

O základech balistiky...

gtac.cz/clanky/o-zakladech-balistiky

by Grinch

15. 1. 2017



Můžete nalézt spoustu učených knih, které Vám pomohou pochopit základy vnější balistiky na daleko vyšší level, než který Vám zde ukáži. Ale cílem článku je jednoduše popsat a ukázat na praktickém příkladu danou problematiku a možná ve Vás tak vzbudit zájem si vše daleko podrobněji nastudovat a posunout tak sami sebe zase o kus dále.

Toto je přepis původního článku napsaného před lety pro web Taktické malorážky.

Základy balistiky

Balistika (alespoň její základy) patří k nutným znalostem pro přesnou sportovní, taktickou ale i loveckou střelbu.

Pokud chceme něčeho ve střelbě dosáhnout, tak nám doslova nesmí stačit to, že si koupíme zbraň a prodejce nám řekne: „Je nastřelená na 100m, to stačí a je to optimální“.

Nástřel zbraně musíme samozřejmě přizpůsobit svým podmínkám a svému záměru střelby.

Pokud budu střílet pouze na střelnici, která má 50m, pak je mi zbraň nastřelená na 100m k ničemu. A to samé i naopak. Se zbraní nastřelenou na 50m si neužiji pořádnou srandu, pokud jsem většinu času na střelnici se střelištěm dlouhým 300-1000m.

Proto je nutné se alespoň v omezené míře zajímat o to, co se se střelou děje, jak to ovlivním a jak si sám bez cizí pomoci dokáži kdykoli připravit zbraň pro danou střelbu.

Balistiku lze rozdělit do čtyř „podoborů“ na:

1/ Vnitřní balistika

Tento druh balistiky se zabývá jevy, které vznikají a odehrávají se uvnitř zbraně při výstřelu až do opuštění střely hlavně. Zaobírá se složením náboje, ústovou rychlostí střeliva, charakteristikou hlavně (poměr a směr stoupání/twistu, její délka či tloušťka) nebo zpětným rázem.

2/ Přejímová balistika

Přejímová balistika řeší jevy vzniklé výstřelem v období, kdy střela opouští hlaveň až do doby, kdy na střelu přestanou působit povýstřelové plyny.

3/ Vnější balistika

Toto, pro mne nejdůležitější, odvětví balistiky popisuje a řeší chování střely během jejího letu od ústí hlavně až k cíli. Její principy jsou platné pro jakoukoli zbraň i střelivo.

Pojmy, se kterými se zde můžeme setkat jsou balistická křivka, vzdálenost nastřelení zbraně („zero range/distance“), rychlost a energie střely, doba letu střely k cíli, její propad anebo naopak převýšení střely či snos větru.

Zde se konečně dostáváme do oblasti, kterou považuji za to nejdůležitější pro „hobby“ i „profí“ střelce a bez které se rozumný střelec neobejde.

Právě zde dokážeme snadno pochopit jednotlivé principy, uplatnit je v praxi a hlavně si mnoha způsoby fyzicky ověřit, že fungují. Sami si zde můžeme aplikovat jednoduchá vylepšení a zároveň je sami otestovat. Používat různá pravidla a postupy pro střelbu na rozdílné vzdálenosti a sami si vytvářet balistické tabulky a přepočty, které nám zjednoduší práci.

Níže si tuto část balistiky probereme podrobněji.

Vnější balistika je čistě subjektivní danému setu a tedy bude pro jakoukoli jinou sestavu vycházet číselně jinak, ale principiálně stále stejně. Pokud se týče optiky, tak pro jednoduchost vysvětlení uvažujme o puškohledu s osnovou v první ohniskové rovině. Tedy velikost dílců osnovy je vždy právě 1MRAD a to při jakémkoli zvětšení.

Pro aplikaci na puškohledy s osnovou v druhé ohniskové rovině je třeba vše přepočítat v závislosti na R („ranging power“) puškohledu.

4/ Terminální / cílová balistika

Poslení typ balistiky, která řeší vliv střely, umístění a účinek na cíl. Její znalost by měla být nutností pro loveckou, taktickou či policejní střelbu.

Důležité pojmy

Zde se budu věnovat pouze několika nejdůležitějším veličinám či pojmům, se kterými budeme dále pracovat. Opět se jedná jen o jakýsi „výcuc“, který nám pomůže se v problematice orientovat a chápat tak základní principy.

1/ Záměrná – „Osa optiky“

Je myšlená přímka, která je spojnicí oka střelce, osy optiky a cíle. Její vzdálenost od osy hlavně (vzájemný vztah těchto dvou os) má také vliv na tvar dráhy střely.

2/ Výstřelná – „Osa hlavně“

Je opět myšlená přímka, která je prodloužením hlavně (osy vývrtné hlavně). V nulové gravitaci by se jednalo o dráhu střely za předpokladu zachování její rychlosti.

3/ Doba letu střely

Časový úsek, za který střela doletí po své dráze k cíli. Znalost je nutná pro střelbu na dlouhé vzdálenosti (doba ovlivnění střely větrem a jinými prvky) a na pohyblivý cíl (za tento čas se cíl někde pohne).

4/ Vzdálenost nastřelení – „Zero range (distance)“

Vzdálenost nastřelení (v cizojazyčných zdrojích „zero range/distance“) je vzdálenost, ve které chceme zasahovat cíl. Tedy je to vzdálenost, ve které chceme, aby se nám protla záměrná a dráha střely. Určuje nám výsledný tvar balistické křivky, maximální výšku letu střely a samozřejmě i její dálku.

5/ Ústová rychlost

Jedná se o rychlost střely při opuštění ústí hlavně.

6/ Zbytková či zůstatková rychlost

Je naopak rychlost, jakou má střela v jakémkoli bodě své dráhy letu či při dopadu na cíl.

7/ Balistická křivka či dráha letu střely

Balistická křivka je skutečná dráha letu střely od jejího opuštění hlavně až do zásahu cíle (či do jejího dopadu na zem). Lze ji spočítat a matematicky vyjádřit na základě vstupních informací o hmotnosti či balistickém koeficientu střely, vlivu prostředí a mnoha dalších parametrech.

Charakteristika balistické křivky

Balistická křivka je křivka prostorová, tedy její výsledný tvar je výsledkem působení mnoha sil, které ovlivňují dráhu letu střely po celou dobu jejího pohybu.

V tom nejjednodušším slova smyslu ji jednotlivé složky mohou ovlivňovat dvěma základními směry – **VÝŠKOVĚ** a **STRANOVĚ**. Samozřejmostí je pohyb složený, který vzniká působením oběma základními směry.

Vlivy některých sil můžeme ovlivnit a jiné nikoli. Všechny ale bez výjimky musíme brát v potaz, pokud chceme dosahovat excelentních výsledků anebo plně pochopit danou problematiku.

Faktory, které NELZE OVLIVNIT (jsou dány prostředím):

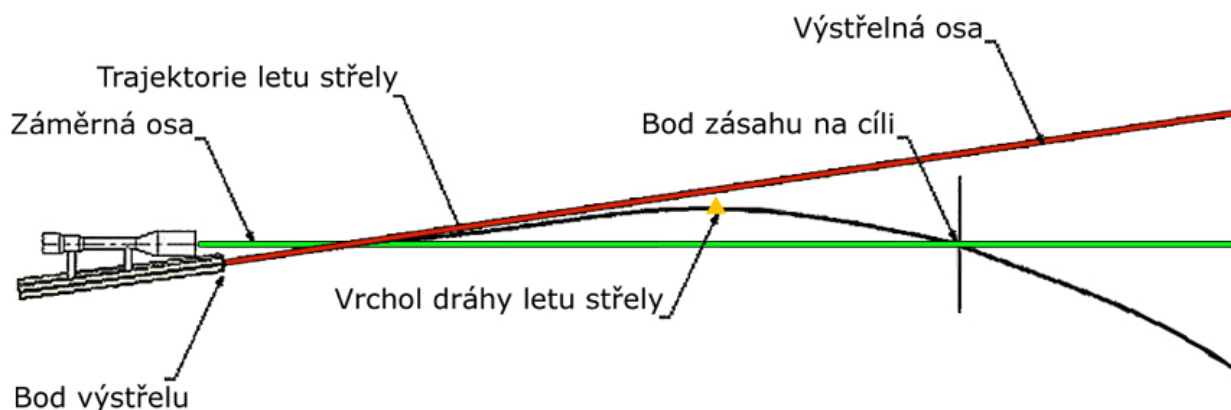
- gravitace (ovlivňuje dráhu střely působením silou, která přitahuje střelu k zemi)
- nadmořská výška
- tlak vzduchu
- teplota vzduchu
- vlhkost vzduchu
- síla a směr větru (ovlivňuje střelu všemi směry)
- a jiné (např. Coriolisova síla, derivace střely,...)

Faktory, kterými LZE ALESPŇ ČÁSTEČNĚ OVLIVNIT dráhu střely (např. výběrem komponent, sestavením a nastavením zbraně):

- balistický koeficient střely (výběrem střely pro náš záměr)
- počáteční či ústová rychlost (dána střelivem, ale například i charakteristikou hlavně)
- vzdálenost a typ nastřelení
- vzájemný vztah os záměrné a výstřelné
- jiné vlivy

Pro naše potřeby budeme uvažovat, že na let střely nepůsobí žádné stranové vlivy. Tedy nebudeme aplikovat případný snos větrem, rotaci střely, derivaci a ani Coriolisovu sílu. Tím se nám vše značně zjednoduší a bude to tak názornější (a hlavně 2D).

Základní tvar charakteristický pro balistickou křivku je znázorněn na obrázku níže.



Jak můžeme vidět, lze na balistické křivce (dále jen BK) najít několik zajímavých bodů. Bod **VÝSTŘELU**, **VRCHOL DRÁHY LETU** a bod **ZÁSAHU/DOPADU**.

Tyto body nám rozdělují BK na dvě části:

– **VZESTUPNÝ OBLOUK** – střela stoupá vzhůru, než dosáhne bodu vrcholu dráhy letu

– **SESTUPNÝ OBLOUK** – střela se z vrcholu dráhy letu vydává směrem dolů, tento oblouk je daleko strmější, než vzestupný oblouk.

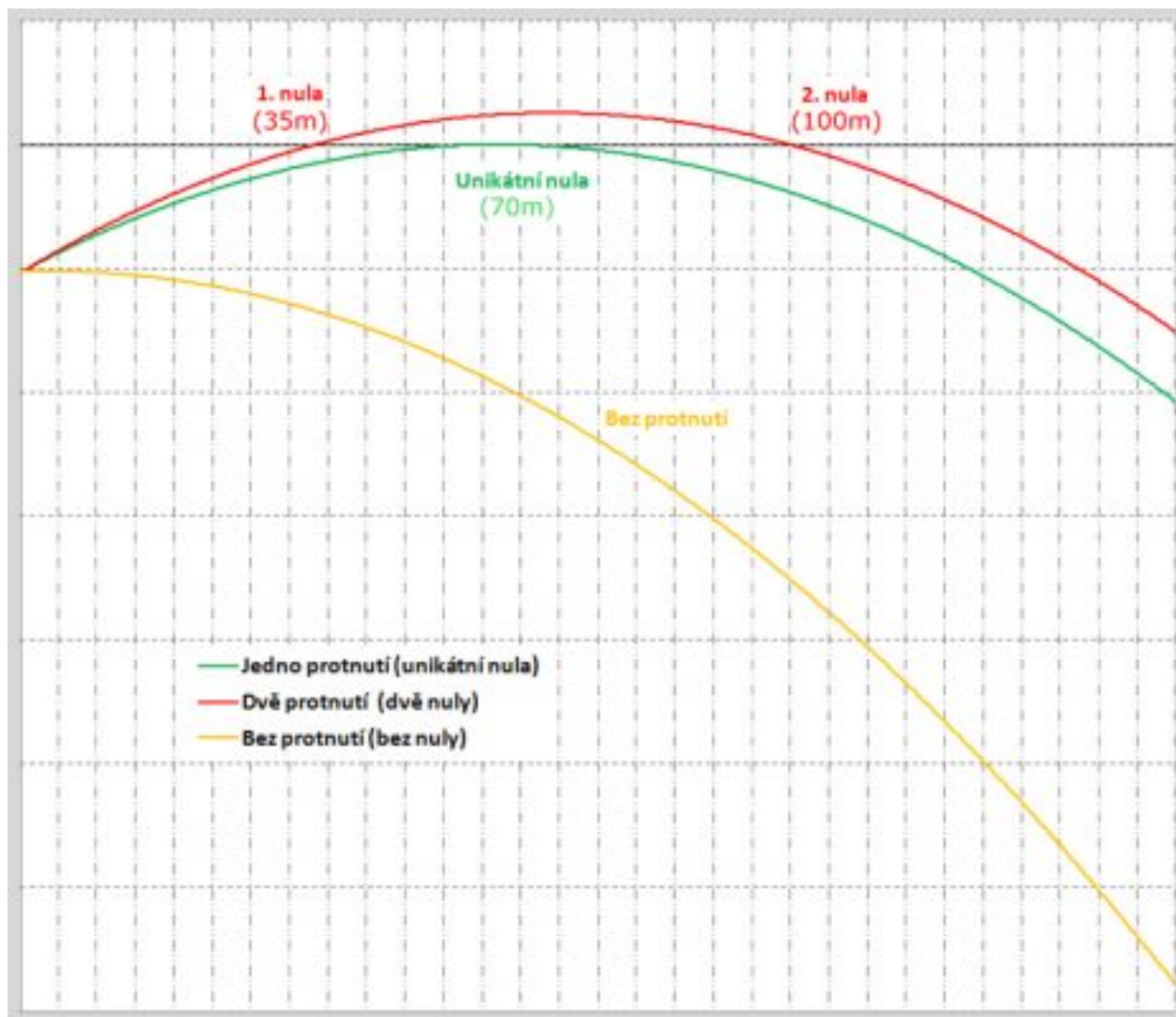
Zjednodušeně se dá říci, že střela opouští ústí hlavně pod záměrnou osou (rozdíl osy mířidel a hlavně díky pozici optiky), pokračuje směrem vzhůru, protíná záměrnou, dále pokračuje nad osou optiky a v bodě vrcholu své dráhy se opět začíná k záměrné přibližovat. Ve vzdálenosti nastřelení zbraně („zero range/distance“) protíná osu mířidel směrem dolů a dále pokračuje pod její osou až do dopadu na zem.

Jak z výchozího obrázku vyplývá, tak naším cílem je využít na maximum zde uvedené znalosti, abychom dokázali zasáhnout cíl v nástřelné vzdálenosti. A pro ty kouzavější zde vysvětlím, jak zasahovat cíle i mimo tuto vzdálenost (korekce přenášením na osnově).

Nastřelení pomocí „Teorie nul“

Je nutné abych zde uvedl některé typy nastřelení zbraně (přípravy zbraně pro střelbu na specifickou vzdálenost). Tedy možnosti, k jakým se můžeme při nastřelování zbraně dostat.

Všechny níže uvedené případy lze prakticky nasimulovat, ale ne všechny jsou stejně vhodné k praktické střelbě.

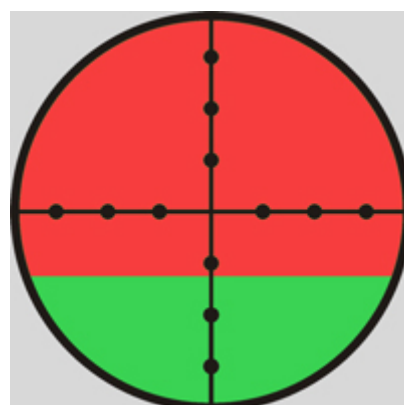


Po pozorném prozkoumání grafu pro jednu a tu samou sestavu a střelivo zjišťujeme, že charakteristika BK je v každém případě jiná. Odlišnost je v tom, že nám BK protíná záměrnou v jednom či více bodech (tzv. „nuly“) anebo ji neprotíná vůbec (pro každý příklad je sestava nastřelená na jinou vzdálenost). Jak je také vidět, zásadně to ovlivňuje propad střely v různých vzdálenostech.

Je tedy třeba říci jak k těmto stavům dochází a proč.

1/ Nastřelení bez protnutí záměrné (bez nuly)

Tento způsob nastřelení zbraně je výsledkem rovnoběžnosti záměrné a výstřelné. Lze jej mimoděk docílit například po usazení nového puškohledu, kdy je vnitřní osa optiky ještě „nenaklikaná“ a kdy by mohla odpovídat ose tubusu puškohledu. Tedy v ideální sestavě by díky stejné výšce montáží byly všechny osy rovnoběžné a dráha střely by začínala pod osou záměrné ve vzdálenosti odpovídající jejich umístění.



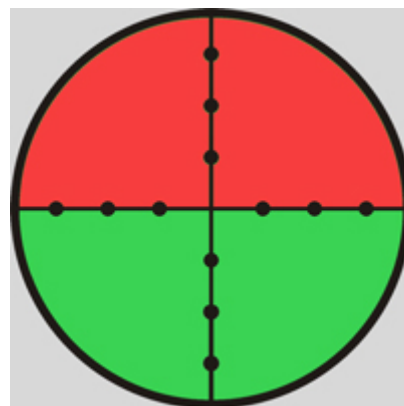
Jak je vidět na grafu výše, tak dráha střely nikdy neprotne záměrnou a tedy nebudeme nikdy mířit středem optiky na cíl!

Musí vám tedy být jasné, že se nejedná o zrovna ideální nastřelení zbraně. V tomto případě se doslova okrádáme o valnou většinu osnovy puškohledu včetně tolik potřebného středu. Názornina nalevo nám ukazuje červenou část osnovy (kterou nelze v tomto případě nastřelení využívat) a zelenou část, která nám je k dispozici.

2/ Nastřelení s jedním protnutím záměrné (jednou unikátní nulou)

Tento příklad je zajímavý z toho důvodu, že nám dráha střely protíná záměrnou právě v jednom bodě („unikátní nule“). Jinými slovy – záměrná je tečnou balistické křivky. Pokud se zamyslíme nad výsledkem takového nastavení sestavy, tak dojdeme k závěru, že zbraň je nastřelená pouze na jednu vzdálenost.

Daný bod, kde se BK a záměrná dotýkají je pro každou sestavu pouze jeden a při byť i jediném kliknutí na jednu nebo na druhou stranu rozsahu výškové korekce se nám nastřelení zbraně dostává do případu výše (bez nuly) anebo do případu níže (dvě nuly).



Neshledávám v tomto nastavení žádný přínos, protože jak je vidět na obrázku vlevo, můžeme sice využít více částí osnovy než v předchozím případě, ale stále pouze po její střed. Jsme ochuzeni o celý vrchní díl osnovy.

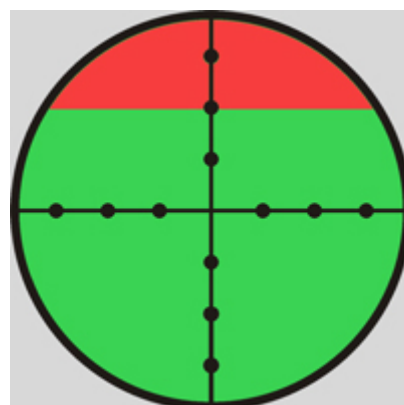
S tímto nastavením zbraní jsem se setkal zatím pouze u větrovkářů, pro něž je to jeden z možných způsobů střelby v závodech, kde mají zakázáno klikat. Střelci si tak usnadňují práci tím, že vždy na osnově míří „na“ anebo „pod“ střed osnovy.

U jiných ráží jsem se s tímto nastavením nesetkal.

3/ Nastřelení se dvěma protnutími záměrné (dvěma nulami)

Zde se konečně dostáváme k nejobvyklejšímu a nejužívanějšímu způsobu nastřelení.

Z grafu je patrné, že BK nám protíná osu záměrné hned ve dvou bodech. Takzvané „**první nule**“ (kde ji protíná zespod nahoru), pokračuje nad osou a v nástřelné vzdálenosti ji opět protíná v „**druhé nule**“. Pokud zde nezasáhne cíl, tak klesá pod osu záměrné až do jejího dopadu na zem.



Pokud se zamyslíme nad danou BK, tak je nám jasné, že tento způsob nastřelení nám poskytne maximální využitelnost rozsahu osnovy optiky. Velká část BK je totiž nad záměrnou a tedy, jak je

vidět na názornině vlevo, lze využít i celý rozsah osnovy.

Toto se hodí zejména při přenášení pomocí záměrného kříže, které využíváme například při nedostatku času anebo proto, že nám vyhovuje více než korekce klikáním.

Pro tento případ je patrné, že zde máme dvě nástřelné vzdálenosti – v první a ve druhé nule. V dostupných literaturách se ale jako „pravá“ nástřelná vzdálenost uvádí nula druhá, protože nula první je těžko v praxi odhadnutelná.

Její poloha je přímo závislá na rozdílu výšek os záměrné a výstřelné a na požadované vzdálenosti nástřelu/druhé nuly. Dá se říci, že je tím blíže bodu výstřelu, čím dále je nula druhá a naopak.

Obvyklá poloha první nuly je ve vzdálenosti pouhých pár až desítek metrů za bodem výstřelu. Pokud bychom chtěli získat první nulu například ve 100m, pak by druhá nula byla ve velké vzdálenosti (třeba již za možnostmi sestavy a střeliva).

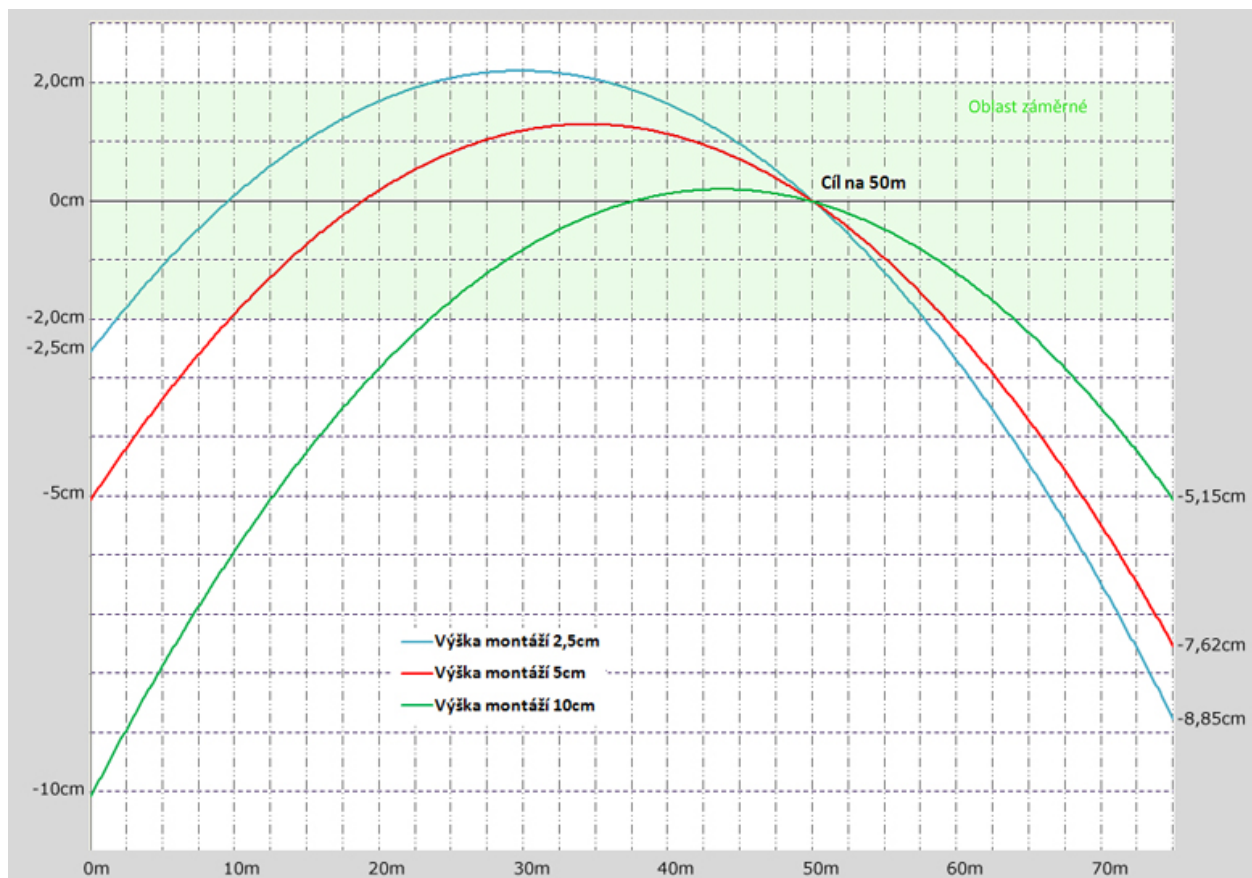
Navíc, pro větší vzdálenosti, bychom potřebovali již využívat právě nulu druhou, u které naopak není problém ji posouvat v rozmezí pár desítek až stovek metrů (v závislosti na sestavě a typu použitého střeliva).

Pro následující postup tedy vždy berme nástřelnou vzdálenost jako polohu druhé nuly.

Vliv vzdálenosti os záměrné a výstřelné

Nyní se v krátkosti podívejme na to, jak nám „hýbe“ balistickou křivkou různá vzdálenost těchto os pro shodnou vzdálenost nastřelení. Tedy řešíme jakoby tři různé sestavy zbraní lišící se pouze rozdílnou výškou montáží.

Zde je graf pro stejný typ střeliva pro dané tři sestavy.



Na první pohled je patrné, že i výška montáží/mířidel hraje roli ve vnější balistice.

Ony tři uvažované příklady byly vzaty do krajností – nejnižší vzdálenost os (2,5cm) může odpovídat například otevřeným klasickým mířidlům a vzdálenost 10cm je již zcela přehnaná. Obvykle jsem se setkal se sestavami zbraní, které měly onu vzdálenost v rozmezí 5-7cm.

Každý si tuto vzdálenost musí upravit sám na svou sestavu v závislosti na použitých montážích a hlavně na velikosti objektivu svého puškohledu.

Na tento vliv se zaměřují i výrobci, například Leupold, který má ve svém repertoáru i optiky s „vykouslým“ spodkem objektivu. Právě proto, aby se osa puškohledu mohla dostat co nejlíže výstřelné ose.

A jaké jsou tedy závěry z uvedeného grafu? Pro mne je podstatné zhruba následující...



Čím BLÍŽE jsou dané osy, tím je:

- první nula blíže k bodu výstřelu a tedy nutno do první nuly méně přenášet
- propad střely po prolétnutí druhou nulou vyšší a tedy při přenášení za nástřelnou vzdálenost musíme více nadsazovat
- větší část BK se nachází nad záměrnou a tedy můžeme více využívat vrchní části osnovy puškohledu pro přenášení
- oblast kolem záměrné využitelnější pro větší rozsah vzdáleností a tedy mírně vzrůstá pravděpodobnost zásahu

Osobně si myslím, že by si každý měl uzpůsobit sestavu svému druhu použití a zamyslet se nad tím, jak a kam bude zbraň používat.

Každý může vidět pozitiva a negativa výše uvedeného jinde a nechci vám vnucovat závěry, co je v této problematice lepší.

Martin

Autor: Martin / GTac.cz