

Šíření zvuku a zvukoměřictví.

Trvalo poměrně dosti dlouho, než byla přesně stanovena rychlost zvuku, a vlastně ani dnes nelze se nám ještě chlubit, že bychom ji znali zcela spolehlivě. Po prvé stanovil rychlost zvuku v 17. století francouzský mnich Marin Mersenne na 448 m/sec. Newton se pokoušel o zjištění početní a dospěl k 280 m/sec. Dopustil se chyby, pokládaje šíření se zvuku za proces isothermický, ač ve skutečnosti je procesem adiabatickým.

Hodnoty určené v 18. století fysiky Halleyem, Huygensem a Casinim se pohybovaly kolem 348—366 m/sec. V témže století ustanovuje pařížská akademie věd zvláštní komisi pro měření rychlosti zvuku, která po pečlivé eliminaci rušivých (hlavně meteorologických) vlivů dospívá k hodnotě 332 m/sec. Laplace 23. XII. 1816 čte v pařížské akademii pojednání o teoretickém odvození rychlosti zvuku, již určuje na 331'83 m/sec. Měření v 19. století za účasti kapacit světa fysikálního jako Araga, Gay-Lussaca, Humboldta, Bouwarda dochází k výsledku 330'8 m/sec. Měření Mollovo, van Beckovo, Kuytenbrouverovo provedené r. 1823 na pláni utrechtské přináší hodnotu $332'25 \pm 0'093$ m/sec. Regnault naměřil 330'7, Jan Bosch metodou koincidenční 331'57, Escalangon 330'9, Wüllner pomocí obrazců Kundtových 331'9, Thiesen, používaje uzavřeného resonátoru, 331'9, E. H. Stevens s pomůckami, jichž přesnost zaručovala technika poslední doby, dospívá k 331'3 m/sec. atd.

Francouzská armáda přijala pro své zvukoměrné sekce rychlost zvuku rovnající se 331'3 m/sec. Rakouská a německá armáda užívala hodnoty 331'8 m/sec. V italské armádě*) počítají s rychlostí zvuku 331'7 m/sec. Pro naši armádu jsem přijal v roce 1924 rychlost zvuku 331'5 m/sec. a to nejen proto, že je to hodnota střední a tudíž nejpravděpodobnější, nýbrž hlavně z toho důvodu, že při 3° C jest pak rychlost zvuku 333'30 m/sec., totiž jedna třetina km s chybou 10 cm na 1 km, což má při vyhodnocování v praksi určité výhody.

Rychlost 331'5 m/sec. platí pro teplotu 0° C. Při stoupající teplotě se rychlost zvuku zvětšuje a naopak. Označíme-li rychlost zvuku za t stupňů Celsia C_t , lze psáti vzorec praksi zcela vyhovující, že

$$C_t = C_0 \pm 0'6 t = 331'5_m \pm 0'6 t$$

Tlak a vlhkost nemají znatelného vlivu na rychlost zvuku. Vlhkost sice může změnit rychlost zvuku o nějaký decimetr za vteřinu, avšak jen v řídkých případech převyšují změny hodnotu 1 m za 1 vteřinu. Zvukoměřické čety ovšem i tyto změny podle tabulek vylučují.

Těžce stanovitelné poruchy, jež lze těžko stanovit, působí vítr, ježto sám je zjevem jaksi málo zákonitým a zpravidla se vyvíjí v nestejnéměrných nárazech. Rychlost zvuku za větru se rovná rychlosti, která by nastala za bezvětrí, změněné však o hodnotu $w \cos \varphi$, ve které w značí rychlost větru a φ úhel, který svírá směr větru se zvukovým paprskem. Při větru, který má rychlost větší 6 m, selhávají však všechny vzorečky.

Němci konali v r. 1916 až 1918 rozsáhlé pokusy,**) které měly

*) Viz Revue d'Artillerie, Tome 94, Septembre 24.

**) Viz Annalen der Physik. Band 66, Nr. 21. Experimentelle Beiträge zur Ausbreitung des Schalles in der freien Atmosphäre von E. v. Angerer und R. Ladenburg.

býti podkladem pro přesný průzkum zvukoměrný na frontě. Mezi jiným zjistili, že nejen při odpálení děla, nýbrž i při volných explozích je rychlost zvuku v prvních zlomcích vteřiny značně větší a dosahuje až 1150 m/sec. Rychlost zvuku se vzrůstající vzdáleností se asymptotálně blíží normální rychlosti. Při 3 kg třaskaviny dosahuje zvuk své normální rychlosti ve vzdálenosti asi 100 m, při 200 kg ve vzdálenosti 300 m; dochází tedy k zvukovému předběhu, který činil na př. u polních děl 0'01 vt., u nejtěžších děl až 0'06 vt. Zjev tento nemá však škodlivého vlivu na měření zvukoměrných čet, neboť ve vzdálenosti několika km od zdroje, ve které jsou zpravidla naslouchací mikrofony umístěny, postupoval by již zvuk svou zákonitou rychlostí v pravidelné kulové ploše, kdyby tato plocha nebyla deformována jinými cizími vlivy.

Tak na příklad: Teploty vzduchu směrem nahoru ubývá. Tím i rychlosti zvuku. Zvuk se tedy nešíří ve tvaru kulovém, nýbrž eliptickém. Někdy dochází k tepelné inverzi v atmosféře, to znamená, že teploty do výše přibývá. Než i zde nedochází k vytvoření pravidelných rotačních těles, neboť zvuk se snadno odráží o jinorodé vrstvy vzduchové, nebo se v nich lomí. Při odrazu dochází k doznívání, které se mnohdy dostaví až po několika vteřinách. Vrstvy vzduchové, které mohou způsobit odraz nebo lom zvuku, nazývá Tyndall akustickými mračky. Tato vždy ztěžují slyšení. Než nejen různé teploty vrstev vzduchových činí šíření nepravidelným, nýbrž i vítr. Rychlosti větru s výškou přibývá. Tím se pravidelný rotační elipsoid deformuje v těleso ve směru větru sešinuté. Posunutí kulminálního bodu od osy se bude rovnat rozdílu rychlosti větru při zemi a při kulminálním bodu znásobenému časem. Důsledky jsou velmi zajímavé. Tak se stává, že zvuk se zhusta od zdroje k naslouchateli nešíří přímočaře, nýbrž v křivce. Naslouchatel, který jest ve stejné výši se zvukovým zdrojem, slyší zvuk přicházející shora. Dochází k ohybu zvukových paprsků.

Dalo by se předpokládat, že pro poměry ve stejné výši jest oprava větrná, to jest čas, o který zvuk v důsledku větru dříve nebo později někam dorazí, úměrná vzdálenosti. Než předpoklad tento se neshoduje se skutečností. Větrná oprava vzrůstá rychleji než vzdálenost. Grafický diagram větrné opravy nesmí tedy obsahovati přímký skloněné pod určitým úhlem k ose x, nýbrž musí býti vyjádřen stále zakřivenou křivkou. Velmi zajímavým způsobem se musí projevit tato fakta u zvukoměrných čet, kde jest nutno neobyčejně pečlivě redukovati skutečnou rychlost zvuku na opů, která by nastala při bezvětří za suchého vzduchu a teploty 3° C.

Šíří-li se zvuk proti větru, špatně slyšíme, neboť zvukové paprsky se ohýbají nahoru. Zjev tento se tak neprojevuje, je-li zvukový zdroj položen výše.

Mění-li se se stoupající výškou nejen rychlost větru, nýbrž i jeho směr, nastávají poměry téměř chaotické. Jak vidno, není problém šíření se zvuku tak zcela jednoduchý. Zvukoměrné vyhodnocení nepřátelských baterií, které jest možné jen za předpokladu, že se podaří všechny shora uvedené vlivy redukovati na určité základní podmínky, musí překonati nejednu obtíž. Než svědomitá práce a pečlivé zjištění povětrnostních vlivů i tu vede k cíli. Výsledky činí přesnějšími seriové zachycování jednoho a téhož zdroje v různé denní době a za různých povětrnostních podmínek. Určení zdroje jediným měřením lze vždy více méně jen přibližně. Podaří-li se to přesně, jest to stejná náhoda, jako zásah do cílového prkna u dělostřelectva.

Jest vskutku litovati, že šíření se zvuku není zjevem více pravidelným. Jak krásně bylo by lze na př. prováděti zběžná dělostřelecká orientační vyměřování pomocí zvuku (na př. stanovení souřadnic vlastních baterií)!

V r. 1925 jsem dělal několik pokusů zvukoměrné triangulace, smí-li se ovšem tohoto výrazu použít. Tak na př. stanovení koty 247 Benátský vrch na milovické střelnici. Přijímací mikrofony byly v linii Všejanya—Čachovice—Struhy—Nové Benátky. Výsledek při prvním měření lišil se od skutečnosti o 18 m. Při opakování pokusu jiného dne byl rozdíl 48 m. V obou případech bylo pracováno se stejnými pomůckami a užito těchže opravných nomogramů. Výsledky ukazují vliv rušivých prvků, které lze těžko vymýtit.

Všech těchto zjevů si musí pozorně všimati zvukoměrné čtyř, jichž dělostřelecký průzkum je vlastně založen na předpokladu stejnoměrného šíření zvuku. Musí znáti a měřiti všechny vlivy, které působí na rychlost zvuku, aby se vhodnými redukcemi a opravami co nejvíce přiblížily normálním podmínkám.

Bylo by jistě zajímavé a věci prospěšné umožniti několik rozsáhlejších zvukoměrných pokusů, které by se důkladně věnovaly shora uvedeným zjevům. Pokusy by se ovšem nesměly dít příležitostně, nesystematicky, nýbrž musilo by jim býti vyhrazeno určité, ničím jiným nevyplněné období.

VOJENSTVÍ DOMA A V CIZINĚ.

V. J. Hauner:

Alexej Alexejevič Brusilov.

Ze všech ruských generálů, kteří u nás v poslední válce získali jméno, byl bez odporu nejpobulárnější Brusilov. Již jeho první úspěchy u Lvova, které překazily Conradův plán, roztrhnouti obě skupiny ruských armád operujících proti Rakousko-Uhersku, učinily jeho jméno u nás známým; hlavně však k popularitě mu pomohla velká červnová ofensiva r. 1916, která navždy v dějinách ponese jeho jméno. Tento velkolepý útok byl poslední akcí velkého slohu, na niž se zmohla upadající již ruská armáda, provedenou s prostředky, jaké Rusku nebyly po ruce r. 1914 a 1915. Poněvadž přes nepopíratelné lokální úspěchy se však nepovedl, je zajímavé studovati příčiny tohoto definitivního neúspěchu, jenž byl zároveň labutím zpěvem carské armády ve světové válce. O to se chci pokusiti zde u příležitosti úmrtí tohoto generála, jehož hvězda tak prudce vystoupila, aby stejně náhle zapadla.

Generál Brusilov, narozený podle některých pramenů r. 1856, podle jiných r. 1861, sloužil zprvu u dragounů a počal svou vojenskou dráhu na Kavkaze, kde se vyznamenal již ve válce 1877/8. Později přišel na jezdeckou školu do Petrohradu, kde ztrávil většinu svého vojenského života, nejprve jako pobočník Suchomlino-vův, pak jako ředitel jezdeckého oddělení a posléze (od 1900 do 1905) jako velitel školy. R. 1905 se stal velitelem 2. jezdecké divise, 1909 velitelem armádního sboru, krátce před světovou válkou pomocníkem vrchního velitele varšavské oblasti. Skálona. Při mobilisaci jmenován velitelem 8. ruské armády ve skupině generála Ivánova, operující proti východní Haliči. V zimě 1915/16, tedy po ústupu ruských armád k Pinsku, byl jmenován velitelem této jihozápadní skupiny armád, skládající se tehdy z armád 9. (Lečickij), 7. (Ščerbačev), 11. (Sacharov) a 8. (Kaledin), s níž provedl zmíněnou ofensivu na Luck. Šéfem jeho štábu byl generál Dietrich. V květnu 1917 jmenován prozatímní vládou vrchním velitelem všech ruských armád, ale za krátký čas (v srpnu) vystřídán Kornilovem; jeho jméno se pak již neobjevuje, až r. 1920, kdy o něm dochází zpráva, že se účastní v bolševickém tehdy generálním štábu operací proti Polsku; to je poslední jeho výkon, ovšem ne již jako velitele na frontě, k čemuž již také sotva byl schopen, jsa stížen nemocí a ztrátou nohy. Konečně 17. března 1926 umírá v Moskvě zánětem plic.