

Výňatky z knihy plk. Jana Gebaura: „Balistika vnější“.

Autor v předmluvě této právě vyšlé knihy probírá vysoce důležitou otázku budování tradice naší zbrojní techniky, t. j. českých naukových základů jejích věd a jejích vysokého školení u nás.

V úvodu své knihy pak zařazuje balistiku vnější do rozřazení věd racionálních i užitých a ukazuje její místo v zbrojní technice a její význam pro brannost.

Otázky, které zde autor probírá nebo kterých se dotýká, považujeme s hlediska všeobecně vojenského za velmi významné, a proto s jeho svolením otiskujeme zde výňatek z předmluvy a úvod jeho knihy. V Literárních zprávách tohoto čísla přinášíme dále též referát o jejím obsahu od vynikajícího odborníka.

I. Výňatek z předmluvy.

Do svého programu jsem si napsání Balistiky vnější zařadil až za učebnice Aplikované matematiky pro vojsko. Učinil jsem to s úmyslem (vysloveným již v předmluvách obou oněch učebnic), aby Balistika na ně navázala a tím byly usnadněny jak její výklady, tak i jich pochopení pro čs. důstojníka, který studoval matematiku podle řečených učebnic.

Při této práci jsem často slyšel otázku, zda má význam a smysl, aby v našem malém národě byly spisovány a vydávány odborné knihy, které najdou jen velmi malý okruh opravdových zájemců, ačkoli by spíše bylo třeba věnovati síly jiným naléhavějším pracím. Proto prosím, aby mi tu bylo dovoleno krátce vysvětliti potřebu založení a rozvíjení české odborné vojenské technické literatury, která nám ještě schází.

Vývoj novodobého lidstva, viděn i jen pod zorným úhlem minulého století, jeví v našem věku prudký rozmach přírodních věd a na nich založené techniky a usilovnou soutěž všech národů na tomto poli. V tomto neustálém mírovém závodění se národy duchovně i materiálně připravují na hrozné nebezpečí války, v níž jejich soutěžní zápas vyvrcholí.

Každý ví, že jednou z hlavních podmínek vítězství byla a bude převaha dokonalé válečné techniky, zvláště techniky zbrojní. Ta však spočívá a přímo závisí na počtu a zejména na zdatnosti jejích duševních pracovníků a tedy na jejich odborném vzdělání. Budoucí války (mnohem více než minulé) budou soubojem technik nejen o převahu materiální (počet zbraní a j. technických prostředků, které možno koupiti), ale zvláště o převahu techniky duchovní, tvůrčí, kterou nelze koupiti a jež se projeví jak v dokonalosti zbraní a j. technických prostředků, tak i v dokonalosti organizace jejich technického vývoje a jich technického použití a v pohotovosti jich válečné výroby.

Vítězství v budoucích válkách bude tedy stejnou měrou záviseti na taktických řídicích boje, jako na technických, kteří jim připravují zbraně a jich technické užití. Je zřejmé, že obojí (taktika i válečná technika) stejně vyžadují odborného školení a jeho pomůcek, tedy též odborných knih.

Ať je stát veliký nebo malý, počet a rozsah technických problémů, v jejichž vývoji s jinými soutěží — na př. počet druhů různých zbraní a j. válečných prostředků — je ve všech státech stejný a v jejich vývoji musí býti udržován stejný pokrok.

Každý stát, ať je velký nebo malý, spoléhá-li na svoji brannou moc, musí ji pěstovati a organisovati ve všech jejích složkách, jak bojových,

tak i pomocných. Proto pečuje i o chov koní i o výrobu zbraní a střeliva na svém území. A proto musí pečovatí též o vyškolení a duševní výzbroj dorostu svých intelektuálních pracovníků, jimž svěřuje tak důležitý vývoj svých zbraní.

Je tedy nutné založiti též u nás vysoké školení zbrojní techniky a napsati pro ně odborné knihy a tak dorostu našich pracovníků dáti skutečně technický rozhled a usnadniti mu přístup k speciálním poznatkům, kterých jsme sami těžko nabývali a často je draze platili trpkými zkušenostmi.

Tímto vědomím jsem se řídil v své práci. Při výběru látky pro osnovu knihy i při jejím zpracování měl jsem je na zřeteli tak, aby kniha dala těm, jimž je určena, stručný a snadno srozumitelný obraz vnější balistiky v jejích nejdůležitějších teoretických i praktických částech, jak jí v nové době užívají velcí národové se starou tradicí.

Autor, který se sám takto spoutal kázní zřetele na daný účel této knihy, nesměl v ní již příliš vymýšleti své vlastní teorie nebo metody za ctižádostí novot. Jeho ctižádostí pak jen bylo, aby se jak celá koncepce knihy, tak i každý její řádek zrodily v jeho vlastním myšlení, byť při tom čerpal z mnoha pramenů a skoro napořád psal o věcech již známých. Jeho tu jsou výběr, podání výkladu a stručná hodnocení probíraných temat.

Tato kniha byla připravena k tisku v červnu 1934, kdy jsem ji předložil ministerstvu národní obrany, jež ji schválilo a rozhodlo o jejím vydání. Z technických důvodů se vydání poněkud opozdilo. Proto prosím čtenáře, aby laskavě omluvil, shledá-li, že v knize nejsou uvedeny některé poznatky z posledních let nebo že si jich všímám jen v stručných poznámkách.

II. Účel, úkoly a význam vnější balistiky.

Účel a úkoly vnější balistiky jsou praktické a racionální. Jejím praktickým úkolem je sloužiti při posuzování a hodnocení všech střelných zbraní a při výpočtech drah střel a pomůcek pro střelbu (tabulek střelby, hledí, zaměřovačů, nomogramů a počítadel pro přípravu střelby, velicích strojů, stupnic zapalovačů, časovacích přístrojů a pod.). Racionálním úkolem jejím je objasňování všech zjevů, souvisejících s pohybem střely v odporujícím prostředí v účinku tíže a rotace zemské.

Je-li praktický účel cílem vědy, její úkol racionální dává jediné dvě cesty k tomuto cíli, t. j. zjišťování zkušeností (empirii) a výklad (teorii). Proto i racionální balistika má části teoretické a experimentální, jež spolu pracují tak, že pokusy opatřují podklad teorii a ověřují ji, kdežto teorie je řídí a vykládá.

Lidský duch se nespokojuje pouhým zjištěním faktů nebo zjevů, žádá jich výklad. Poněvadž zjevy neobjasněné jej znepokojují, střeží je a snaží se ovládnouti je vysvětlením. Tu tkví pud vědění, hybná síla, jež vytvořila vědy úvahami o zkušenostech, spojením teorie s empirií.

Racionální vnější balistika je částí mechaniky, v níž je „pozemskou sestrou astronomie“ (Charbonnier). Aplikována v praktických úkolech je částí válečné techniky.

V definici racionálního úkolu vnější balistiky jsme slovy „střela“, „odporující prostředí“, „tíže a rotace zemská“ vyslovili tři skupiny podmínek pohybu, jež zde studujeme.

Podmínky „*tíže a rotace zemská*“ jsou jednoduché a určité; víme, že tíže zemská se řídí Newtonovým zákonem gravitace.

Mnohem širší a neurčitější jsou pojmy „*střela*“ a „*odporující prostředí*“.

Střelou je šíp, bumerang, šrapnelová kulička, letecká puma, raketa, torpedo, rotující podlouhlý časovací granát, v němž hoří zapalovač, jenž má přivodit jeho explozi v určitém bodě dráhy, sledový granát trasující dráhu atd. Praktický účel řídí náš zájem ovšem k střelám dnes nejvíce užívaným. Jejich tvar, povrch, váha, vnitřní rozmístění hmoty (její proměnnost a reakční síly u raket a střel svítících a sledových), translační a rotační rychlost střely, tedy řadou časově i místně proměnných podmínek studovaného pohybu.

Funkce zapalovače je s ním spojena.

Odporujícím prostředím mezi ústím zbraně a cílem je vzduch, při vnikání střely do cíle je jím hmota cíle, jež může být různá. Avšak i „*vzduch*“ je pojem neurčitý. Meteorologie nám definuje jeho stav směrem a rychlostí větru, barometrickým tlakem, teplotou, vlhkostí a srážkami (mlha, déšť, sníh), tedy řadou časově i místně proměnných podmínek pohybu střely ve vzduchu.

Nemáme žádného řešení, jež by platilo všeobecně pro všechny možné podmínky širokého úkolu vnější balistiky. Dovedeme však vyložit i hodnotit vlivy všech jednotlivých jeho podmínek i pohyb střely za daných různých podmínek. K těmto vědomostem dospíváme fyzikální klasifikací podmínek širokého obecného problému vnější balistiky a jeho zjednodušováním na řadu určitě definovaných problémů snazších (řešitelných), majíce vždy na paměti, kdy a jakou měrou jsou splněny učiněné zjednodušující předpoklady.

Na př. postačí předpokládati, že odpor vzduchu je zanedbatelný (ve velkých výškách nad zemí), abychom již dostali všeobecné řešení platné pro jakékoliv střely, t. j. *astronomický problém* tělesa letícího ve vakuu v gravitačním poli rotující země (nebo jiné hvězdy).

V dalším zjednodušení předpokládáme, že se země neotáčí a že v rozsahu uvažovaného pohybu je její gravitační pole konstantní a rovnoběžné: dostáváme balistiku Galileovu, *šikmý vrh ve vakuu*. Vliv rotace zemské a proměnnosti i sbíhavosti tíže je u obyčejných drah střel vskutku poměrně malý a stává se citelným teprve při velikých dostřelech (na př. u německých děl, jež r. 1918 střílela na dálku 140 km).

Jindy se omezujeme jen na *přímý pohyb střely*, jehož studium i výpočet jsou zřejmě jednodušší než u pohybu křivého. Za přímý smíme považovati též pohyb střely na krátké části její křivé dráhy. V přímce se pohybuje též střela vystřelená *visle vzhůru* nebo *dolů*. Výpočtů těchto svislých drah potřebujeme pro grafické tabulky střelby protiletadlových granátů i pro letecké pumy. Tu v dalším zjednodušení předpokládáme, že vzduch je stejně hutný podél celé přímé dráhy nebo má podél ní určitou hutnotu proměnnou.

Objasňování křivého pohybu střely si zprvu zjednodušujeme na t. ř. *hlavní úkol vnější balistiky*, předpokládajíc, že výslednice odporu vzduchu jde těžištěm střely, míříc proti směru její rychlosti.

Různými řešeními hlavního úkolu vnější balistiky počítáme vlastní číselné i grafické tabulky střelby (s výjimkou prvků časo-

vání). Těmito řešeními byly vypočteny též různé balistické tabulky a abaky umožňující rychlejší výpočet balistických úkolů.

Studium odporu vzduchu, založené na pokusech, a studium pohybu střely, jež za letu vzduchem rotuje kolem svého těžiště, poučují nás o podmínkách, jež třeba splnit, abychom se co nejvíce přiblížili ideálním předpokladům hlavního úkolu vnější balistiky. Zároveň nás poučují, jak a kdy se tyto podmínky ve skutečnosti liší od řečených předpokladů. Malé rozdíly mezi podmínkami skutečnými a přijatými při výpočtech drah nazýváme *vlivy perturbujícími (perturbacemi)* a výpočty změn jimi způsobených nazýváme *vedlejšími úkoly vnější balistiky*.

Tak počítáme tabulky oprav denních a zvláštních vlivů, jež jsou částí tabulek střelby. Tak můžeme vypočísti změny způsobené rotací zemskou, proměnností a sbíhavostí tíže, vliv větru konstantního nebo proměnného podél dráhy, změny drah způsobené vlivem pohybu lodí (letounů), z kterých se střílí atd.

Těchto výpočtů potřebujeme nejen pro přípravu střelby (pro výpočet tabulek oprav), nýbrž též pro *redukce výsledků balistických střelby* na normální podmínky, přijaté pro platnost normálních tabulek střelby.

Balistické střelby jsou experimentální částí vnější balistiky. Jsou dvojí. Výzkumné balistické střelby dávají podklad měření potřebných k zjištění zákona o odporu vzduchu nebo k zjištění technických podmínek (tvar, rotace střely, funkce zapalovačů, vliv opotřebení děla střelbou a pod.) při projektování nového a v studiu starého materiálu. Obvyčejné balistické střelby dávají podobný podklad pokusných výsledků pro výpočet všech hodnot, jež jsou v tabulkách střelby.

Avšak podmínky, za nichž jsme nuceni stříleti balistické střelby, nikdy nejsou normální (bezvětrí, teplota vzduchu i prachu 15° C atd.) a je to teorie, jež musí pečovat o možnosti přepočítání pokusných výsledků na smluvené podmínky normální a učinit je tak působivými k dalším úsudkům a výpočtům.

Význam teorie není tedy jen v přesvědčivosti a jasnosti jejích výkladů a v její schopnosti předstihovati empirii a techniku a řídit ji. Její hlavní význam je ryze praktický, neboť bez ní nebylo by možno řešiti žádný z výše uvedených praktických úkolů balistiky, i kdybychom místo teoretických řešení obětovali stokrát více střeliva na „empirické řešení“ těchto praktických úkolů. Praktická cena teorie je tu v tom, že umožňuje srozumnou ekonomii výdajů, sil a práce dosažení potřebně spolehlivých a věrohodných výsledků, uvědomujíc nás zároveň o přesnosti (výstižnosti), kterou od nich v tom kterém případě smíme očekávat.

K tomu je třeba býti si vždy vědom předpokladů, na nichž je teorie vybudována, neb ony mají vystihovati skutečnost, jimi je teorie se skutečností spojena. *Předpoklady teorie je vymezena její platnost.*

V budování teorií užívá balistika *matematiky* jako exaktního nástroje k tvoření objektivních úsudků. Některé důležité zjevy balistiky (*derivate, rozptyly* a j.) se však dosud vymykají teoretickým řešením nebo je dovedeme vykládat jen v jejich kvalitativní podstatě nebo jen neúplně

nebo teorie, jež je objasňují, jsou příliš složité a (se zřetelem na činěné zjednodušující předpoklady) jsou též neúplné a proto nezpůsobilé k praktickému počítání. *Balistika aplikovaná se v těchto případech dosud musí spokojovati jen empirickým zjišťováním sledovaných zjevů, užívajíc aplikované matematiky* (počtu pravděpodobnosti, počtu vyrovnávacího a statistiky), *při jejich vědeckém zpracování pro praktické účely (pro tabulky střelby).* Týchž počtů aplikované matematiky užíváme též k objektivnímu zpracování všech hodnot, změřených balistikou experimentální (na př. při vyšetřování průběhů balistických koeficientů, odvozených z balistických střelb).

Rozvoje v řady umožňují nám velmi přesná vystižení počátečních průběhů závislostí, jež máme vypočísti a zapsati do tabulek střelby. *Řešení inverzních úkolů* vnější balistiky a zejména různé způsoby *representace drah* (a jiných závislostí) náhradními křivkami umožňují nám snadné rekonstrukce drah a j. křivek sestrojovaných při výpočtech tabulek střelby.

Studium funkce zapalovačů časovacích střel na jejich různých drahách za různých podmínek je zvláštní statí balistiky, v níž je její mechanický problém spojen s chemickým problémem hoření časovací slože. Aplikace vyrovnávacího počtu na teoretické řešení tohoto problému umožňuje nám nejvěrohodnější výpočet křivek časování pro grafické tabulky střelby i výpočty všech prvků časování (i oprav různých vlivů) pro číselné tabulky střelby.

Ač balistika užívá matematiky stále a všude, nemůže býti vědou tak exaktní jako je matematika. Dává však *výsledky tím výstižnější, čím lépe je v ní užito teorie*, a to jak při organisaci, řízení a vyhodnocování jejich pokusů, tak i při řešení jejich úkolů praktických (na př. tabulek střelby).

Početních metod má veliké množství a ne každá z nich se hodí pro každý případ. Tvoří „sbírku pracovních nástrojů“, z nichž každý má svůj obor úkolů. Některé z těchto metod jsou velmi přesné, avšak jejich užití je za to velmi pracné; jiné jsou jednoduché, avšak přes to dosti přesné pro některá řešení.

Určité metody, jež postačují na př. k přesným výpočtům plochých drah puškových nebo kanonových střel na malé dálky, nehodí se k výpočtu drah leteckých pum nebo křivých drah pomalých min, pro něž vyhovují jiné metody, jež se zase nehodí pro dráhy granátů protiletadlových nebo granátů střilených z děl dalekonosných, pro něž máme jiné přesné, avšak pracné způsoby výpočtu. Naopak by však bylo nemoudré užívatí těchto pracných a zbytečně přesných způsobů v oněch dříve zmíněných případech, v nichž postačí způsoby jednodušší.

Úkoly, jež válečná technika dává balistice, stále rostou. Stále se zvyšují požadavky na přesnost střelb a na zvětšení jejich účinnosti předchází jejich balistickou přípravou. Dostřely rostou. V objevivších se letadlech objevily se střelbě nové cíle pohybující se rychle v třech dimensích a balistice dány nové problémy, jichž řešení si vyžádala nalezení nových početních metod, dokonalejších než byly dřívější početní způsoby. Paralelně s rozvojem válečné techniky rozvíjí se i balistika, skýtajíc střelbě stále nové a dokonalejší možnosti. *Snaha po nejlepším zdokonalení a ovládnutí střelby je impulsem a živým nervem balistiky, neboť jen*

vědeckou prací balistiky a jejím rozvojem a rozšířením je možno tuto snahu uspokojit. Proto světová literatura o balistice by vyplnila již knihovnu.

Proč je jí věnováno tolik zájmu? Protože střelba, o níž vědecky jedná, je nejdražší lidskou činností. Jediný výstřel z lehké houfnice stojí 1000 Kč, výstřel z těžkého děla je víc než desetkrát dražší. Jen střelivo, jež stát dává na výcvik v střelbě z děl jednoho dělostřeleckého důstojníka, má hodnotu několika statisíců korun. Balistické střelby stojí miliony a jsou jistě jedněmi z nejdražších technických pokusů. A největší část ze stamilíard, jež stála světová válka, byla spotřebována v střelivu v jejích střelbách.

I když vůbec nepřihlížíme k neocenitelnému taktickému významu, jež má nejdokonalejší použití střeliva v bojích, a máme na zřeteli jen hodnotu jeho velké výrobní ceny, tu již prostý rozum velí, aby této veliké hodnotě bylo úměrné též duševní úsilí vynaložené na její nejdokonalejší použití a tedy též odborné vzdělání a schopnosti všech těch, kterým stát svěřuje tento svůj drahocenný majetek, aby jím bránili jeho dobrý osud.

Literární přehled.

Plk. Jan Gebauer, přednosta oddělení VTŽÚ. a hon. docent čes. techniky: „**Balistika vnější**“. Vydal VÚV., jako IV. sv. Voj. techn. knihovny, Praha 1938, str. XVI+409, 212 obr. Cena 510 Kč.

Naše odborná literatura byla obohacena právě vyšlým dílem plukovníka Jana Gebaura, majícím název „**Balistika vnější**“.

Ve Všeobecné části tohoto čísla VR. přinášíme výňatek z předmluvy tohoto rozsáhlého díla a jeho úvod pod názvem „Účel, úkoly a význam vnější balistiky“.

V řečené předmluvě si autor vytkl cíl napsat učebnici vnější balistiky, která se zřetelem na její pedagogický účel a praktické použití má být vhodně voleným výběrem nejdůležitějších statí z oboru theoretické a experimentální balistiky, obsažených porůznu ve velmi obsáhlé světové literatuře, týkající se tohoto oboru.

Již v závěru díla uvedený seznam použitých literárních pramenů, obsahující nejvýznamnější díla, studie a pojednání obsažená ve světové literatuře, spadající do oboru vnější balistiky, svědčí o tom, že dílo plk. J. Gebaura vzniklo dlouhodobým, velice důkladným studiem této obsáhlé literatury se zřetelem na vytčený cíl. Při tom se autor, jako bývalý profesor matematiky a fyziky, opíral o svůj vlastní, mimořádný vědecký fond z oboru těchto disciplín a vlastní praktické zkušenosti, vyplývající z jeho nynějšího postavení

jako přednosta balistického oddělení VTLÚ.

V theoretické části vnější balistiky vychází autor od objasnění základních pojmů, vyplývajících ze studia pohybu střeliv ve vakuu a po výkladu odporu vzduchu přechází k výpočtu drah plochých, křivých a výpočtu změn, způsobených různými vlivy perturbačními.

V této obsáhlé theoretické části podává autor v logickém postupu výklad řešení jednotlivých balistických problémů od klasiků až po dnešní dobu. V svém výkladu zachycuje autor jádro nejvýznamnějších theoretických řešení se zřetelem na praktickou potřebu, při čemž členění pojednávání látky je velice přehledné a matematické odvození a příslušný výklad z vlastního pojetí autora velice jasně.

V části experimentální balistiky autor, vycházející od výkladu provádění balistické střelby na pokusné střelnici a vyhodnocení jejích výsledků, přechází k velmi jasnému výkladu o výpočtu tabulek střelby numerických a grafických s poukazem na jednotlivé statí, obsažené v předchozí části theoretické balistiky.

Cíle, vytčeného autorem při projektování jeho díla, bylo plně dosaženo. Jeho balistika vnější jest kompendiem nynějšího stavu nejvýznamnějších řešení balistických problémů, jak se jeví ve světové literatuře, zachycuje jádro jednotlivých řešení a umožňuje tak s poukazem na od-