравитационе силе.

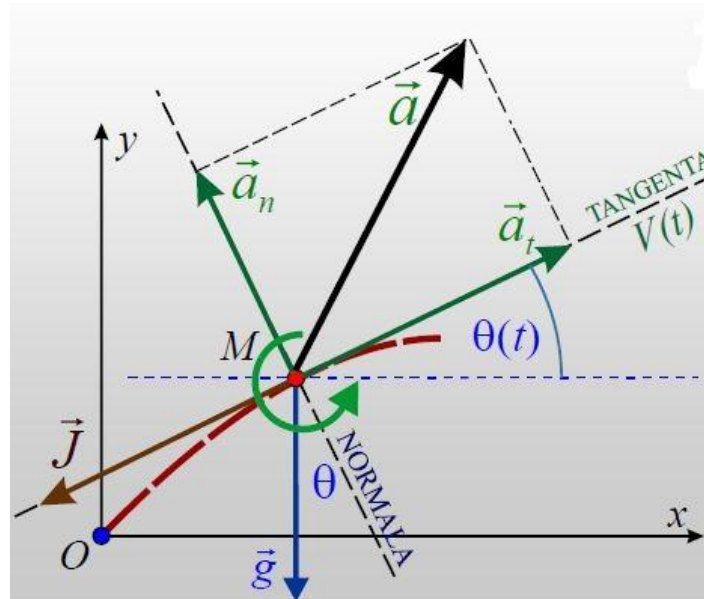
$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ док се успорење рачуна следећом формулом } J = \frac{\rho V^2}{2m} \cdot S \cdot C_D \quad (42)$$

Векторску једначину (41) пројектоваћемо на тангенту и на нормалу путање.

Вектор $\vec{a}(a_T, a_N)$ има две компоненте.

Дуж тангенте компонента убрзања је $a_T = \frac{dv}{dt}$, а друга компонента је дуж нормале на путању $a_N = V \frac{d\theta}{dt}$

Са слике 18. види се да убрзање a_N , које је производ угаоне брзине $\frac{d\theta}{dt}$ и вектора V , има смер на ону страну где ротира вектор брзине при ротацији угаоном брзином $\frac{d\theta}{dt}$.



Слика 18. Пројектовање по осама за СБ модел [9]

Успорење $(-J)$ је на тангенти, негативног предзнака, јер има супротан смер од тангентне оријентисане у смеру кретања. Убрзање Земљине теже $g(0,-g)$ има компоненте $-g\sin\theta$ дуж тангенте и $-g\cos\theta$ дуж нормале; предзнак минус је због супротног смера у односу на усвојене позитивне смерове нормале и тангенте. [9]

Пројекције векторске једначине убрзања $\vec{a} = \vec{J} + \vec{g}$ на правац тангенте:

$$a_T = \frac{dv}{dt} = -J - g\sin\theta \quad (43)$$

и нормале

$$a_N = V \frac{d\theta}{dt} = -g\cos\theta \quad (44)$$

Брзина представља извод вектора положаја $\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{V}$. Кад је пројектујемо на осе $0x$ и $0y$, добијају се компоненте брзине:

$$V_x(t) = V\cos\theta, \quad (45)$$

$$V_y(t) = V\sin\theta. \quad (46)$$

Из једначине по a_T добија је брзина $V(t)$, а из једначине по a_N добија се $\theta(t)$.

Уз диференцијалне једначине иду почетни услови:

за $t = 0$; $x = 0$; $y = 0$; $V = V_0$; $\theta = \theta_0$

или: $\dot{x}_0 = V_0 \cos \theta_0$ и $\dot{y}_0 = V_0 \sin \theta_0$.

Методологија рада састоји се у следећем:

На основу познатих карактеристика 120 mm лаке тренутно-фугасне минобацачке гранате М62ПЗ програмским решењима која су дата у предстојећим прилозима одрађена је комплетна анализа постојећег стања дате пројектила. Анализа се огледа у комплетном УБ прорачуну за постојећа барутна пуњења пројектила и увиду о оствареном домету. Након спроведеног поступка, провера добијених карактеристичних величина врши се према балистичким подацима за минобацачке гранате 120 mm.

Користећи већ постојеће конструкционе карактеристике минобацача 120 mm и тренутно-фугасне минобацачке гранате са идејом о задржању конструкционих карактеристика средства настојао сам да добијем што већи могући домет мине варирањем у одређеној мери масе допунског барутног пуњења за по 2% до максималне вредности од 10% уколико се не наруши критеријум да притисак буде изнад 980 bar. Такође вршено је повећавање дужине цеви постепено по 2 cm све до коначне вредности дужине од 20cm ради увида у пораст почетне брзине са повећавањем дужине цеви. Основи услов који мора бити задовољен је да максимални притисак у цеви минобацача настао сагоревањем основног и допунског барутног пуњења не прелази вредност од 980 bar-а што је ствар компромиса при конструисању.

Са подацима за ЛТФ гранату и минобацач М75 уз помоћ програмског решења „МВ“ добија се комплетни УБ прорачун за дати барут.

Добијене величине из УБ прорачуна на крају улазе у финалну анализу успешности врсте и масе барутног пуњења на основу Ојлерове методе и 3 степена слободе кретања добијањем највећег домет програмским решењем датим у 3.тачки

Након извршеног увида у оптимизован домет следи упоредна анализа домета са савременим конструкционим решењима минобацача као и моделирање постојеће и оптимизоване цеви ради контроле пораста масе оруђа.

3. ОПТИМИЗАЦИЈА ПАРАМЕТАРА И РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА

Програмска решења методе Серебрјакова за УБ прорачун састављена су у програмском језику ФОРТРАН за персонални рачунар. Састоје се од три целине-датотеке а то су:

*главни програм

*улазни подаци и

*резултати прорачуна са коментаром

Реализована програмска решења методе Серебрјакова за минобацачка оруђа су универзална и могу се употребљавати за све минобацаче. За УБ прорачун неког другог минобацача треба модификовати улазну датотеку или креирати нову са полазним подацима одабраног минобацача. [8]

Циљ рада јесте да се изврши оптимизација УБ параметара, што подразумева повећање допунског барутног пуњења као и дужине цеви а да притом максимални притисак у цеви буде испод 980bar.

3.1. УБ прорачун по методи Серебрјакова

У наредној табели приказани су подаци из улазне датотеке за програм табеларно и приказани у својим јединицама према СИ систему.

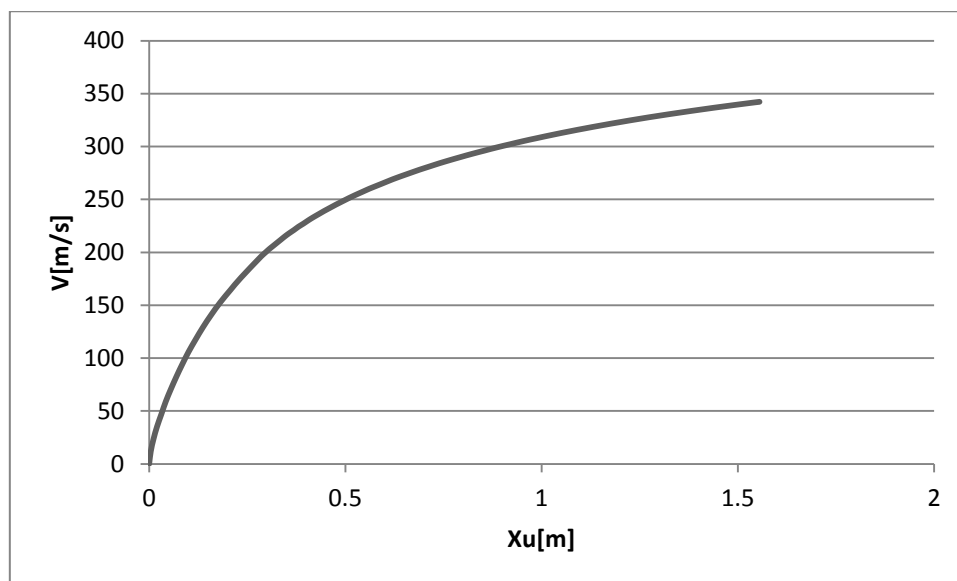
Табела 5. Улазни подаци за унутрашње балистички прорачун

Назив	Ознака	Вредност	Јединица
Површина попречног пресека цеви	S_c	0.011315	m^2
Површина попречног пресека зазора	S_z	0.000155	m^2
Почетна запремина барутне коморе	W_0	0.00333	m^3
Укупни пут пројектила у цеви	X_u	1.555	m
Коефицијент облика зазора	ξ	0.61	/
Маса пројектила	m	12.7	kg
Површина попречног пресека пројектила	S_{pr}	0.011183	m^2
Специфичан рад б/г допунског пуњења	f_b	$1.1 \cdot 10^6$	J/kg
Коволумен барутних гасова допунског пуњења	α	0.00091	m^3/kg
Запреминска маса барута	ρ_b	1600	kg/m^3
Јединична брзина сагоревања барута	u_{z0}	$1.3E-09$	m/sPa
Однос специфичних топлота	θ	1.2	/
Половина дебљине барутног зрна	r_0	0.00026	m
Коефицијент облика	κ_1	1.25	/
Коефицијент облика	λ_1	-0.26895	/
Специфичан рад б/г основног пуњења	f_{b0}	$1.06 \cdot 10^6$	J/kg
Коволумен барутних гасова основног пуњења	α_0	0.00091	m/kg
Маса барута допунског пуњења	m_b	0.456	kg
Маса барута основног пуњења	m_{b0}	0.036	kg

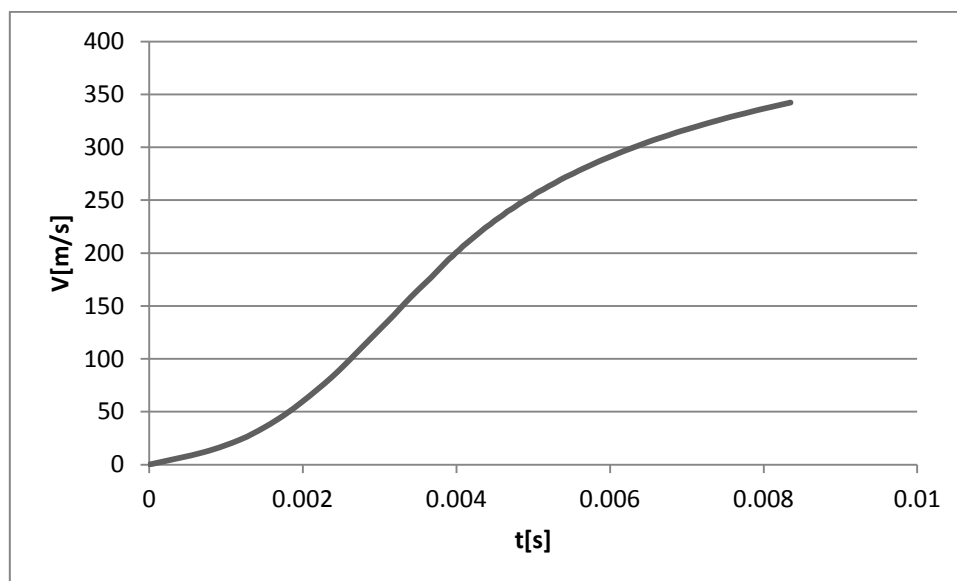
Након извршеног компајлирања са полазним подацима приказаним изнад врши се варирање података, прво маса допунског барутног пуњења за по 2% до 10% све док притисак у цеви не пређе вредност од 980bar а затим постепено повећавање дужине цеви по 2 cm до 20 cm са увидом у пораст почетне брзине.

После извршеног повећања и увида у промене излазним карактеристика врши се графички приказ излазних карактеристика.

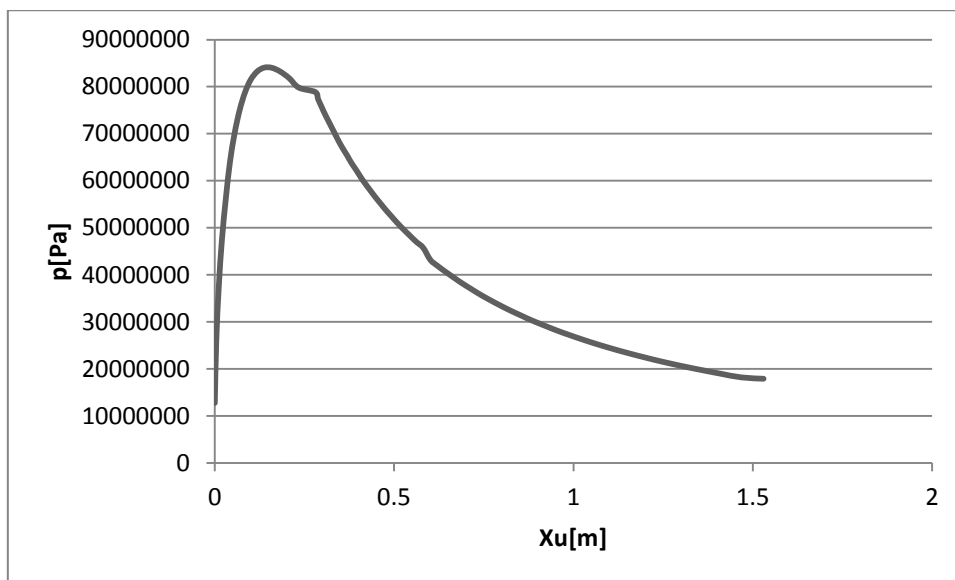
На следећој слици приказане су промена брзине и промена притиска за постојеће решење минобацача, респективно.



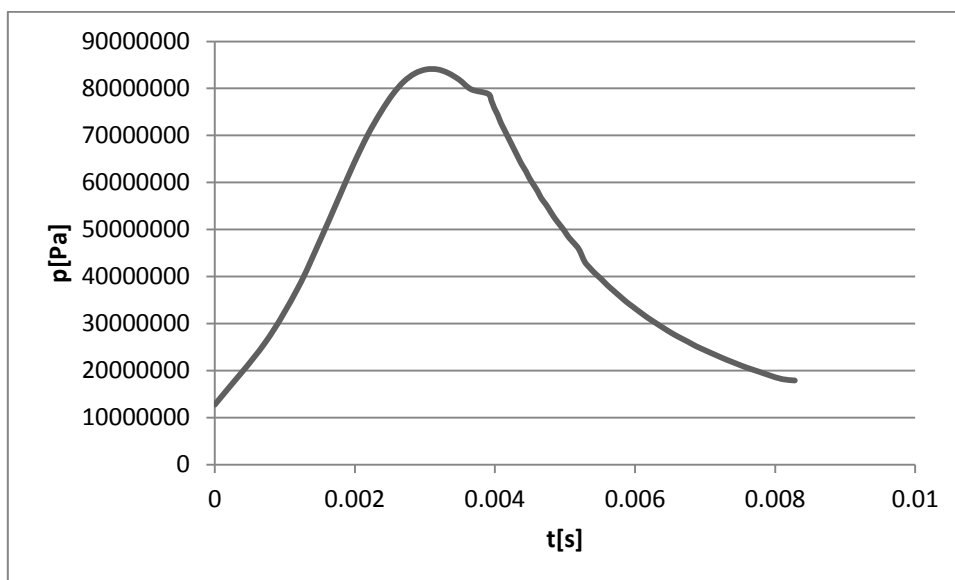
Слика 19. Графички изглед промене брзине у зависности од пута пројектила у цеви МБ



Слика 20. Графички изглед промене брзине у зависности од времена лета у цеви МБ



Слика 21. Графички изглед промене притиска у зависности од пута пројектила у цеви МБ



Слика 22. Графички изглед промене притиска у зависности од времена лета у цеви МБ

Из излазне датотеке видљиво је да брзина одступа од табличне за 20 m/s што ће се узети у обзир при рачунању домета за реално и оптимизовано решење. Одступање се дешава због осредњих података који чине улазну датотеку. По методологији рада извршено је повећање маса допунског барутног пуњења све док није наступило до преласка услова да максимални притисак у цеви буде испод 980bar. То се није десило ни при повећању од 10% тако да је у обзир узет прорачун са повећаним вредностима од 10%.

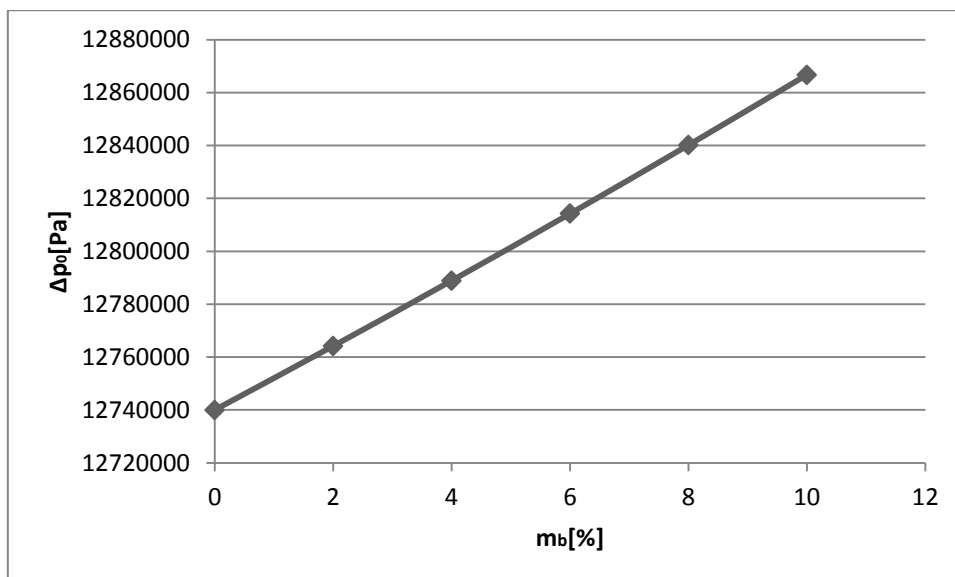
Излазне датотеке за повећане вредности од 2 до 10% су приказане табеларно у прилогу.

Коментари о извршеној оптимизацији:

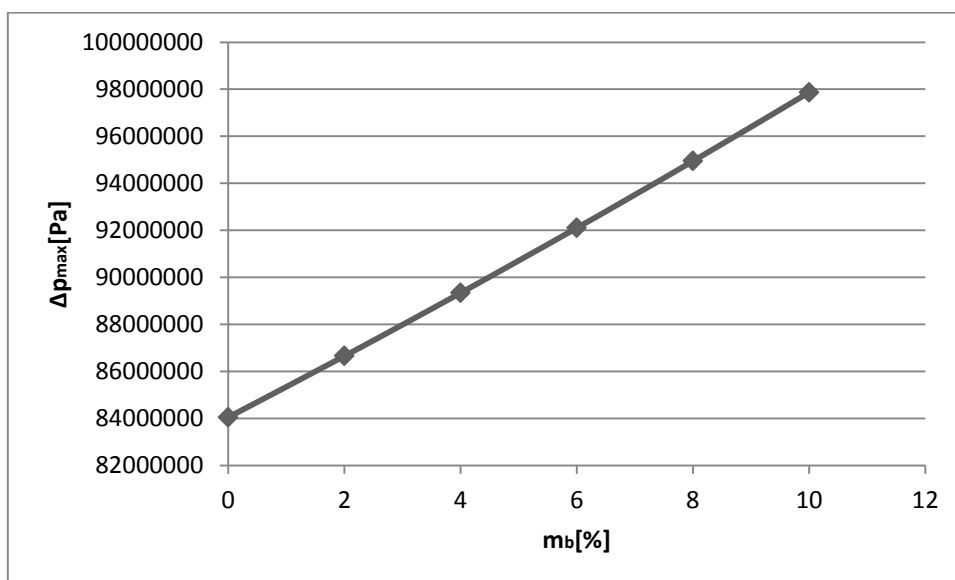
Видљиво је да долази до пораста притиска форсирања као и осталих вредности притисака што је и логично.

Такође повећавањем масе барутног пуњења дошло је и до пораста почетне брзине са 342m/s на 346m/s па 349 m/s па 353 m/s па 357 m/s па на крају до 361 m/s.

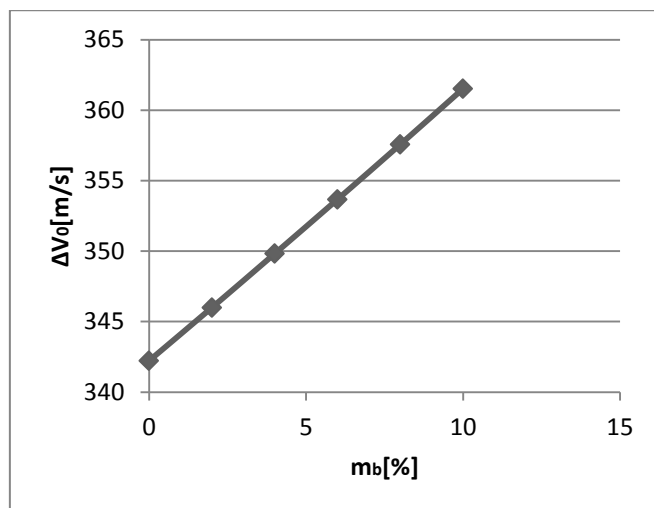
На наредним сликама графички је приказан раст притиска форсирања, максималног притиска у цеви оруђа и брзине, редом.



Слика 23. Графички изглед промене притиска форсирања варирањем масе допунског барутног пуњења



Слика 24. Графички изглед промене максималног притиска у цеви оруђа варирањем масе допунског барутног пуњења



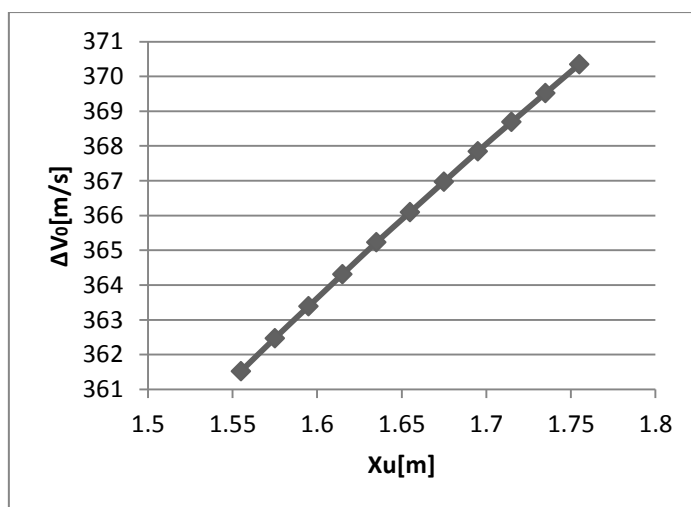
Слика 25. Графички изглед промене почетне брзине пројектила за МБ варирањем масе допунског барутног пуњења

Следи постепено повећавање дужине цеви за по 2 cm све до 20 cm ради увида у пораст почетне брзине што је приказано у следећој табели.

Табела 6. Промена почетне брзине гранате за МБ са повећањем дужине цеви

ΔX_u [m]	ΔV_o [m/s]
1.555	361.525
1.575	362.473
1.595	363.393
1.615	364.312
1.635	365.226
1.655	366.099
1.675	366.973
1.695	367.846
1.715	368.689
1.735	369.518
1.755	370.348

Графички приказ пораста брзине приказан је на следећој слици.



Слика 26. Графички изглед промене почетне брзине гранате за МБ са повећањем дужине цеви

3.2. СБ прорачун домета минобацача

За пројектил 120mm M62ПЗ, извршен је прорачун по Ојлеровом балистичком моделу ради увида у домет оруђа са познатим карактеристикама и оптимизованим карактеристикама. Полазни подаци за прорачун су дати у улазној датотеци. Вредности прорачуна су представљене у табели, за пројектил(мину) калибра $d = 120 \text{ mm}$, масе $m=12.6 \text{ kg}$.

Улазна датотека за програм садржи полазне податке одвојене зарезом у 5 редова:

I ред : број висине и балистичког коефицијента

II ред: висине падних тачака до којих се рачунају Е.П

III ред. бројевна вредност балистичког коефицијента за прорачун

IV ред: полазни угао, корак, последња вредност полазног угла

V ред: почетна брзина, корак, последња вредност почетне брзине

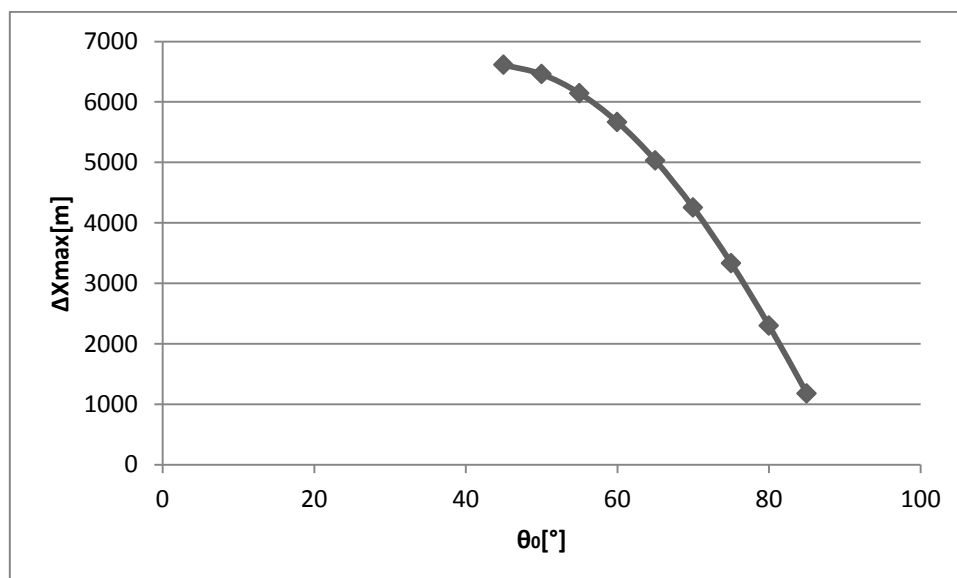
Табела 7. Улазни подаци за балистички прорачун домета

Назив	Ознака	Вредност	Јединица
Број висине	NVIS	1	/
Број балистичког коефицијента	NC	1	/
Висине падних тачака до којих се рачунају Е.П	YC	0,100,200,300	m
Бројевна вредност балистичког коефицијента	CS	1.143	/
Полазни угао, корак, последња вредност пол. угла	$\Theta_0, d\theta, \theta_k$	45,5,85	°
Почетна брзина, корак, последња вредност поч.брз	V_{0p}, dV_{0p}, V_{0k}	342,28,370	m/s

Програм ће се извршити за две вредности почетних брзина, прво за реалне вредности које би се добиле оптимизацијом (322 и 348.5m/s) а затим за добијене вредности са осредњим подацима за оруђе (342 и 370m/s) ради увида у пораст домета и упоредне анализе са савременим минобацачима калибра 120 mm.

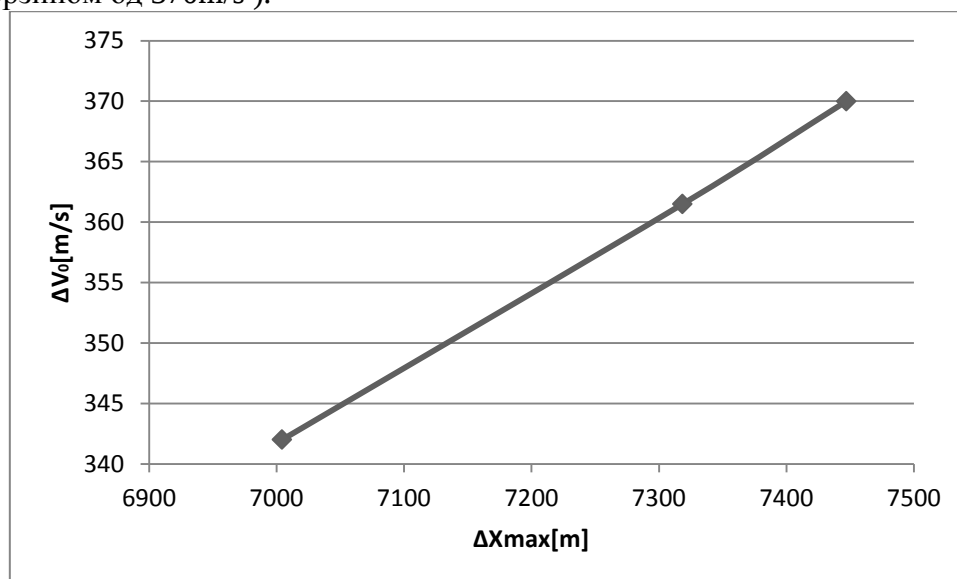
Из правила за минобацач подаци за максимални домет за тренутно-фугасну гранату износи 6340m. Види се да се податак скоро поклапа са вредношћу домета за реално оптимизовано решење док је за осредње податке о оруђу добијен знатно већи домет.

Одступање од таблица износи свега 4,286% док се оптимизовањем добија домет већи за 502.37 m што у процентима износи 7,6%.



Слика 27. Пораст домета опадањем елевационог угла за реално решење M75

Након увида у пораст домета оптимизацијом и претходног домета за постојеће оруђе следи анализа решења минобацача у процентуалним износима што је приказано у тачки 4. На наредној слици приказан је стандардни домет (са брзином од 342m/s), пораст домета са повећањем масе (са брзином од 361.5m/s), и домет са повећањем и масе и дужине цеви(са брзином од 370m/s).



Слика 28. Пораст домета варирањем података

4. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ И ОПТИМИЗОВАНОГ ОРУЂА ПО КАРАКТЕРИСТИКАМА

У овом поглављу прво ће бити дат увид у пораст променљивих са порастом изабраних променљивих у процентуалном износу да би се затим по оствареном дometу извршио закључак о извршеној оптимизацији.

Повећавањем масе барутног пуњења долази до пораста почетне брзине и притиска б/г у цеви оруђа док са повећавањем дужине цеви притисци остају исти а брзина се повећава.

Процентуално повећавање приказано је и на наредним сликама.

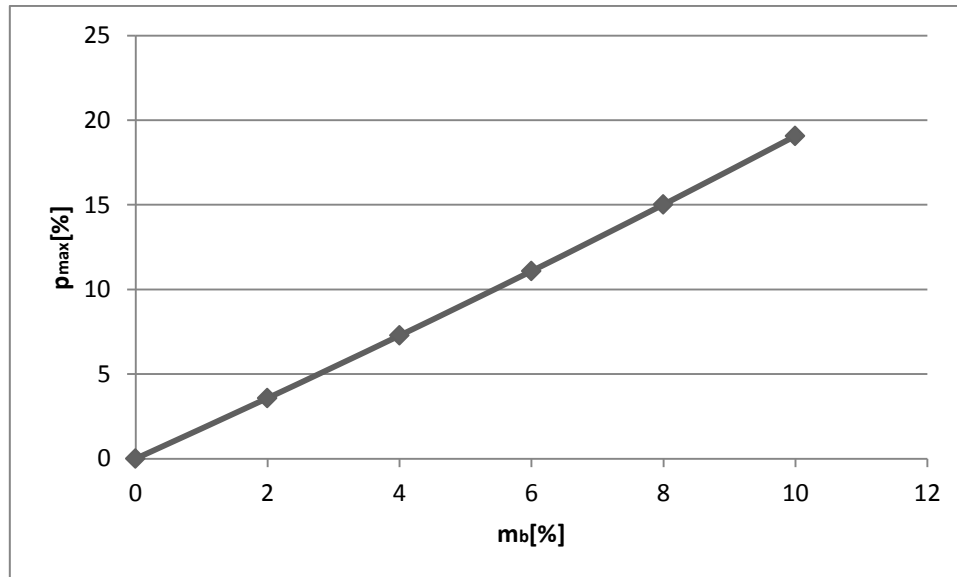
Мењањем масе б/п за 2%, односно 0.0091kg, долази до процентуалног пораста максималног притиска од 3,58%, тј. 2604952 Pa и почетне брзине од 1,101% што бројевно износи 3.679m/s.

Мењањем масе б/п за 4%, односно 0.0184kg, долази до процентуалног пораста максималног притиска од 7,274%, тј. 5289696 Pa и почетне брзине 2,218% што бројевно износи 7.593m/s.

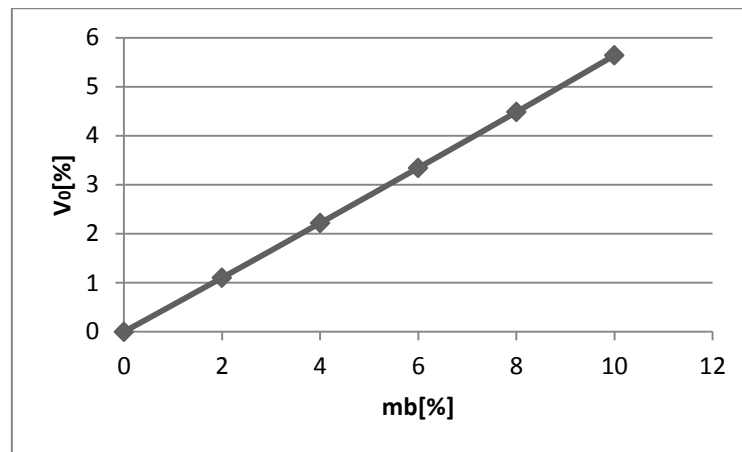
Мењањем масе б/п за 6%, односно 0.0279kg, долази до процентуалног пораста максималног притиска од 11,08%, тј. 8053064 Pa и почетне брзине 3,344% што бројевно износи 11.445m/s.

Мењањем масе б/п за 8%, односно 0.0376kg, долази до процентуалног пораста максималног притиска од 15,014%, тј. 10896288 Pa и почетне брзине 4,482% што бројевно износи 15.34m/s.

Мењањем масе б/п за 10%, односно 0.0475kg, долази до процентуалног пораста максималног притиска од 19,065%, тј. 13820720 Pa и почетне брзине 5,638% што бројевно износи 19.294m/s.



Слика 29. Графички приказ процентуалног пораста максималног притиска са повећавањем масе допунског б/п



Слика 30. Графички приказ процентуалног пораста почетне брзине са повећавањем масе допунског б/п

Даље повећавањем дужине цеви повећава се брзина.

Мењањем дужине цеви за 2см долази до пораста брзине од 5,915%, односно са 361.525 на 362.473 m/s што износи 0.948 m/s.

Мењањем дужине цеви за 4см долази до пораста брзине од 6,183%, односно на вредност 363.393 m/s, што износи 1.868 m/s.

Мењањем дужине цеви за 6см долази до пораста брзине од 6,452%, односно на вредност 364.312 m/s, што износи 2.787 m/s.

Мењањем дужине цеви за 8см долази до пораста брзине од 6,719%, односно на вредност 365.226 m/s, што износи 3.701 m/s.

Мењањем дужине цеви за 10см долази до пораста брзине од 6,974%, односно на вредност 366.099 m/s, што износи 4.574 m/s.

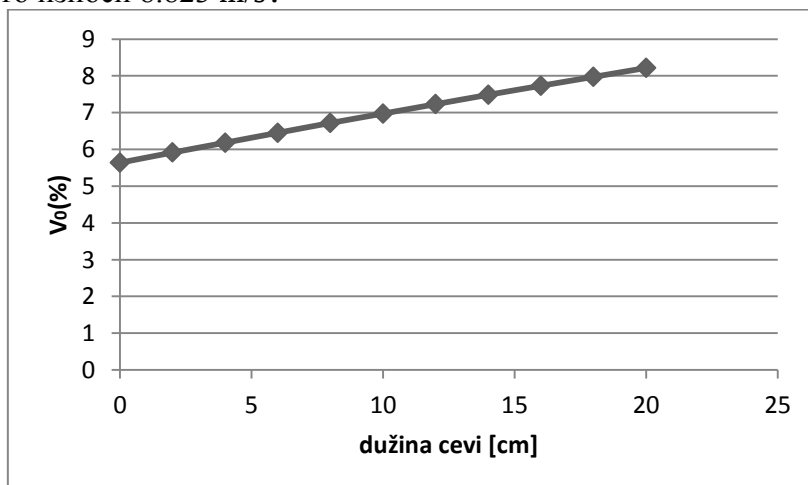
Мењањем дужине цеви за 12см долази до пораста брзине од 7,23%, односно на вредност 366.973 m/s, што износи 5.448 m/s.

Мењањем дужине цеви за 14см долази до пораста брзине од 7,485%, односно на вредност 367.846 m/s, што износи 6.321 m/s.

Мењањем дужине цеви за 16см долази до пораста брзине од 7,731%, односно на вредност 368.689 m/s, што износи 7.164 m/s.

Мењањем дужине цеви за 18см долази до пораста брзине од 7,973%, односно на вредност 369.518 m/s, што износи 7.993 m/s.

Мењањем дужине цеви за 20см долази до пораста брзине од 8,216%, односно на вредност 370.348 m/s, што износи 8.823 m/s.



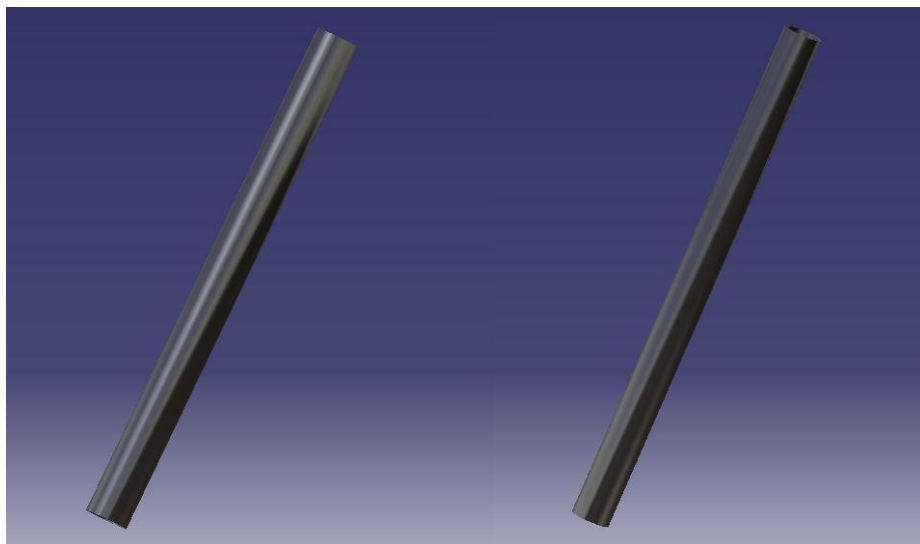
Слика 31. Графички приказ процентуалног пораста почетне брзине повећавањем дужине цеви постепено по 2 см

4.1. Модел цеви минобацача M75

Извршено је моделирање модела цеви минобацача са постојећом дужином цеви и повећаном дужином ради контроле масе цеви да не би дошло до предимензионисања. Модели су представљени на следећим сликама и приказан је начин израде у инжењерском софтверу Catia.

Цев је елемент оруђа, који је изложен најсуровијим условима експлоатације.

Цев минобацача M75 је глатка и ојачана како би издржала више притиске.

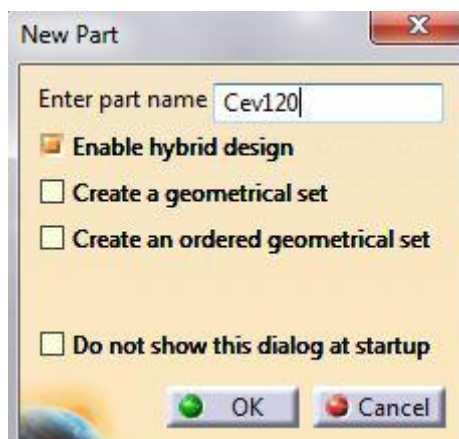


Слика 32. Основна и продужена цев минобацача M75

Из правила за минобацач податак за масу цеви са задњаком за модел M75 износи 66 kg.

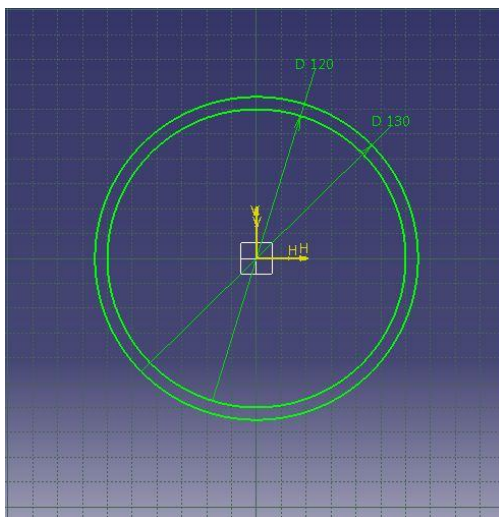
У наредним корацима приказаће се постепено израда цеви и програму по корацима.

Приликом покретања програма изабрати из менија Start»Mechanical Design»Part Design и дати назив датотеци.



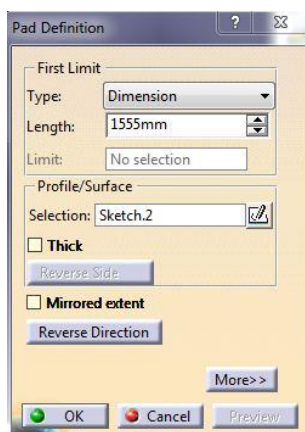
Слика 33. Приказ формирања имена датотеке

Затим изабрати ху раван и командом Sketch  нацртати скицу приказану на следећој слици.



Слика 34. База профила за извлачење

Након креиране скице напустити окружење Sketch командом Exit workbench , селектовати креиран профил и изабрати опцију Pad . У Pad окружењу попунити податке као на следећој слици.

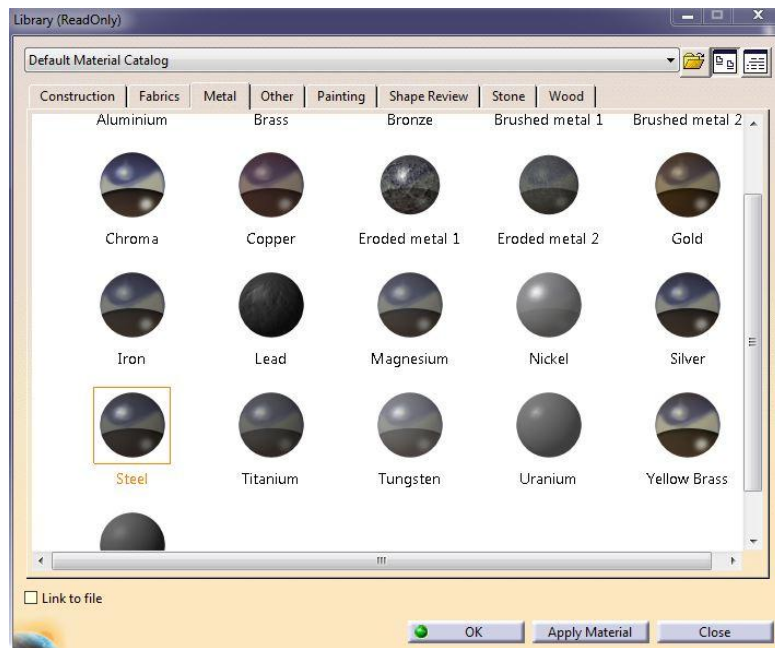


Слика 35. Попуњавање опције ради добијања коначног дела

Вредност од 1555mm у другом случају, код издужене цеви се попуњава на 1755mm, остали поступци при изради су идентични.

На крају остаје само задати материјал готовом делу ради увида у масу дела постојећег и издуженог решења цеви.

Одабир материјала врши се опцијом Apply Material  где из падајућег менија бирамо челик као материјал што је приказано на наредној слици.

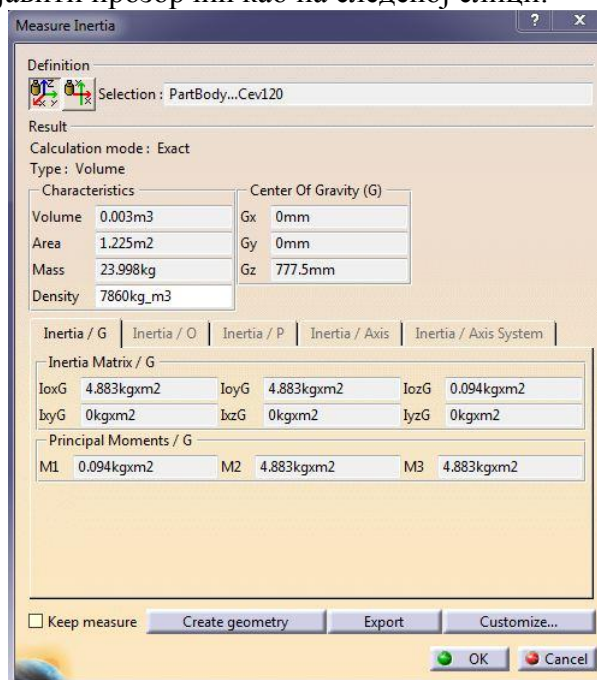


Слика 36. Одабир материјала за готов део

Ради увида у масу моделиране цеви селектовати цев и одабрати команду Measure Inertia

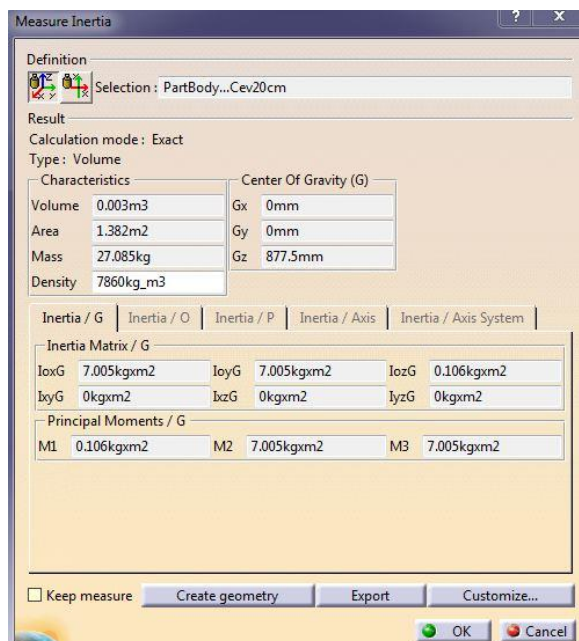


након чега ће се појавити прозорчић као на следећој слици.



Слика 37. Приказ карактеристика реалне цеви

Из приказане последње слике види се да маса измоделиране постојеће цеви износи 23.998kg док маса издужене цеви износи 27.085kg што је и приказано на следећој слици.



Слика 38. Приказ карактеристика продужене цеви

Закључује се да је дошло до пораста масе цеви за 3.087 kg, односно 1.13% што није критично за само оруђе јер би у реалним вредностима дошло до повећања масе цеви са задњаком са 66 kg на 69 kg. Мора се узети у обзир и несавршеност модела јер постоје ојачања цеви на устима као и на вези са задњаком па би то додало још на маси саме цеви, зато се код неких конструкционих решења примењују и ПТУ уређаји ради смањења силе трзања.

5. ЗАКЉУЧАК И СМЕРНИЦЕ ЗА БУДУЋИ РАД

У самом уводу рада објашњен је појам минобацачких направа, историјски развој таквих оруђа кроз време, савремени трендови и тенденције даљег развоја ове врсте оруђа као и то да су дати описи домаћих минобацача и страних истог калибра ради поређења по дometу.

Даље је коришћена Серебрјаковљева метода како би се анализирали УБ параметри у фази пројектовања наоружања за минобацач 120 mm M75. Испитан је утицај појединих параметара као што је у овом случају маса допунског пуњења и дужина цеви на величину притиска барутних гасова у цеви и почетну брзину. Најпре је израчунат притисак барутних гасова у цеви са непромењеним УБ параметрима, а затим су утицајни параметри варијани у дијапазону од 2 до 10% маса барутног пуњења и дужина цеви од 2 до 20 cm чиме је постигнуто оптимално решење. Са добијеним подацима, методом Серебрјакова максимални притисак барутних гасова у цеви је дозвољен јер не нарушава почетни услов да не прелази гранични притисак од 98 МПа.

Унутрашње балистичким прорачуном добијен је максимални притисак барутних гасова у цеви од 97,8 МПа што одговара постављеном критеријуму. Максимални дomet се процентуално повећао за 7,6% док се почетна брзина повећала за 8,216%.

Након извршене оптимизације, повећана је почетна брзина са 342.231 m/s на 370.348 m/s што пренето на вредност из таблице гађања од 322 m/s износи 348.455 m/s, притисци су и након повећања допунског барутног пуњења остали у границама нормале а још са повећавањем дужине цеви добиће се и већи дomet што је и сврха самог рада.

Процентуално повећање дometа од 7,6% за осредње оптимизоване податке износи са 7004.33 m на 7447.13 m што пренето на вредност из ТГ износи са 6340 m, односно програмски добијеним податком од 6611.72 m на 7114.09 m. Дошло је до пораста дometа за скоро 800 m, тачније 774.09 m где је сама чињеница о вредности новог дometа задивљујућа јер је вршено варирање само два параметра.

Са вредношћу дometа оптимизоване верзије оруђа значајно је побољшано оруђе и може се упоређивати по дometу са савременим минобацачким оруђима руске и израелске производње.

Сви резултати су приказани графички, а програмска решења и излазни подаци су дати у прилозима.

Измоделирана издужена цев применом Catia софтверског пакета тежа је у односу на измоделирану постојећу за 3.087 kg, односно 1.13%.

Закључује се да је дозвољено даље издуживање цеви али да се тим поступком поред повећавања дometа повећава и маса оруђа а самим тим и трзање целе конструкције ради чега се код новијих минобацача калибра 120mm и већих уграђују противтрзајући уређаји (ПТУ) и наглашава се да се савремени минобацачи што више интегришу на борбена возила ради веће покретљивости и бржег дејства по непријатељским снагама и избегавања узвраћајућих напада.

Усвојена методологија дела унутрашње балистичког пројектовања ће са додатним усавршавањима рада да омогући што боље предпројектовање оруђа ради добијања још бољих излазних карактеристика у виду почетне брзине и дometа а самим тим и бољег конструкцијског решења минобацачког оруђа.

6. ПРЕГЛЕД ТАБЕЛА

<i>Табела 1. Преглед најзначајнијих минобацача и мерзера конструисаних до 1944.год.....</i>	<i>5</i>
<i>Табела 2. Најзначајнији минобацачи у периоду после 1970. год.....</i>	<i>7</i>
<i>Табела 3. Табеларни преглед максималних домета савремених минобацача.....</i>	<i>15</i>
<i>Табела 4. Ознаке и њихово значење.....</i>	<i>21</i>
<i>Табела 5. Улазни подаци за унутрашње балистички прорачун.....</i>	<i>26</i>
<i>Табела 6. Промена почетне брзине гранате за МБ са повећањем дужине цеви.....</i>	<i>30</i>
<i>Табела 7. Улазни подаци за балистички прорачун домета.....</i>	<i>31</i>

7. ПРЕГЛЕД СЛИКА

Слика 1. Општи изглед минобацача.....	2
Слика 2.1. Први руски минобацач.....	3
Слика 2.2. Аустроугарски мерзер.....	3
Слика 3.1. Карл из 1940. год.....	4
Слика 3.2. Ефекат дејства калибра 600mm.....	4
Слика 4. Мали Давид у маршевском и борбеном положају.....	4
Слика 5. Немачки минобацач из 1913.год.....	4
Слика 6. Први немачки минобацач у оперативној употреби 250mm.....	5
Слика 7. Штокс-Бранд из 1918. год. калибра 81mm.....	5
Слика 8. Самоходни минобацач 240 mm „Тулипан“.....	6
Слика 9.1. Солтам М66 160 mm.....	6
Слика 9.2. Самоходни Макмат 160 mm.....	6
Слика 10.1. Класични систем НЕМО.....	7
Слика 10.2. 120 mm на борбеном чамцу.....	7
Слика 11. Решење двоцевног минобацача Шведске војске.....	8
Слика 12. Акценат на развоју самоходних вишецевних минобацача – самоходни плотунски МБ 120 mm СМ-4/ДБ У 1700Ј у борбеном положају.....	9
Слика 13. Карактеристике минобацача 120mm.....	11
Слика 14. Изглед минобацача 120mm М75.....	11
Слика 15. Пројектил за минобацач 120mm М75, лаки ТФ М62ПЗ са упаљачем УТУ М78 и његов изглед у одређеном инжењерском софверу без допунског барутног пуњења.....	12
Слика 16. Графички преглед максималних домета савремених минобацача.....	16
Слика 17. Ојлеров балистички модел.....	23
Слика 18. Пројектовање по осама за СБ модел.....	23
Слика 19. Графички изглед промене брзине у зависности од пута пројектила у цеви МБ.....	27
Слика 20. Графички изглед промене брзине у зависности од времена лета у цеви МБ.....	27
Слика 21. Графички изглед промене притиска у зависности од пута пројектила у цеви МБ.....	28
Слика 22. Графички изглед промене притиска у зависности од времена лета у цеви МБ.....	28
Слика 23. Графички изглед промене притиска форсирања варирањем масе допунског барутног пуњења.....	29
Слика 24. Графички изглед промене максималног притиска у цеви оруђа варирањем масе допунског барутног пуњења.....	29
Слика 25. Графички изглед промене почетне брзине пројектила за МБ варирањем масе допунског барутног пуњења.....	30
Слика 26. Графички изглед промене почетне брзине гранате за МБ са повећањем дужине цеви.....	30
Слика 27. Пораст домета опадањем елевационог угла за реално решење М75.....	31
Слика 28. Пораст домета варирањем података.....	32
Слика 29. Графички приказ процентуалног пораста максималног притиска са повећавањем масе допунског б/п.....	33
Слика 30. Графички приказ процентуалног пораста почетне брзине са повећавањем масе допунског б/п.....	34
Слика 31. Графички приказ процентуалног пораста почетне брзине повећавањем дужине цеви постепено по 2 cm.....	34
Слика 32. Основна и продужена цев минобацача М75.....	35
Слика 33. Приказ формирања имена датотеке.....	35
Слика 34. База профила за извлачење.....	36
Слика 35. Попуњавање опције ради добијања коначног дела.....	36
Слика 36. Одабир материјала за готов део.....	37
Слика 37. Приказ карактеристика реалне цеви.....	37
Слика 38. Приказ карактеристика продужене цеви.....	38

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://sr.wikipedia.org/wiki/Минобацач>, 15.09.2017.
- [2] https://sr.wikipedia.org/wiki/М-75_минобацач, 15.09.2017
- [3] <http://www.vti.mod.gov.rs/index.php?view=actuality&type=reference&category=1&id=97>, 15.09.2017.
- [4] Презентација о минобацачима из предмета борбена употреба наоружања, пк.др.Александар Кари, пк.др.Дамир Јерковић и пп.др.Небојша Христов.
- [5] <https://archive.is/naoruzanje.paracin.co.yu>, 15.09.2017.
- [6] https://hr.wikipedia.org/wiki/Soltam_K6, 15.09.2017.
- [7] <https://hr.wikipedia.org/wiki/МО-120-RT-61>, 15.09.2017.
- [8] Збирка задатака из унутрашње балистике, др Љубиша Танчић, Београд 1999.
- [9] Спољна балистика, др Душан Регодић, Београд 2006.
- [10] Основи наоружања (артиљеријска оруђа), др Зоран Ристић, Београд 2001.

9. ПРИЛОЗИ

9.1. Програмско решење за УБ прорачун

```
program MB
IMPLICIT REAL(A-Z)
CHARACTER OR*16,BARUT*8
OPEN (60,FILE='UL120')
OPEN (61,FILE='IZ120')
READ(60,*)K1P,S,SZ,W0,XU,AKSI,EM,SPR
READ(60,*)F,ALFA,DELT,U1,AK,E0
READ(60,*)AKAPA1,ALAMB1
READ(60,*)F0,ALFA0,OMEG,OMEG0,DV
READ(60,*)OR,BARUT
WRITE(61,5)OR,BARUT
5 FORMAT(' ',///,' ',20X,&
&'UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM',/,&
&' ',30X,'ORUDJE',2X,A16,/40X,'BARUT',2X,A8,///)
WRITE(61,6)S,SZ,W0,XU,AKSI,EM,SPR,F,ALFA,DELT,U1,AK,&
&E0,AKAPA1,ALAMB1,F0,ALFA0,OMEG,OMEG0
6 FORMAT(' ',23X,'JEDINICE PO SI SISTEMU MERA'///32X,&
&'POLAZNI PODACI'///15X,'S=',F8.6,6X,'SZ=',F8.6,6X,'W0='&
&F7.5/15X,'XU=',F4.2,9X,'AKSI=',F4.2,8X,'EM=',F5.2,/,&
&15X,'SPR=',F8.6,4X,'F=',F8.0,7X,'ALFA=',F7.5,/,&
&15X,'DELT=',F5.0,6X,'U1=',E10.3,4X,'AK=',F4.1,/,&
&15X,'E0=',F8.6,5X,'AKAPA1=',F6.4,4X,'ALAMB1=',F8.5,/,&
&15X,'F0=',F8.0,5X,'ALFA0=',F8.6,3X,'OMEG=',F6.4,/,&
&31X,'OMEG0=',F6.4,///)
!
! PRORACUN KONSTANTI I PRETHODNOG PERIODA
!
P0=(F0*OMEG0)/(W0-OMEG/DELT-ALFA0*OMEG0)
AIKA=E0/U1
A=(2/(AK+1))**(1/(AK-1))*SQRT(2*AK/((AK+1)*F))
ETAK=AKSI*A*SZ*AIKA/OMEG
BE=S**2*AIKA**2/(EM*F*OMEG)
BEP=(SPR/S)**2*BE
HI0=F0*OMEG0/(F*OMEG)
AK1P=AKAPA1-ETAK
THETA=AK-1
BE1P=BE*THETA/2-AKAPA1*ALAMB1
AS=(S/SPR)*(BEP/BE1P)
GAMA=BE1P*HI0/AK1P**2
BE1=SQRT(1+4*GAMA)
T=0
X=0
V=0
WRITE(61,7) P0
7 FORMAT(' ',32X,'PRETHODNI PERIOD'///34X,'P0=',F10.0)
WRITE(61,8)
8 FORMAT(' ',///,35X,'PRVI PERIOD',//,7X,T,10X,'Y',&
&12X,'PSI',9X,'V',8X,'X',9X,'P',10X,'T')
!
! PRVI PERIOD
!
H=1/K1P
XP=0
VP=0
TP=0
DO 9 I=1,K1P
AIPS=H*I
Y=AKSI*A*SZ*AIKA*AIPS
PSI=AKAPA1*AIPS*(1+ALAMB1*AIPS)
XPSIP=(W0-OMEG*(1-PSI)/DELT-ALFA*(OMEG*PSI-Y)-&
&ALFA0*OMEG0)/S
```

```

BETA=BE1P*AIPS/AK1P
Z=(1-2*BETA/(BE1+1))**((BE1+1)/(2*BE1))*&
&(1+2*BETA/(BE1-1))**((BE1-1)/(2*BE1))
V=SPR*AIKA*AIPS/EM
X=XPSIP*(1/(Z**AS)-1)
P=F*OMEG*(HI0+AK1P*AIPS-BE1P*AIPS**2)/((XPSIP+X)*S)
IF(I-1)12,12,13
12 T=3*X/V*(P0+P)/(2*P0+P)
GO TO 20
13 DELTA=(1/VP+1/V)/2*(X-XP)
T=TP+DELTA
IF(X.GE.XU) GO TO 80
20 WRITE(61,22)I,AIPS,PSI,V,X,P,T
22 FORMAT(' ',5X,F3.0,2F13.6,F10.2,F9.3,F13.0,F10.5)
YK=Y
TP=T
VP=V
PP=P
9 XP=X
IF(XP.GE.XU) GO TO 80
WRITE(61,30)
30 FORMAT(' ',///,30X,'DRUGI PERIOD',///,12X,'T',&
&9X,'V',14X,'X',13X,'P',12X,'T',/)
!
! DRUGI PERIOD
!
X1P=(W0-ALFA*(OMEG-YK)-ALFA0*OMEG0)/S
ETAPK=ETAK/VP
VLIM=SQRT(2*F*OMEG/(EM*THETA))
ETA2=ETAPK*VLIM**2
ETA3=(1+HI0)*VLIM**2
BE2=SQRT(1+4*ETA3/ETA2**2)
V1=-ETA2*(BE2+1)/2
V2=ETA2*(BE2-1)/2
I=K1P
70 V=VP+DV
I=I+1
GAM=((V-V1)/(VP-V1))**((BE2+1)/(2*BE2))*&
&((V-V2)/(VP-V2))**((BE2-1)/(2*BE2))
X=((X1P+XP)/(GAM**2*S/SPR/THETA))-X1P
P=(F*OMEG/S)*(1+HI0-ETAPK*V-V**2/VLIM**2)/(X1P+X)
DELTO=(1/V+1/VP)/2*(X-XP)
T=T+DELTO
IF(X.GE.XU) GO TO 80
GO TO 95
80 DLI=(XU-XP)/(X-XP)
V=VP+(V-VP)*DLI
P=PP+(P-PP)*DLI
T=TP+(T-TP)*DLI
X=XU
95 WRITE(61,26)I,V,X,P,T
26 FORMAT(' ',10X,F3.0,F12.3,F14.3,F16.0,F11.5)
VP=V
XP=X
PP=P
TP=T
IF(X.LT.XU) GO TO 70
CLOSE (60)
CLOSE (61)
STOP
end program MB

```

9.1.1. Датотека са полазним подацима барута „UL120“

15,0.011315,0.000155,0.00333,1.555,0.61,12.7,0.011183
1.1E+6,9.1E-4,1600,1.3E-9,1.2,0.26E-3
1.25,-0.26895
1.066E+6,9.1E-4,0.456,0.036,3
'MB 120 MM','NGB-XXX'

9.1.2. Датотека са излазним подацима за постојеће решење УБ прорачуна „IZ120“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.4560
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12740020.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	25749242.	0.00071	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.011	37382980.	0.00118	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.020	47592508.	0.00150	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.031	56399660.	0.00176	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.042	63853472.	0.00198	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.055	70016504.	0.00218	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.069	74958896.	0.00237	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.084	78755256.	0.00254	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.100	81482832.	0.00270	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.118	83220304.	0.00286	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.137	84046832.	0.00302	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.158	84041560.	0.00318	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.181	83282976.	0.00333	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.207	81848608.	0.00349	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.234	79814568.	0.00366	

DRUGI PERIOD					
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.280	78863192.	0.00390
17.	197.110		0.288	77348824.	0.00395
18.	200.110		0.297	75836080.	0.00399
19.	203.110		0.306	74325792.	0.00404
20.	206.110		0.316	72818776.	0.00408
21.	209.110		0.326	71315728.	0.00413
22.	212.110		0.336	69817408.	0.00418
23.	215.110		0.346	68324608.	0.00423
24.	218.110		0.357	66837908.	0.00428
25.	221.110		0.369	65358240.	0.00433
26.	224.110		0.380	63886156.	0.00438
27.	227.110		0.393	62422428.	0.00444
28.	230.110		0.405	60967672.	0.00449
29.	233.110		0.418	59522648.	0.00455
30.	236.110		0.432	58087884.	0.00461
31.	239.110		0.446	56664120.	0.00466
32.	242.110		0.461	55252036.	0.00473
33.	245.110		0.476	53852168.	0.00479
34.	248.110		0.492	52465128.	0.00485
35.	251.110		0.508	51091424.	0.00492
36.	254.110		0.525	49731676.	0.00499
37.	257.110		0.543	48386360.	0.00505
38.	260.110		0.561	47055992.	0.00513
39.	263.110		0.581	45741180.	0.00520
40.	266.110		0.601	44442360.	0.00528
41.	269.110		0.621	43160016.	0.00535
42.	272.110		0.643	41894540.	0.00543
43.	275.110		0.666	40646416.	0.00552
44.	278.110		0.689	39416012.	0.00560
45.	281.110		0.714	38203732.	0.00569
46.	284.110		0.739	37009920.	0.00578
47.	287.110		0.766	35834948.	0.00587
48.	290.110		0.794	34679112.	0.00597
49.	293.110		0.823	33542738.	0.00607
50.	296.110		0.854	32426094.	0.00617
51.	299.110		0.885	31329448.	0.00628
52.	302.110		0.919	30253064.	0.00639
53.	305.110		0.953	29197128.	0.00650
54.	308.110		0.990	28161864.	0.00662
55.	311.110		1.028	27147420.	0.00675
56.	314.110		1.068	26153976.	0.00687
57.	317.110		1.110	25181680.	0.00701
58.	320.110		1.154	24230630.	0.00715
59.	323.110		1.200	23300936.	0.00729
60.	326.110		1.248	22392652.	0.00744
61.	329.110		1.299	21505816.	0.00759
62.	332.110		1.353	20640502.	0.00776
63.	335.110		1.409	19796676.	0.00792
64.	338.110		1.468	18974360.	0.00810
65.	341.110		1.530	18173524.	0.00828
66.	342.231		1.555	17882334.	0.00835

9.1.3. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 2%„IZ1202“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.4651
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12764174.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	26073072.	0.00071	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.011	37994372.	0.00117	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.020	48478324.	0.00149	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.030	57545876.	0.00174	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.041	65245044.	0.00196	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.054	71637384.	0.00215	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.067	76792008.	0.00233	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.082	80782640.	0.00250	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.098	83685696.	0.00266	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.115	85579120.	0.00281	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.134	86541584.	0.00297	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.155	86651784.	0.00312	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.177	85987952.	0.00327	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.201	84627456.	0.00342	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.228	82646456.	0.00358	

DRUGI PERIOD

	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.272	81840392.	0.00382
17.	197.110		0.280	80300912.	0.00386
18.	200.110		0.289	78762616.	0.00390
19.	203.110		0.298	77226232.	0.00395
20.	206.110		0.307	75692688.	0.00399
21.	209.110		0.316	74162544.	0.00404
22.	212.110		0.326	72636704.	0.00408
23.	215.110		0.336	71115896.	0.00413
24.	218.110		0.347	69600864.	0.00418
25.	221.110		0.357	68092296.	0.00423
26.	224.110		0.369	66590916.	0.00428
27.	227.110		0.380	65097488.	0.00433
28.	230.110		0.392	63612620.	0.00438
29.	233.110		0.405	62136984.	0.00444
30.	236.110		0.418	60671344.	0.00449
31.	239.110		0.431	59216276.	0.00455
32.	242.110		0.446	57772432.	0.00461
33.	245.110		0.460	56340396.	0.00467
34.	248.110		0.475	54920828.	0.00473
35.	251.110		0.491	53514280.	0.00479
36.	254.110		0.507	52121332.	0.00486
37.	257.110		0.524	50742488.	0.00492
38.	260.110		0.542	49378336.	0.00499
39.	263.110		0.560	48029356.	0.00506
40.	266.110		0.579	46696080.	0.00513
41.	269.110		0.599	45379000.	0.00521
42.	272.110		0.619	44078584.	0.00528
43.	275.110		0.641	42795208.	0.00536
44.	278.110		0.663	41529328.	0.00544
45.	281.110		0.687	40281352.	0.00553
46.	284.110		0.711	39051648.	0.00561
47.	287.110		0.736	37840600.	0.00570
48.	290.110		0.763	36648552.	0.00579
49.	293.110		0.790	35475832.	0.00589
50.	296.110		0.819	34322688.	0.00599
51.	299.110		0.849	33189460.	0.00609
52.	302.110		0.880	32076354.	0.00619
53.	305.110		0.913	30983658.	0.00630
54.	308.110		0.947	29911572.	0.00641
55.	311.110		0.983	28860282.	0.00653
56.	314.110		1.021	27829992.	0.00665
57.	317.110		1.060	26820840.	0.00677
58.	320.110		1.102	25832946.	0.00690
59.	323.110		1.145	24866446.	0.00704
60.	326.110		1.190	23921404.	0.00717
61.	329.110		1.238	22997934.	0.00732
62.	332.110		1.288	22096088.	0.00747
63.	335.110		1.340	21215880.	0.00763
64.	338.110		1.395	20357310.	0.00779
65.	341.110		1.453	19520412.	0.00796
66.	344.110		1.514	18705140.	0.00814
67.	346.000		1.555	18205086.	0.00826

9.1.4. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 4%„IZ1204“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.4744
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12788898.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	26404632.	0.00070	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.011	38620512.	0.00116	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.020	49385776.	0.00147	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.030	58720432.	0.00172	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.041	66671504.	0.00193	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.053	73299464.	0.00212	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.066	78672488.	0.00229	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.080	82863312.	0.00246	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.096	85947544.	0.00261	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.113	88002416.	0.00276	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.131	89106000.	0.00291	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.151	89336528.	0.00306	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.173	88772008.	0.00321	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.196	87489648.	0.00336	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.222	85565608.	0.00351	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.264	84913368.	0.00374
17.	197.110		0.272	83348720.	0.00378
18.	200.110		0.280	81784736.	0.00382
19.	203.110		0.289	80222144.	0.00386
20.	206.110		0.298	78661824.	0.00390
21.	209.110		0.307	77104464.	0.00395
22.	212.110		0.316	75551016.	0.00399
23.	215.110		0.326	74002120.	0.00404
24.	218.110		0.336	72458480.	0.00409
25.	221.110		0.346	70920936.	0.00413
26.	224.110		0.357	69390136.	0.00418
27.	227.110		0.368	67866768.	0.00423
28.	230.110		0.380	66351552.	0.00428
29.	233.110		0.392	64845172.	0.00433
30.	236.110		0.405	63348336.	0.00439
31.	239.110		0.418	61861736.	0.00444
32.	242.110		0.431	60385872.	0.00450
33.	245.110		0.445	58921468.	0.00455
34.	248.110		0.459	57469084.	0.00461
35.	251.110		0.474	56029416.	0.00467
36.	254.110		0.490	54603000.	0.00473
37.	257.110		0.506	53190300.	0.00480
38.	260.110		0.523	51791980.	0.00486
39.	263.110		0.540	50408580.	0.00493
40.	266.110		0.558	49040536.	0.00500
41.	269.110		0.577	47688400.	0.00507
42.	272.110		0.597	46352560.	0.00514
43.	275.110		0.617	45033576.	0.00522
44.	278.110		0.638	43731812.	0.00529
45.	281.110		0.661	42447736.	0.00537
46.	284.110		0.684	41181696.	0.00545
47.	287.110		0.708	39934100.	0.00554
48.	290.110		0.733	38705352.	0.00562
49.	293.110		0.759	37495748.	0.00571
50.	296.110		0.786	36305596.	0.00580
51.	299.110		0.814	35135220.	0.00590
52.	302.110		0.844	33984868.	0.00600
53.	305.110		0.875	32854802.	0.00610
54.	308.110		0.907	31745284.	0.00621
55.	311.110		0.941	30656518.	0.00632
56.	314.110		0.976	29588706.	0.00643
57.	317.110		1.013	28542024.	0.00655
58.	320.110		1.052	27516604.	0.00667
59.	323.110		1.093	26512612.	0.00679
60.	326.110		1.135	25530140.	0.00692
61.	329.110		1.180	24569310.	0.00706
62.	332.110		1.227	23630166.	0.00720
63.	335.110		1.276	22712774.	0.00735
64.	338.110		1.327	21817168.	0.00750
65.	341.110		1.381	20943344.	0.00766
66.	344.110		1.438	20091326.	0.00783
67.	347.110		1.498	19261070.	0.00800
68.	349.824		1.555	18529550.	0.00816

9.1.5. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 6%„IZ1206“

UB-PRORACUN SEREBRJA KOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.4839
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12814227.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	26744350.	0.00070	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.011	39262236.	0.00114	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	50316048.	0.00145	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.029	59924920.	0.00169	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.040	68134784.	0.00190	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.052	75005104.	0.00209	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.065	80602992.	0.00226	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.079	85000280.	0.00242	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.094	88271680.	0.00257	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.110	90493744.	0.00272	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.128	91743864.	0.00286	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.147	92099896.	0.00300	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.168	91639472.	0.00315	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.191	90439632.	0.00329	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.216	88576584.	0.00344	

DRUGI PERIOD					
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.257	88086512.	0.00366
17.	197.110		0.265	86496360.	0.00370
18.	200.110		0.272	84906464.	0.00374
19.	203.110		0.281	83317568.	0.00378
20.	206.110		0.289	81730424.	0.00382
21.	209.110		0.298	80145840.	0.00386
22.	212.110		0.307	78564528.	0.00390
23.	215.110		0.316	76987320.	0.00395
24.	218.110		0.326	75414960.	0.00399
25.	221.110		0.336	73848144.	0.00404
26.	224.110		0.346	72287704.	0.00409
27.	227.110		0.357	70734160.	0.00413
28.	230.110		0.368	69188344.	0.00418
29.	233.110		0.380	67651016.	0.00423
30.	236.110		0.392	66122700.	0.00428
31.	239.110		0.404	64604148.	0.00433
32.	242.110		0.417	63096040.	0.00439
33.	245.110		0.430	61598952.	0.00444
34.	248.110		0.444	60113508.	0.00450
35.	251.110		0.458	58640364.	0.00456
36.	254.110		0.473	57180140.	0.00461
37.	257.110		0.489	55733292.	0.00467
38.	260.110		0.505	54300480.	0.00474
39.	263.110		0.521	52882184.	0.00480
40.	266.110		0.539	51478976.	0.00487
41.	269.110		0.556	50091280.	0.00493
42.	272.110		0.575	48719736.	0.00500
43.	275.110		0.595	47364704.	0.00507
44.	278.110		0.615	46026656.	0.00515
45.	281.110		0.636	44706000.	0.00522
46.	284.110		0.658	43403204.	0.00530
47.	287.110		0.680	42118616.	0.00538
48.	290.110		0.704	40852652.	0.00546
49.	293.110		0.729	39605688.	0.00554
50.	296.110		0.755	38378004.	0.00563
51.	299.110		0.781	37169916.	0.00572
52.	302.110		0.809	35981736.	0.00582
53.	305.110		0.839	34813756.	0.00591
54.	308.110		0.869	33666224.	0.00601
55.	311.110		0.901	32539372.	0.00611
56.	314.110		0.934	31433402.	0.00622
57.	317.110		0.969	30348542.	0.00633
58.	320.110		1.006	29284944.	0.00645
59.	323.110		1.044	28242768.	0.00656
60.	326.110		1.083	27222126.	0.00669
61.	329.110		1.125	26223198.	0.00681
62.	332.110		1.169	25246032.	0.00695
63.	335.110		1.215	24290704.	0.00708
64.	338.110		1.263	23357254.	0.00723
65.	341.110		1.314	22445714.	0.00738
66.	344.110		1.367	21556142.	0.00753
67.	347.110		1.422	20688478.	0.00769
68.	350.110		1.481	19842748.	0.00786
69.	353.110		1.543	19018884.	0.00804
70.	353.676		1.555	18867534.	0.00807

9.1.6. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 8%„IZ1208“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.4936
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12840166.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27092336.	0.00069	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	39919724.	0.00113	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	51269484.	0.00143	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.029	61159732.	0.00167	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	69635424.	0.00187	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.051	76754928.	0.00206	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.063	82584296.	0.00222	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.077	87194384.	0.00238	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.092	90659096.	0.00253	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.108	93054128.	0.00267	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.125	94456376.	0.00281	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.144	94943120.	0.00295	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.164	94591712.	0.00309	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.186	93479000.	0.00323	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.210	91681152.	0.00337	

DRUGI PERIOD					
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.250	91362664.	0.00358
17.	197.110		0.257	89747040.	0.00362
18.	200.110		0.265	88131008.	0.00366
19.	203.110		0.273	86515528.	0.00370
20.	206.110		0.281	84901280.	0.00374
21.	209.110		0.289	83289176.	0.00378
22.	212.110		0.298	81679856.	0.00382
23.	215.110		0.307	80074152.	0.00386
24.	218.110		0.316	78472800.	0.00390
25.	221.110		0.326	76876584.	0.00395
26.	224.110		0.336	75286192.	0.00399
27.	227.110		0.346	73702296.	0.00404
28.	230.110		0.357	72125696.	0.00408
29.	233.110		0.368	70557064.	0.00413
30.	236.110		0.379	68997072.	0.00418
31.	239.110		0.391	67446440.	0.00423
32.	242.110		0.403	65905700.	0.00428
33.	245.110		0.416	64375688.	0.00433
34.	248.110		0.429	62856928.	0.00439
35.	251.110		0.443	61350036.	0.00444
36.	254.110		0.457	59855652.	0.00450
37.	257.110		0.472	58374320.	0.00456
38.	260.110		0.487	56906656.	0.00462
39.	263.110		0.503	55453180.	0.00468
40.	266.110		0.520	54014384.	0.00474
41.	269.110		0.537	52590904.	0.00480
42.	272.110		0.554	51183148.	0.00487
43.	275.110		0.573	49791652.	0.00494
44.	278.110		0.592	48416876.	0.00500
45.	281.110		0.612	47059232.	0.00508
46.	284.110		0.633	45719208.	0.00515
47.	287.110		0.654	44397172.	0.00523
48.	290.110		0.677	43093504.	0.00530
49.	293.110		0.700	41808624.	0.00538
50.	296.110		0.725	40542864.	0.00547
51.	299.110		0.750	39296560.	0.00555
52.	302.110		0.777	38070040.	0.00564
53.	305.110		0.804	36863548.	0.00573
54.	308.110		0.833	35677404.	0.00582
55.	311.110		0.863	34511852.	0.00592
56.	314.110		0.894	33367118.	0.00602
57.	317.110		0.927	32243416.	0.00613
58.	320.110		0.961	31140980.	0.00623
59.	323.110		0.997	30059922.	0.00634
60.	326.110		1.035	29000434.	0.00646
61.	329.110		1.074	27962654.	0.00658
62.	332.110		1.115	26946670.	0.00670
63.	335.110		1.158	25952612.	0.00683
64.	338.110		1.203	24980540.	0.00697
65.	341.110		1.250	24030480.	0.00711
66.	344.110		1.300	23102502.	0.00725
67.	347.110		1.352	22196626.	0.00740
68.	350.110		1.406	21312812.	0.00756
69.	353.110		1.464	20451038.	0.00772
70.	356.110		1.524	19611314.	0.00789
71.	357.571		1.555	19213042.	0.00798

9.1.7. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 10%„IZ1210“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.55 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	361.525		1.555	19559176.	0.00788

9.1.8. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 10% и издужену цев од 2cm,,IZ1210+2“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.58 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

DRUGI PERIOD

	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	362.473		1.575	19298170.	0.00794

9.1.9. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу б/п од 10% и издужену цев од 4cm „IZ1210+4“

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.60 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

DRUGI PERIOD

	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	363.393		1.595	19049304.	0.00799

**9.1.10. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 6cm,,IZ1210+6“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.62 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

DRUGI PERIOD

	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	364.312		1.615	18800436.	0.00805

**9.1.11. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 8cm „IZ1210+8“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.63 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	365.226		1.635	18554062.	0.00810

**9.1.12. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 10cm „IZ1210+10“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.65 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	366.099		1.655	18324036.	0.00816

**9.1.13. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 12cm „IZ1210+12“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.67 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	366.973		1.675	18094010.	0.00821

**9.1.14. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 14cm „IZ1210+14“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.70 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
19.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
20.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
21.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
22.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
23.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
24.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
25.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
26.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
27.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
28.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
29.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
30.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
31.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
32.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
33.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
34.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
35.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
36.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
37.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
38.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
39.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
40.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
41.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
42.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
43.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
44.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
45.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
46.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
47.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
48.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
49.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
50.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
51.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
52.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
53.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
54.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
55.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
56.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
57.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
58.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
59.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
60.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
61.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
62.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
63.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
64.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
65.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
66.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
67.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
68.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
69.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
70.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
71.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
72.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
73.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
74.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
75.	367.846		1.695	17863984.	0.00827

**9.1.15. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 16cm „IZ1210+16“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.72 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	368.110		1.701	17794484.	0.00829
75.	368.689		1.715	17646296.	0.00832

**9.1.16. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 18cm „IZ1210+18“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.74 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

DRUGI PERIOD					
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	368.110		1.701	17794484.	0.00829
75.	369.518		1.735	17433952.	0.00838

**9.1.17. Датотека са излазним подацима УБ прорачуна за повећану масу
б/п од 10% и издужену цев од 20cm „IZ1210+20“**

UB-PRORACUN SEREBRJAKOVLJEVOM METODOM
ORUDJE MB 120 MM
BARUT NGB-XXX

JEDINICE PO SI SISTEMU MERA

POLAZNI PODACI

S=0.011315 SZ=0.000155 W0=0.00333
XU=1.75 AKSI=0.61 EM=12.70
SPR=0.011183 F=1100000. ALFA=0.00091
DELT=1600. U1= 0.130E-08 AK= 1.2
E0=0.000260 AKAPA1=1.2500 ALAMB1=-0.26895
F0=1066000. ALFA0=0.000910 OMEG=0.5035
OMEG0=0.0360

PRETHODNI PERIOD

P0= 12866723.

PRVI PERIOD

	I	Y	PSI	V	X	P	T
1.	0.066667	0.081839	11.74	0.004	27448676.	0.00068	
2.	0.133333	0.160690	23.48	0.010	40593180.	0.00112	
3.	0.200000	0.236553	35.22	0.019	52246324.	0.00141	
4.	0.266667	0.309427	46.96	0.028	62425284.	0.00165	
5.	0.333333	0.379313	58.70	0.039	71173920.	0.00185	
6.	0.400000	0.446210	70.44	0.050	78549488.	0.00203	
7.	0.466667	0.510119	82.18	0.062	84617064.	0.00219	
8.	0.533333	0.571040	93.93	0.075	89446448.	0.00234	
9.	0.600000	0.628973	105.67	0.090	93110664.	0.00248	
10.	0.666667	0.683917	117.41	0.105	95684688.	0.00262	
11.	0.733333	0.735873	129.15	0.122	97244704.	0.00276	
12.	0.800000	0.784840	140.89	0.140	97867552.	0.00289	
13.	0.866667	0.830819	152.63	0.160	97630168.	0.00303	
14.	0.933333	0.873810	164.37	0.181	96609256.	0.00316	
15.	1.000000	0.913813	176.11	0.205	94880864.	0.00330	

	DRUGI PERIOD				
	I	V	X	P	T
16.	194.110		0.243	94743048.	0.00351
17.	197.110		0.250	93101664.	0.00354
18.	200.110		0.257	91459368.	0.00358
19.	203.110		0.265	89817184.	0.00362
20.	206.110		0.273	88175776.	0.00365
21.	209.110		0.281	86535896.	0.00369
22.	212.110		0.289	84898376.	0.00373
23.	215.110		0.298	83264048.	0.00377
24.	218.110		0.307	81633544.	0.00382
25.	221.110		0.316	80007696.	0.00386
26.	224.110		0.325	78387160.	0.00390
27.	227.110		0.335	76772664.	0.00394
28.	230.110		0.346	75165072.	0.00399
29.	233.110		0.356	73564928.	0.00403
30.	236.110		0.367	71972960.	0.00408
31.	239.110		0.379	70389896.	0.00413
32.	242.110		0.390	68816464.	0.00418
33.	245.110		0.403	67253168.	0.00423
34.	248.110		0.415	65700816.	0.00428
35.	251.110		0.428	64159888.	0.00433
36.	254.110		0.442	62631052.	0.00439
37.	257.110		0.456	61114940.	0.00444
38.	260.110		0.471	59612072.	0.00450
39.	263.110		0.486	58123104.	0.00456
40.	266.110		0.501	56648460.	0.00461
41.	269.110		0.518	55188764.	0.00468
42.	272.110		0.535	53744480.	0.00474
43.	275.110		0.552	52316196.	0.00480
44.	278.110		0.570	50904276.	0.00487
45.	281.110		0.589	49509264.	0.00494
46.	284.110		0.609	48131540.	0.00501
47.	287.110		0.630	46771580.	0.00508
48.	290.110		0.651	45429800.	0.00515
49.	293.110		0.673	44106600.	0.00523
50.	296.110		0.696	42802300.	0.00531
51.	299.110		0.720	41517284.	0.00539
52.	302.110		0.745	40251824.	0.00547
53.	305.110		0.772	39006296.	0.00556
54.	308.110		0.799	37780984.	0.00565
55.	311.110		0.827	36576148.	0.00574
56.	314.110		0.857	35392048.	0.00583
57.	317.110		0.888	34228924.	0.00593
58.	320.110		0.920	33086978.	0.00603
59.	323.110		0.954	31966428.	0.00614
60.	326.110		0.989	30867406.	0.00624
61.	329.110		1.026	29790100.	0.00636
62.	332.110		1.064	28734624.	0.00647
63.	335.110		1.104	27701098.	0.00659
64.	338.110		1.147	26689610.	0.00672
65.	341.110		1.191	25700220.	0.00685
66.	344.110		1.237	24733040.	0.00698
67.	347.110		1.286	23788086.	0.00712
68.	350.110		1.336	22865360.	0.00727
69.	353.110		1.390	21964834.	0.00742
70.	356.110		1.446	21086544.	0.00758
71.	359.110		1.505	20230416.	0.00775
72.	362.110		1.567	19396424.	0.00792
73.	365.110		1.632	18584478.	0.00810
74.	368.110		1.701	17794484.	0.00829
75.	370.348		1.755	17221608.	0.00843

9.2. Програмско решење за СБ прорачун домета

```

C*****
C      *
C      * PROGRAM ZA PRORACUN PUTANJE PROJEKTILA SA TRI *
C      * STEPENA SLOBODE KRETANJA ZA ZAKON OTPORA CX *
C      * IZ 1943. GOD I ANA ATMOSFERU *
C      *
C*****
C      *
C      * ZBIRKA RESENIH ZADATAKA IZ SB, D.REGODIC, VA, 2003. *
C      *
C*****
      DIMENSION Y(11),DY(11),P(11),Q(11),R(11)
      DIMENSION YH(10),CS(10)
      2 FORMAT(10I5)
      10 FORMAT(7F11.5)
      14 FORMAT(5X,6F9.2,F9.3,F9.2)
      114 FORMAT(3X,6F10.2,F9.3,F10.2)
      16 FORMAT(10X,'Vo Oo Xc Ys Oc Vc
+ tc Yc')
      116 FORMAT(8X,'Vo Oo/60-00/ Xc Ys Oc/60-00/ Vc
+ tc Yc')
      216 FORMAT(8X,'Vo Oo/64-00/ Xc Ys Oc/64-00/ Vc
+ tc Yc')
      316 FORMAT(8X,'m/s /60-00/ m m /60-00/ m/s
+ s m')
      416 FORMAT(8X,'m/s /64-00/ m m /64-00/ m/s
+ s m')
      516 FORMAT(8X,'m/s /step./ m m /step./ m/s
+ s m')
      4 FORMAT(10X,'VISINA PADNE TACKE Yc=',F7.0)
      OPEN(1,FILE='OJL3SSU.DAT',STATUS='OLD',FORM='FORMATTED')
      OPEN(2,FILE='OJL3SSR.DAT',STATUS='UNKNOWN',FORM='FORMATTED')
      OPEN(3,FILE='O3SH60.DAT',STATUS='UNKNOWN',FORM='FORMATTED')
      OPEN(4,FILE='O3SH64.DAT',STATUS='UNKNOWN',FORM='FORMATTED')
      AK=55.
      APR=57.3
      TEME=0.00001
      TPAD=0.001
      Y0=0.
      WX=0.
      WZ=0.
      AT=0.
      READ(1,*)NVIS,NC
      READ(1,*)(YH(I),I=1,NVIS)
      READ(1,*)(CS(I),I=1,NC)
      18 FORMAT(5X,'CS=',5F11.5/8X,5F11.5)
      READ(1,*)TET0,DTET,TETK
      READ(1,*)V0P,DV0P,V0K
      DO 60 IVIS=1,NVIS
      YC=YH(IVIS)
      DO 60 VI=V0P,V0K,DV0P
      WRITE(2,18)(CS(I),I=1,NC)
      WRITE(2,4)YH(IVIS)

```

```

WRITE(2,16)
WRITE(2,516)
WRITE(3,18)(CS(I),I=1,NC)
WRITE(3,4)YH(IVIS)
WRITE(3,116)
WRITE(3,316)
WRITE(4,18)(CS(I),I=1,NC)
WRITE(4,4)YH(IVIS)
WRITE(4,216)
WRITE(4,416)
DO 60 TETA=TET0,TETK,DTET
  UGO=TETA/APR
  TH60 = TETA*150/9
  TH64 = TETA*160/9
  H=0.2*VI*SIN(UGO)
  IH=H
  IF(IH.LT.20)IH=20
  H=H/FLOAT(IH)
C*****
  CALL CET(NC,CS,UGO,CK)
  CALL OJL3SS(M,H,Y,TEME,TPAD,CK,YC,Y0,AT,WX,WZ,VI,UGO,YM)
  TC=APR*Y(8)
  TCH60 = TC*150/9
  TCH64 = TC*160/9
  VC=Y(10)
  WRITE(2,14)VI,TETA,Y(2),YM,TC,VC,Y(1),Y(3)
  WRITE(3,114)VI,TH60,Y(2),YM,TCH60,VC,Y(1),Y(3)
  WRITE(4,114)VI,TH64,Y(2),YM,TCH64,VC,Y(1),Y(3)
60 CONTINUE
  STOP
  END
C*****
C*****
  SUBROUTINE OJL3SS(M,H,Y,TEME,TPAD,CE,YC,Y0,AT,WX,WZ,VI,
+      UGO,YM)
C*****
C*****
  DIMENSION Y(11),DY(11),P(11),Q(11),R(11),YP(11)
  DIMENSION CT(1),GT(1),ET(1),TR(1),XR(1)
  H0=H
  DY(1)=1.0
  M=7
  LY=0
  LC=0
  TEMEN=TEME
  TPADN=TPAD
  DO 1 J=1,11
    P(J)=0.0
    Q(J)=0.0
    R(J)=0.0
1  Y(J)=0.0
    Y(3)=Y0
    Y(8)=UGO
    Y(10)=VI

```

```

Y(5)=Y(10)*COS(Y(8))
Y(6)=Y(10)*SIN(Y(8))
Y(11)=SQRT((Y(5)-WX)**2+Y(6)**2+(Y(7)-WZ)**2)
KY=1
KT=1
C*****
100 FORMAT(/13X,'ti  Xi  Yi  Oi  Vi')
101 FORMAT(10X,F7.2,4F7.0)
5 CONTINUE
2 FORMAT(10X,F7.1,4F7.0)
DO 6 K=1,11
6 YP(K)=Y(K)
IF(KY.EQ.2)GO TO 40
H=H0
C*****
9 CALL DJ3SS(Y,DY,WX,WZ,AT,CE)
DO 10 I=1,M
P(I)=H*DY(I)*0.5
R(I)=(P(I)-Q(I)+Y(I))-Y(I)
Y(I)=Y(I)+R(I)
10 Q(I)=3.*Q(I)-P(I)+3.*R(I)
CALL DJ3SS(Y,DY,WX,WZ,AT,CE)
DO 11 I=1,M
P(I)=H*DY(I)
R(I)=((P(I)-Q(I))*0.5+Y(I))-Y(I)
Y(I)=Y(I)+R(I)
11 Q(I)=3.*P(I)-2.*Q(I)-6.*R(I)
CALL DJ3SS(Y,DY,WX,WZ,AT,CE)
DO 12 I=1,M
P(I)=H*DY(I)-0.5*P(I)
R(I)=(P(I)+Y(I))-Y(I)
Y(I)=Y(I)+R(I)
12 Q(I)=Q(I)+6.*(P(I)-R(I))
CALL DJ3SS(Y,DY,WX,WZ,AT,CE)
DO 13 I=1,M
P(I)=(-4.*P(I)+H*DY(I)+Q(I))/6.
R(I)=(P(I)+Y(I))-Y(I)
Y(I)=Y(I)+R(I)
13 Q(I)=R(I)-P(I)
C*****
TA=Y(6)/Y(5)
IF(KT.EQ.0) GO TO 32
IF(KT.EQ.2)GO TO 25
IF(TA.LT.0.0) GO TO 31
IF(KT.NE.2) GO TO 26
25 IF(KY.EQ.0) GO TO 35
IF((Y(3)-YC).LT.0.0) GO TO 34
26 Y(10)=SQRT(Y(5)**2+Y(6)**2+Y(7)**2)
Y(11)=SQRT((Y(5)-WX)**2+Y(6)**2+(Y(7)-WZ)**2)
Y(8)=ATAN(Y(6)/Y(5))
Y(9)=ATAN(Y(7)/Y(5))
GO TO 5
C*****
C * INTERPOLACIJA ZA TEME PUTANJE *
```

```

C*****
31  KT=0
32  IF(ABS(TA).LE.TEME) GO TO 33
    LY=LY+1
    IF(LY.EQ.25) TEME=5.0*TEME
    IF(LY.EQ.45) TEME=2.0*TEME
    IF(LY.EQ.60) GO TO 38
    H1=H
    H=H/(1.-Y(6)*YP(5)/(YP(6)*Y(5)))
    H=(H1+H)/2.0
    DO 29 I=1,11
    P(I)=0.
    Q(I)=0.
    R(I)=0.
29  Y(I)=YP(I)
    GO TO 9
C*****
33  KT=2
    Y(8)=ATAN(Y(6)/Y(5))
    Y(9)=ATAN(Y(7)/Y(5))
    Y(10)=SQRT(Y(5)**2+Y(6)**2+Y(7)**2)
    Y(11)=SQRT((Y(5)-WX)**2+Y(6)**2+(Y(7)-WZ)**2)
    YM=Y(3)
    H=H0-H
    IF(ABS(Y(3)-YC).LE.TPAD)GO TO 40
    GO TO 9
C*****
C      *      INTERPOLACIJA ZA PADNU TACKU      *
C*****
34  KY=0
35  IF(ABS(Y(3)-YC).LT.TPAD) GO TO 36
    LC=LC+1
    IF(LC.EQ.25) TPAD=10.0*TPAD
    IF(LC.EQ.45) TPAD=10.0*TPAD
    IF(LC.EQ.60) GO TO 38
    H1=H
    H=H*(YC-YP(3))/(Y(3)-YP(3))
    H=(H1+H)/2.0
    DO 30 I=1,11
    P(I)=0.
    Q(I)=0.
    R(I)=0.
30  Y(I)=YP(I)
    GO TO 9
C*****
36  KY=2
    GO TO 26
38  WRITE(2,39) LY,LC
39  FORMAT(10X,'TREBA VISE OD 60 ITERACIJA U AICLSJ'/
+      110X,'MENAJ TEME ILI KORAK INTEGRACIJE H,LY=',I5/
+      210X,'MENAJ TPAD ILI KORAK INTEGRACIJE H,LC=',I5)
C*****
40  H=H0
    TEME=TEMEN

```

```

TPAD=TPADN
RETURN
END
C*****
      SUBROUTINE CET(NC,CS,X,CE)
C*****
C      *
C      *      Polinom Ce=Ao+A1*X+...+An*X**(n-1)      *
C      *      CS(1)=Ao,CS(2)=A1,....CS(n+1)=An      *
C      *
C*****
      DIMENSION CS(1)
      IF(NC.EQ.1)GO TO 20
      CE=0.0
      DO 10 I=NC,2,-1
10    CE=(CE+CS(I))*X
      CE=(CS(1)+CE)*55.0
      RETURN
20    CE=CS(1)*55.0
      RETURN
      END
C*****
C      *
C      *      DIFERENCIJALNE JEDNACINE      *
C      *
C*****
      SUBROUTINE DJ3SS(Y,DY,WX,WZ,AT,CE)
      DIMENSION Y(11),DY(7),P(1),Q(1),R(1),YP(1),YT(1)
      DIMENSION CT(1),GT(1),ET(1)
      DY(2)=Y(5)
      DY(3)=Y(6)
      DY(4)=Y(7)
      Y(11)=SQRT((Y(5)-WX)**2+Y(6)**2+(Y(7)-WZ)**2)
      CALL ATMOSANA(Y(3),AT,B,AY)
      SM=Y(11)/AY
      RJ=CE*B*SM*SM
      CALL OTPORCX43(SM,CX)
      RJ=-RJ*CX
      DY(5)=RJ*(Y(5)-WX)/Y(11)
      DY(6)=RJ*Y(6)/Y(11)-9.81
      DY(7)=RJ*(Y(7)-WZ)/Y(11)
      RETURN
      END
C*****
      SUBROUTINE OTPORCX43(SM,CX)
C*****
C      *
C      *      ZAKON OTPORA Cx IZ 1943 ZA VREDNOSTI DO M=5.0      *
C      *
C*****
      DIMENSION CT(7),GT(7),ET(7)
      DATA CT/0.0,1.67483,-1.84041,0.85303,-.14913,.00668,
+ .157/
      DATA ET/0.0,5.94959,-8.02597,5.18539,-1.46945,-.05689,

```

```

+ .385/
  DATA GT/0.0,.0197,3.08675,-4.4849,1.97461,.11085,.19/
  IF(SM.LT.0.6) GO TO 3
  IF(SM.LT.0.9) GO TO 4
  IF(SM.LT.1.2) GO TO 5
  IF(SM.LT.3.578)GO TO 10
  CX=0.260
  RETURN
3  CX=0.157
  RETURN
4  A=(SM-0.6)/0.3
  CX=-0.512
  DO 7 N=2,7
7  CX=CX*A+CT(N)
  RETURN
5  A=(SM-0.9)/0.3
  CX=-0.512
  DO 9 N=2,7
9  CX=CX*A+GT(N)
  RETURN
10 A=(SM-1.2)/2.3
  CX=-1.70667
  DO 6 N=2,7
6  CX=CX*A+ET(N)
  RETURN
  END
C*****
  SUBROUTINE ATMOSANA(YS,AT,B,AY)
C*****
C  *
C  * PRORACUN PARAMETARA ATMOSFERE ZA ANA ATMOSFERU *
C  *
C*****
  IF(YS.GT.9300.)GO TO 5
  TY=288.9-6.328E-3*YS
  TY=TY+AT
  AY=20.05053*SQRT(TY)
  B=(1.-2.19E-5*YS)**5.4
  RETURN
5  IF(YS.GT.12000.)GO TO 10
  TY=390.21668-.0281272*YS+1.172E-6*YS*YS
  TY=TY+AT
  AY=20.05053*SQRT(TY)
  B=-0.87298846+7.275E-5*YS
  B=ATAN(B)+0.19393892
  B=-2.1206887*B
  B=0.29228*EXP(B)
  RETURN
10 TY=221.5
  TY=TY+AT
  AY=20.05053*SQRT(TY)
  B=.19372286*EXP(1.85088-1.5424E-4*YS)
  RETURN
  END

```

9.2.1. Датотека са полазним подацима за програмско решење

1,1

0.,100.,200.,300.

1.143,

45.,5.,85.

322.,26.5,348.5

9.2.2. Излазне датотеке

CS= 1.14300

VISINA PADNE TACKE Yc= 0.

	Vo	Oo	Xc	Ys	Oc	Vc tc	Yc
	m/s	/step./	m	m	/step./	m/s s	m
322.00	45.00	6611.72	1975.59	-55.17	215.76	40.027	-0.00
322.00	50.00	6458.78	2295.34	-59.66	219.67	43.165	-0.00
322.00	55.00	6143.05	2604.84	-63.81	223.68	46.008	-0.00
322.00	60.00	5666.25	2895.74	-67.71	227.51	48.535	-0.00
322.00	65.00	5032.73	3159.89	-71.43	230.92	50.727	-0.00
322.00	70.00	4250.59	3389.44	-75.07	233.79	52.561	-0.00
322.00	75.00	3332.92	3577.12	-78.70	236.03	54.016	-0.00
322.00	80.00	2299.15	3716.57	-82.38	237.61	55.073	-0.00
322.00	85.00	1176.40	3802.62	-86.15	238.53	55.715	-0.00

CS= 1.14300

VISINA PADNE TACKE Yc= 0.

	Vo	Oo	Xc	Ys	Oc	Vc tc	Yc
	m/s	/step./	m	m	/step./	m/s s	m
348.50	45.00	7114.09	2153.71	-55.84	221.84	41.755	-0.00
348.50	50.00	6953.27	2502.15	-60.27	226.15	45.033	-0.00
348.50	55.00	6618.04	2839.80	-64.35	230.53	48.007	-0.00
348.50	60.00	6109.32	3157.55	-68.16	234.66	50.655	-0.00
348.50	65.00	5430.75	3446.36	-71.81	238.34	52.954	-0.00
348.50	70.00	4590.47	3697.61	-75.37	241.42	54.880	-0.00
348.50	75.00	3602.04	3903.18	-78.92	243.82	56.408	-0.00
348.50	80.00	2486.31	4056.03	-82.52	245.52	57.518	-0.00
348.50	85.00	1272.71	4150.40	-86.22	246.52	58.193	-0.00

CS= 1.14300

VISINA PADNE TACKE Yc= 0.

	Vo	Oo	Xc	Ys	Oc	Vc tc	Yc
	m/s	/step./	m	m	/step./	m/s s	m
342.00	45.00	7004.33	2114.09	-55.69	220.54	41.380	-0.00
342.00	50.00	6845.08	2456.15	-60.14	224.76	44.627	-0.00
342.00	55.00	6513.86	2787.49	-64.23	229.05	47.572	-0.00
342.00	60.00	6011.81	3099.14	-68.06	233.11	50.193	-0.00
342.00	65.00	5342.86	3382.30	-71.72	236.73	52.466	-0.00
342.00	70.00	4515.26	3628.61	-75.30	239.76	54.371	-0.00
342.00	75.00	3542.38	3830.09	-78.87	242.13	55.883	-0.00
342.00	80.00	2444.73	3979.81	-82.49	243.80	56.981	-0.00
342.00	85.00	1251.31	4072.29	-86.20	244.78	57.648	-0.00

CS= 1.14300								
VISINA PADNE TACKE Yc= 0.								
	Vo	Oo	Xc	Ys	Oc	Vc tc	Yc	
	m/s	/step./	m	m	/step./	m/s s	m	
370.00	45.00	7447.13	2276.64	-56.31	225.73	42.889	-0.00	
370.00	50.00	7281.61	2644.59	-60.69	230.31	46.258	-0.00	
370.00	55.00	6933.82	3001.36	-64.71	234.93	49.318	-0.00	
370.00	60.00	6404.16	3337.35	-68.47	239.26	52.044	-0.00	
370.00	65.00	5695.86	3642.89	-72.06	243.10	54.413	-0.00	
370.00	70.00	4816.88	3908.78	-75.57	246.32	56.397	-0.00	
370.00	75.00	3781.48	4126.58	-79.07	248.83	57.974	-0.00	
370.00	80.00	2611.17	4288.59	-82.62	250.61	59.120	-0.00	
370.00	85.00	1337.00	4388.68	-86.27	251.66	59.817	-0.00	

CS= 1.14300								
VISINA PADNE TACKE Yc= 0.								
	Vo	Oo	Xc	Ys	Oc	Vc tc	Yc	
	m/s	/step./	m	m	/step./	m/s s	m	
361.50	45.00	7318.68	2228.78	-56.13	224.24	42.453	-0.00	
361.50	50.00	7155.14	2589.24	-60.53	228.72	45.788	-0.00	
361.50	55.00	6812.36	2938.70	-64.57	233.25	48.816	-0.00	
361.50	60.00	6290.90	3267.73	-68.35	237.51	51.513	-0.00	
361.50	65.00	5594.19	3566.94	-71.96	241.29	53.855	-0.00	
361.50	70.00	4730.22	3827.34	-75.49	244.46	55.818	-0.00	
361.50	75.00	3712.84	4040.49	-79.01	246.93	57.377	-0.00	
361.50	80.00	2563.41	4198.98	-82.58	248.68	58.510	-0.00	
361.50	85.00	1312.41	4296.88	-86.25	249.71	59.198	-0.00	