

Kterak byla podle plánu a podle zvuku zjišťována nepřátelská děla za světové války.)*

Světová válka změnila překvapujícím způsobem naše názory jak na vedení boje vůbec, tak zvláště na jeho provádění v jednotlivostech. Tyto změny také způsobily, že válečné prostředky všeho druhu se nejen velmi rozmnožily, ale i značně zdokonalily.

Nejvíce vyniklo a zajisté také největší zájem vzbudilo i u odborníků občanských použití fyzikálních vědomostí při pokusech, jak vypátrati stanoviště děl nebo celých baterií nepřátelských. Bohužel však zůstalo toto umění skoro úplným tajemstvím i pro vojenské neodborníky, tím více pak pro širší veřejnost.

Abychom porozuměli vývoji problému, jak v různých obdobích války vypátrati posice dělostřelecké, dlužno se dříve zmíniti o způsobu války na různých bojištích, kde činnost tato se vyvíjela a uplatňovala. Neboť tam, kde pohyblivá válka převládala, nebylo vždy na to kdy;**) zvláště však se ukázaly všechny pokusy, dosíci uspokojivých výsledků, úplně marnými tam,

*) Článek chce jen povšechně obeznámiti vojenské i širší kruhy se způsobem, kterak nejmodernější vynálezy byly vyslíděny nepřátelské baterie. Chce dále vzbuditi jednak zájem pro látku zde nevyčerpanou, jednak má býti jakýmsi doplňujícím vysvětlením článku „Proč se Německo 11. listopadu 1918 vzdalo?“, uveřejněného v 1. čísle „Vojenských Rozhledů“, strana 24.

**) Na balkánském a sibiřském bojišti nebylo vůbec užíváno moderních pomůcek výzvědných u dělostřelectva.

kde terén kladl veliké překážky, kde se nedostávalo materiálu (nutných přístrojů a spojovacích prostředků) anebo kde byl nedostatek inteligentního personálu.

Výjimečně ovšem měřičské dělostřelecké oddíly dosáhly také v pohyblivé válce značných úspěchů.

Zato na bojištích vleklé posícní války, umožňovaly ustálenější poměry činiti pokusy a nahromaditi mnoho zkušeností. Často se naskytla příležitost změnou situace, na př.: zabráním úseku nebo částí fronty, překročením nepřátelských posic dělostřeleckých atd., přesvědčiti se o stupni dokonalosti nebo spolehlivosti vlastních měřičských oddílů, dokonce i ukořistěním přístrojů vyzkoumati, jak již vyspěl nepřítel ve svých vynálezech.

Tak na frontě italské při postupu k Tagliamentu mohlo vojsko rakousko-uherské na místě spolehlivě zjistiti, vypátral-li který oddíl měřičský podle plánu nebo podle zvuku správně posice děl nebo baterií italských, když srovnal své záznamy s místy, která právě byla od baterií italských opuštěna.

Na francouzském bojišti podařilo se dokonce i útočným oddílům německým, že ukořistily po prvé zde francouzské oscilografy, jež se pak snažili němečtí fysikové napodobiti.

Tím nastala v tomto oboru takorba vědecká soutěž ve vnitrozemí, provázená úsilovnou snahou přispěním vědy učiniti své vojsko v poli způsobilým, aby co nejspolehlivěji dovedlo zjistiti posice nepřátelských baterií. Zároveň však vzniká snaha zameziti úspěšnou nepřátelskou činnost měřickou, zvláště zvukovou.

Výsledek však ukázal, že Němci naprosto nemohli již dosáhnouti dokonalosti akustických prostředků francouzských hlavně z tohoto důvodu, že byla pomocí anglickou a v posledních letech i americkou velikým úsilím zavedena tovární velkovýroba přístrojů. Německo se zde opozdilo, protože doufalo, že i bez tohoto pokroku zvítězí jen mocí a robustní silou, a zmeškalo tak rozhodující tah na šachovnici. Dalo se dohodou předstihnouti, ano poraziti — vědou!

Nelze upříti, že zasahnutím Ameriky do války dohoda nabyla nejen početní převahy, nýbrž získala zvláště příliv surovin, zbraní, výstroje a zásob. Kdyby však dohoda nebyla stála zároveň vědecky výše nežli Německo, byla by se válka přes to prodloužila, jak ještě ke konci článku zvláště odůvodním.

* * *

Než vyložíme organizaci a technické zařízení dělostřeleckého měřictví, jest nutno podotknouti, že právě v poslední třetině válečného období se uplatnil nový způsob boje, t. zv. „pohyblivá obrana“, která byla hlavní příčinou rychlejšího a nepřetržitého pokroku ve vývoji měřictví, hlavně zvukového.

Výtečný kartografický materiál, vyráběný časem ve velikém množství ve vnitrozemí, vyhovoval nejdůležitějšímu požadavku moderního dělostřelectva. Vímě z válečné zkušenosti, že trigonometricky správně vypracované plány zvýšily nesmírně přesnost a tím účinek dělostřelecké palby a byly podkladem úspěšného výsledku práce vyskolených oddílů měřičských, užívajících osvědčených přístrojů.

Právě t. zv. „pohyblivá obrana“ ukázala, že jediným prostředkem, aby armáda vůbec vydržela boj, jest schopnost přizpůsobiti se rychle změnám doby a okamžitým poměrům. Ohebnost ve vedení zůstane jedinou cestou k vítězství. Hlavní příčinou, proč přešlo se k posícní válce, byla nekonečně vzrůstající působivost zbraní, která byla ještě zesílena vynálezem nových prostředků bojových (plynu, ručních granátů, minometů, ohňometů atd.). Ale přes tuto působivost dobře umístění a bezpečně ukrytí měřiči dělostřelečtí

v naslouchacích stanicích byli s to, aby skončili vždy svou práci přípravnou, nežli došlo k hlavnímu útoku. Tím vykonali veliké dílo pro nezbytnou dělostřeleckou přípravu, jež byla základní podmínkou zdařilého útoku obětavé pěchoty. Porážku nepřátelské pěchoty dovršily ovšem především dohodové tanky; výkonnost dělostřelectva německého však ochromili hlavně zvukoměři.

* * *

Státy válku vedoucí měly dělostřelecké měřičské oddíly (nebo pododdíly) většinou organisovány tak, že každý oddíl se dělil v rotu (nebo četú) plánoměřičskou, v rotu (četú) zvukoměřičskou a v rotu (četú) kartografickou.

Měřičská rota (četa) řídí zaměřování vlastní palby pomocí plánu měřičského (pro palbu nárazovou) a pomocí plánu výškového (pro palbu šrapnelovou čili časovanou), četa zvukoměřičská opět pomocí plánu zvukového (pro palbu nárazovou). Velitel každé měřičské roty (čety) osobně pozoruje výsledky střelející baterie vlastní, velitel zvukoměřičské roty (čety) osobně poslouchá výbuchy její při t. zv. střelbě podle zvuku.

Jak se měří podle plánu.

Na všech bojištích, kde jen to bylo možno, a kde nebylo nepřekonatelných překážek, postupovalo se při měření podle plánu takto:

Měřičské hlídky vkreslí do sítě trigonometrické — již co nejpřesněji vypracovaly zvláštní geodeticko-měřičské oddíly — stanoviště svá a všech vlastních baterií vykázaného frontového úseku, zhotoví plán měřičský, výškový a plán dopadových úhlů. Zároveň nařídí všechny své přístroje k zachycení směru záblesků a zakreslují ihned na plánu paprsky (t. j. t. zv. rayonování), jakmile která baterie nepřátelská ve dne nebo v noci zahájí palbu nebo v ní pokračuje. Jest známo, že nebylo skoro nikdy možno viděti přímo baterie nepřátelské, ba ani jednotlivého děla, nebyla-li to baterie klamná. Stačí však úplně k určení rayonu záblesk, záře nebo plamen jícnový při výstřelu, zejména za soumraku nebo svítání.

Zpravidla nastřelujeme své baterie na bod terénu, jenž zakrývá posici nepřátelskou, na t. zv. nastřelovací bod N. (viz obr. 1.). Prodloužíme-li po skončeném nastřelování dráhu letu, dosáhneme bezpečně baterie nepřátelské a umlčíme ji účinnou palbou.

Vedle uvedeného způsobu nastřelování nárazovými střelami užívá se nastřelování šrapnelového, t. j. rayonujeme na rozprasky plánem výškovým a obdržíme takto průsečík R. (viz obr. 1., rozprask R.).

Podmínkou úspěšného postupu měření podle plánu jest příznivé počasí, zvláště však dobré osvětlení, jakož i dobře volené stanoviště pozorovací stanice ve vysoké poloze.

Měřiči, kteří plánem pracují, jsou nejvydatnější podporou zvukoměřičů. Zřící se činnosti těchto měřičů jest naprosto nemožno a znamenalo by to ochromiti vůbec úspěch měřičských oddílů (pododdílů), neboť jejich práce jest úplně neodvislá od změny vzduchu. Konají výtečné služby i v silně rozeklaném horském terénu se značnými relativními výškami, kde již přestává zvukoměřičská činnost.

Tato souhra a správné střídání obou způsobů měřičských scházely na př. při postupu rakousko-uherské armády do nížiny italské; právě touto chybou nesmírně se zeslabila činnost celého dělostřelectva pronásledujícího italské zadní voje. Proto se zastavil předčasně další postup za vojskem italským, jemuž se tím umožnilo, neb alespoň usnadnilo, držeti posice za Tagliamentem a za Piavou. *)

*) O podrobnostech práce měřičského oddílu (čety) pracujícího podle plánu bude pojednáno postupně v příštích článcích „Vojenských Rozhledů“.

Čím více se rozmáhala snaha, zjistiti nepřátelské posice dělostřelecké měřením podle plánu, tím opatrněji a svědomitěji si počínali velitelé při průzkumu neb obhlídce a při volbě budoucích stanovišť baterií.

Ve své jednoduché podstatě zůstalo měřičství podle plánu ve vývoji svém od počátku, kdy ho v poli začalo býti užíváno, až do skončení světové války, protože jest vlastně pouhou geodesií, která užívá jednoduchých optických přístrojů a která jest aplikována na dělostřelecké úkony v poli. Naproti tomu měřičství podle zvuku prodělalo mnoho změn ve fázích svého vývoje, než dospělo k dnešní dokonalosti.

* * *

Optickým pomůckám mohl nepřítel snáze čeliti, byl-li dosti obezřelý a neprozrazoval-li se svou palbou ani za šera, ani v noci, nebo užíval-li umělé mlhy. Naproti tomu nevědělo se však s počátku, jak čeliti činnosti zvukoměřičů. Až když škody jimi způsobené se staly příliš citelné, vymyšleny byly různé obranné prostředky, na př. užívalo se dusítek jicnových, nebo pořádána byla na dané optické znamení hromadná palba několika baterií sobě blízkých, aby nepřítel nepoznal, že se nastřeluje nově došlá baterie.

Tyto prostředky selhávaly buď částečně, nebo docela. *)

Zásadou zůstalo vždy, že se oba způsoby měření vzájemně podporovaly a kontrolovaly. Jejich činnost se doplňovala spolupůsobením letců a pozorovatelů z balonů.

Jak se měří podle zvuku.

V tomto pojednání o měřičství zvukovém podržíme na zřeteli pouze vzduch jako zvukovodné prostředí. Zdrojem zvuku jest buď dělo (baterie) nepřátelské nebo výbuch vlastních střel u cíle, příjemcem zvuku jest buď náš sluch nebo přístroje zvukoměřičské.

O stadiích vývoje zvukoměřičství budíž podán pouze stručný přehled:

1. Pozorovatel vnímá subjektivně, užívaje v naslouchacích stanicích k registrování zářezových hodin „stopky“ (stop-watch), spojených buď s elektrickými hodinami nebo chronografy v ústřednách. Registrování děje se podle různých systémů, buď jedněmi, dvěma nebo třemi hodinami. Až do r. 1917 užívalo se skoro výhradně těchto pomůcek povšechně známých. Dnes se úplně přežily, a bylo by škoda místa, abychom v tomto článku se pouštěli do podrobného popisu této metody.

2. Moderním prostředkem pro měření podle zvuku (t. zv. metoda objektivní) jsou registrační přístroje: oscilátor, oscilograf, galvanometr strunový, pisadlo sazemi, multamegafon atd.

Chci krátce načrtnouti popis těchto nástrojů a jejich užívání, aby čtenář poznal, v čem záleží činnost moderně vyzbrojených a důkladně vyškolených oddílů zvukoměřičských.

Všechny přístroje, jichž se dosud užívá při vyhledávání nepřátelských děl pomocí zvuku, založeny jsou na principu měření časových rozdílů, totiž okamžiků, kdy přijde zvuk ke zvukoměřičskému, t. j. naslouchacímu stanici, umístěným v různých bodech terénu. Zaznamenáme-li časový rozdíl příchodu zvuku, který vznikl při výstřelu, ke dvěma stanicemi na konci

*) Palba dokonale skryté baterie zastře se ve dne nejvýhodněji takto: Současně neb o okamžik dříve z jiných úmyslně špatně krytých míst střílejí oklamná děla, jichž záblesk nebo dým je hodně patrný, a zároveň provázíme ji palbou jiných baterií, stojících stranou, které vystřelují vždy o okamžik dříve a potom zase současně.

V noci nutno střílet jen hromadně a to pokud možno připadovitě několika bateriemi v širším prostoru. Výhodno jest použití noční mlhy anebo současně vypalovati světelné náboje před bateriemi a před pěší posicí, aby se oslňujícím ozařováním nepříteli stížilo zjišťovati body záblesku našich děl.

jedné základny, dostaneme, násobíce rozdíl ten rychlostí zvuku v okamžiku tom platnou, rozdíl vzdáleností děla od obou stanic, který jest pro toto určité dělo konstantou.*)

Děje-li se vše v rovině, jest dělo na větvi hyperboly, jejíž velká osa splývá se základnou. Střed je ve středu základny, a ohnisková vzdálenost rovná se poloviční základně.

Můžeme narysovat tuto křivku na plánu, kde jsou umístěny obě naslouchací stanice. Potřebujeme dvou základen, to jest tří stanic, abychom určili polohu děla v průsečíku dvou hyperbol;***) užíváme však obyčejně více stanic pro vzájemnou kontrolu.

Několik grafických metod nám umožňuje, abychom vyhledali průsečík hyperbol a tím určili hledanou polohu děla.

Jakmile jest vitr, který rychlost zvukovou mění, odnášeje zvukové vlny, anebo, jsou-li stanice a dělo v různých výškách, jest třeba jednoduchými výpočty výsledek korigovati.

Tímto způsobem lze určití místo buď nepřátelského děla, nebo opravovati vlastní střelbu podle výbuchů vlastních střel, což se střelbou podle zvuku.

Nejmodernějšími přístroji registračními možno s přesností až $\frac{1}{500}$ vteřiny spolehlivě zjistiti okamžik, kdy došla prvá vlna zvuková, kdežto při vnímání zvuku lidskými smysly, tedy při t. zv. subjektivním postupu nelze ani nejvyššímu naslouchací měřiti přesněji nežli na $\frac{1}{10}$ vteřiny.***)

Již z toho vysvítá, oč předčí spolehlivě pracující přístroj smysl sluchový, byť i nejdokonaleji vyškolený, i při zvláštních nervových schopnostech a bystré vnímavosti naslouchajícího.

Obyčejně více naslouchacích stanic, asi tři až šest, jest umístěno v patřičných vzdálenostech od sebe podle terénu, podle dispozice, a podle bojových poměrů atd. na jeden až půl druhého km v bezpečných úkrytech, pokud možno v přímé blízkosti za frontou, a jsou všechny spojeny s ústřednou buď telefonem polním nebo lépe telefonem bezdrátovým nebo telegrafem zemním.

Ve francouzské armádě jest nejstarší systém zvukového měření systém „T M“ („télégraphie militaire“)†). Tento systém má v ústředně při-

*) Zvuk, jenž se v atmosférickém vzduchu stejnoměrně longitudinálními vlnami koulovitě rozšiřuje, jak je obecně známo, ve vteřině rychlostí 331,8 m za tlaku 760 mm, při 0° C. šíří se v tělesech nebo v prostředích tuhých mnohem rychleji; na př. ve stříbrě 9krát, v dubovém dříví, v mědi a mosazi 12krát, ve skle a železe 17krát rychleji nežli ve vzduchu. Ucho lidské vnímá jako tón přibližně 18—18.000 zvukových kmitů v jedné vteřině. Dva dojmy zvukové, následují-li v kratší přestávce nežli 0,12 vteřiny, vnímá sluch lidský pouze jako jediný.

**) K tomu se užívá obyčejných grafických metod, možno však také analyticky stanoviti průsečík obou hyperbol, t. j. vypočítati polohu zvukového zdroje. Jak známo, jest rovnice hyperbol: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - 1 = 0$, když souřadnicové osy jsou osami hyperboly. Zvolíme si osy jedné hyperboly za osy souřadnic, rovnici druhé hyperboly transformujeme na tyto osy a pak řešením obou vypočteme společný bod obou hyperbol. Týmž způsobem možno postupovati, je-li více hyperbol. Pro stanice A a B jest základna dána jejich vzdáleností A B. Lineární excentricita čili ohnisková vzdálenost hyperboly rovná se poloviční základně $e = \frac{A B}{2}$. Každá hyperbola jest vedle toho určena známým časovým rozdílem, jenž násoben rychlostí zvuku dává délkový rozdíl obou průvodičů d. Velká osa „a“ hyperboly rovná se pak $\frac{d}{2}$.

Známe tedy již pro hledanou hyperbolu hodnoty e jakož i a, a z toho: $b^2 = e^2 - a^2$, čímž jsou dány všechny konstanty hyperbolové rovnice a křivka určena.

***) Dle všech zkušeností jest známo, že přesnost ušního vnímání nelze hnáti nad $\frac{1}{10}$ vteřiny, ač se leckdy mluví o $\frac{1}{20}$ vteřiny, což odborníci považují za ilusorní.

†) Největší zásluhy o teoretický vývoj dělostřeleckého měření zvukového získal si profesor Esclangon v Bordeaux.

stroj (viz obr. 2. a), vzniklý adaptací telegrafního zapisovače pro účely měření zvukového. Přístroj se skládá z bubínku, na nějž se navijí rovnoměrnou rychlostí páska, obvykle sazemi začazená, na kterou jednotlivé zapisující přístroje — oscilografy — svými jehlami píší rovnoběžné čáry. Každý oscilograf jest elektricky spojen s přijímacím přístrojem na naslouchací stanici. Narazí-li vlna zvuková na membránu přijímacího přístroje, sdělí se elektricky tento náraz oscilografu, jenž ihned přenesse záchvěv na jehlu, a tím přímka dosud rýsovaná na pásce se přeruší a přejde ve vlnitou křivku, jak vidno z obrázku č. 3.

Tím způsobem jsou na pásce přesně zapisovány okamžiky příchodu zvukových vln na jednotlivé stanice. Podobně jako rýsují svoje čáry oscilografy, odpovídající stanicím naslouchacím, rýsuje zase jiný oscilograf, spojený s chronografem Jaquetovým, na pásce nepřetržitě vlnitou, stejnoměrnou čáru, u níž délka vlny značí určitý zlomek časový na př. $\frac{1}{100}$ vteřiny (v jiném případě $\frac{1}{20}$ vteřiny).

Na odvinuté pásce jest možno pak lehce vyčísti hledané časové rozdíly, t. j. čas, o nějž zvuk dospěl k jedné stanici později, než k druhé. Tak na př. v obr. 3. a 5. I. znázorňuje úsečka *a* tento časový rozdíl mezi stanicí *C* a *D*, jehož rozměr ve zlomcích vteřiny jest určen počtem vlnových délek na vlnité čáře chronografu (viz obr. 3.: čára ladičky chronografu).

Nejjednodušší jest, když zapisovače sahají stejně daleko a mají konce v téže přímce kolmé na směr odvinovací pásky, jak to znázorněno jest na př. v obraze 3.

Vedle systému „T M“ byl dále systém „Bullův“, kde fotografickou cestou na filmu se stanovily časové rozdíly. Záchvěvy vzniklé příchodem zvukové vlny na přijímací přístroj stanic jsou sdělovány elektricky „strunovému galvanometru“ (obr. 4.), pomocí něhož se záchvěv ofotografuje na filmu v registračním fotografickém přístroji (*A*: v obr. 4.). Zvláštní chronometrickou svítilnou jsou na filmu označeny intervaly časové v délce $\frac{1}{100}$ vteřiny a možno, jak již zhora zmíněno, pak na odvinutém filmu přesně vyčísti hledané časové rozdíly.

U přijímacího přístroje vznikne otřesem membrány primární proud. Tímto proudem primárním způsobuje se silnější sekundární proud, jenž jest přenášen elektrickým vedením do ústředny a tam působí na elektromagnety jednotlivých oscilografů. Vedení mezi přijímací stanicí a ústřednou možno použítí též k telefonickým rozhovorům. Jest také možno z ústředny přerušiti nebo zapnouti primární proud přijímací stanice, takže lze z ústředny regulovati funkci přijímací stanice. Obvykle bývá na přijímací stanici také vojín (t. zv. nasloucháč), jenž na místě zapne nebo přeruší spojení primárního proudu, podle toho, pálí-li nepřítel čili nic. Nasloucháč rovněž avisuje ústřednu, započala-li nepřátelská střelba.

Jiný systém jest systém Dufourův.

Zvláštního druhu jest systém Cotton-Weissův, pracující s krátkými základnami (viz obr. 5. II.), na jichž konci jsou umístěny přijímací přístroje. Kdežto předcházející všechny systémy určovaly časové rozdíly, z nichž pomocí geometrické konstrukce průsečíku dvou hyperbol nebo přímo počtem byla určena poloha zvukového zdroje, udává u systému Cotton-Weissova každá krátká základna směr, v němž zvuková vlna dorazila na střed základny. Určíme-li tímto způsobem ve třech bodech terénu směr, v němž ke každému z nich dorazila zvuková vlna, dostaneme polohu zvukového zdroje obdobně jako v geodesii průsečíkem paprsků (rayonů), jež v určených směrech vedeme danými body (t. j. stanicemi naslouchacími, jak vidno z obr. 5. II.).

Jiného rázu byly přístroje užívány v anglické armádě, t. zv. „multamegafony“. Jejich výhoda spočívala v tom, že lze každý jednotlivý multamegafon (jenž jest vlastně založen na principu resonátoru) naříditi tak,

aby zachycoval vlny zvukové pouze v určitých mezích tónových výšek, t. j. výstřely vždy jen od téže baterie vycházející, nereaguje při tom na vlny zvukové jiných ran. Dokonce ani výbuchy v bezprostřední blízkosti nemají vlivu na výkonnost těchto přístrojů. Američané ujali se výroby multamega-fonů v největších rozměrech, takže Německo zůstalo daleko mimo soutěž.

Opakuje-li se ten který z uvedených postupů určování místa zvuku častěji, možno se snadno přesvědčiti, zda střelili stále táž baterie (nebo jednotlivé totéž dělo), nebo jiná baterie z dosud neznámé posice, čímž se stále doplňuje registrování pramenů zvukových a zároveň se udržuje přesná kontrola.

Jiný druh zaručené kontroly jest tento: Za úsekem jedné skupiny, jež měří pomocí plánu nebo pomocí zvuku, se přímo rozprostře druhá taková skupina. Při dostatečném počtu oddílů měřičských vsunuly se často ještě další kontrolní oddíly za oněmi shora uvedenými. Jest zřejmo, že se užívalo většinou úmyslně u jednotlivých skupin podle možnosti různých přístrojů, aby se zajistily nepatrné rozdíly v jejich údajích.

Konečně jest osvědčenou kontrolou t. zv. „střelba podle zvuku“, o které podáváme níže bližší výklad. Nesouhlasí-li údaje, vždy nutno pátrati po příčině omylu nebo záměny registrovaných baterií, tak aby „registry“, t. j. seznamy domnělých, zjištěných, kontrolovaných, opětne kontrolovaných a leteckým snímkem vzatých nepřátelských baterií a jednotlivých děl mohly býti vždy opraveny naprosto spolehlivě.

Území, v němž určuje jednotlivý oddíl polohy zvukových zdrojů, jest omezené jeho výkonností a nutno umístiti tedy oddíly tak, aby nezůstalo žádné pásmo nepřátelské fronty bez kontroly.

Nejdůležitějším úkolem oddílů, konajících zvukové měření, jest „střelba podle zvuku“, sestávající v tom, že měříme zvuky vzniklé výbuchem vlastní střely a řídíme střelbu tak, aby časové rozdíly explozí vlastních střel se kryly s časovými rozdíly dříve měřených výstřelů nepřátelské baterie. Shodují-li se tyto časové rozdíly, máme jistotu, že náboj vybuchl na téměř místě, kde stojí dělo, zvukovým měřičstvím dříve určené. Jistota jest tím větší, čím rychleji po sobě následuje měření dob výstřelů nepřátelské baterie (nebo děla) a měření dob rozprasků vlastní palby, protože se děje oboje za týchž atmosferických podmínek, totiž za stejné teploty a hustoty vzduchu, podmiňujících stejnou zvukovou rychlost a za stejného větru.

Tento způsob obrany proti nepřátelskému dělostřelectvu osvědčil se velice účinným a jest možný i tehdy, když polohu nepřátelské baterie v plánu neb z mapy ani přesně neznáme. Stačí pak jenom, když známe dobře časové rozdíly vzhledem ke dvěma základnám, kteréžto rozdíly jsou pak vlastně akustické souřadnice. Mají-li potom rozprasky vlastních střel stejné akustické souřadnice, víme s určitostí, že jsme v cíli, ač třeba ani nevíme, kde cíl přesně v terénu leží; tato „střelba podle zvuku“ jest zvláště tehdy velmi důležitá, nemáme-li plánů nepřátelského území. Ovšem, že možno použití „střelby podle zvuku“ jen krátce po zjištění nepřátelské baterie měřením zvukovým.

Měření zvukové kontroluje za možných okolností vždy spolehlivý pozorovatel — letec, s nímž nutno současně udržovati radiotelegrafické spojení.

* * *

Při střelách o veliké počáteční rychlosti pozorujeme zvláštní zjev, tak zvaný „dvojzvuk“, jehož příčiny správně byly málokomu známy a jež vysvětlujeme podle klasických pokusů Machových takto:

Pohybuje-li se střela rychlostí větší nežli jest rychlost zvuku, způsobuje neustálé syčení a dunění, zvuk úplně analogický zvuku vzniklému výstřelem děla. Pohyb střely způsobuje vskutku vlnu, analogickou vlně vznikající na

povrchu vodním přídí pohybující se lodi. Tato vlna, jejíž povrch jest tvaru přibližně ogiválního, má v daném okamžiku vrchol v dráze projektilu, totiž několik centimetrů před jeho špičkou. Rozšiřující se vlna naráží na naslouchající ucho. Vlnu tuto nazýváme vlnou nárazovou čili balistickou, abychom ji rozeznali od vlny výstřelové nebo-li jícnové, jež vznikne při výstřelu a rozšiřuje se, zachovávajíc tvar koule (viz schema v obr. 6. a přesně znázorněné vlny v obr. 7.).

Zvuk pocházející z nárazové vlny jest vždy první, jež vnímáme, a jest skoro vždy silnější, nežli zvuk vlnou jícnovou vzniklý. Jestliže předchází vlna nárazová pouze o málo vlnu jícnovou, zakrývá ji (viz obr. 6.). Ale i tehdy, kdy rozdíl jest velký, aby ucho mělo čas a mohlo vnímati zvuk, stane se často, že nevnímá výstřelu. Rozeznává-li však ucho oba zvuky, vzniká „dvojzvuk“, jež možno měřiti. Délka jeho jest určena časem, o nějž výstřelová vlna přijde později nežli vlna balistická.

V obraze 6. a 7. znamená:

Z : zdroj zvuku jícnového, t. j. poloha střelející baterie dalekonosných děl; $k_1, k_2, k_3, \dots$ až k_8 atd. kruhy, znázorňující, kam dospěl jícnový zvuk po uplynulém 1., 2., 3. až 8. atd. vteřině;

$Z-b_8, \dots$ směr střelby (dalekonosného děla nebo baterie); $g_1, g_2, g_3, \dots$ až g_8 atd. křivky silně kreslené, znázorňující polohu nárazové vlny po 1., 2., 3. až 8. atd. vteřině;

$b_1, b_2, b_3, \dots$ až b_8 atd. polohy vrcholu nárazové vlny.

Na př.: Poloha g_7 nárazové vlny vzniká z polohy g_6 podle Huygensova principu,*) (t. j. každý bod vlny stává se středem nové vlny). Jest tedy znázorněn „dvojzvuk“ slyšitelný v bodě A úsečkou AB . Bod B leží na kruhu k_4 , bod A na nárazové vlně g_1 . Z obrazů patrné, že dvojzvuk jest největší ve směru střelby, a směrem k oběma bokům se neustále zmenšuje, až úplně zmizí.

* * *

Intensita, s jakou v dohodových armádách se pracovalo na vývoji měření zdokonalováním přijímacích zvukových přístrojů, posloužila nesmírně dohodovému dělostřelectvu, aby správně registrovalo a vedlo v evidenci dělostřelectvo nepřátelské. Pouze tím způsobem se značně zlepšila důkladná příprava dělostřelecká před velikými útoky. Proto se též většinou dohodové pěchotě zdařilo soustřediti se na úsecích za poměrně mírných ztrát ve svých nej přednějších liniích, z nichž pak nesčetné vlny záloh jako posily vyrazily k rozhodnému útoku, nebo přímo ke zteči.

Nebyl tedy úspěch dohodové pěchoty, zvláště v jarních měsících světové války r. 1918 na západním bojišti, způsoben jen tím, že německé dělostřelectvo vstoupilo již předem zeslabené do boje. Naopak, ještě do polovice července 1918 disponovalo vrchní velení německé 12.500 lehkými a skoro 8.000 těžkými děly s dostatečným střelivem. Treba nám uvážiti, že z těchto více než 20.000 děl byla pouze část v plné činnosti bojové právě v nejkritičtějších okamžicích rozhodných bojů. Většina z nich byla nucena buď vyměnití pro silnou palbu protivníkovu svá stanoviště za jinou připravenou záložní neb alternativní posici, nebo nemohla pro mohutnou palbu těžké dohodové ráže vůbec opustiti svých stanovišť, nucena jsouc vyčkati s obsluhou v úkrytech pozdějšího, klidnějšího okamžiku. Tím takovým bateriím se znemožnilo, aby včas zahájily střelbu v odvetu, a některé z nich byly dokonce zničeny palbou dlouho trvajících souboje dělostřeleckého.

* * *

*) Holandský učenec Huygens dal již v XVII. století základ k platným akustickým zákonům.

Pokusy akustiků německých, užití země jako zvukovodiče k účelům válečným, vyžadovaly příliš mnoho času a byly proto předstiženy zakončením války. Zdokonalení přístrojů pro měření zvukových rozdílů ve vzduchu vedlo naproti tomu u dohody, jak jsme právě seznali, k výsledkům nejskvělejšímu.

Na konec chci se ještě zmíniti o tom, jak bylo Německo i na moři od dohody, jež použila vody jako vodiče zvuku, rovněž poraženo — vědou. *)

Ponorková válka započala vážnou okamžikem, kdy Angličané zavedli přístroje k zachycování vln zvukových, rozšiřujících se vodními vrstvami do značných vzdáleností, tedy jakési vodní telefony. Těmito t. zv. „hydrofonům“ postavily se však v cestu velké překážky. Vykazovaly pouze tehdy správné výsledky, byla-li stanice přijímací nerušena, na př. byla-li loď užívající hydrofonu v klidu. Při pohybu lodi rušilo však u hydrofonu umístěného ve vodě šplouchání vln mořských, jakož i hukot šroubů a všech strojů přijímání zvuků, čehož s počátku nebylo možno se vyvarovati.

Pokusy s vodními zvířaty, a anatomické probádání jejich sluchových orgánů vedly konečně k výsledkům uspokojivým. Sluchové ústrojí lvouna, velryby a plískavice je pro příjem zvuku zvláště vnímavé; nerozhoduje tu ucho samo, nýbrž resonanční vlastnosti hlavy, vodivost kostí v hlavě uvedených zvířat, jež se jeví při tom jako prostředek zvuk zesilující.

Proto konstruovali Angličané plovák v podobě ryby, v jehož pod vodou plovoucí, zvukovodné kostře, nápodobené rybí hlavě, umístili „hydrofon“. Plovák se spojil kabelem hydrofonu s velkou lodí, na př. torpedoborcem na vzdálenost asi 60 až 70 m, takže již plul klidně mimo dosah nepříznivě rušivých vln za zádi své vlečné lodi. Přístroj přijímací v plováku zachycuje tedy v klidu jako u plovoucího zvířete zvukové vlny hydrofonem, jehož membrána chvěje se nejmocněji, dopadají-li vlny na ni kolmo. Tímto způsobem posluchač na lodi může lokalisovati směr zvuku přicházejícího, a vlečná loď, t. j. torpedoborec, řídí svůj běh, dirigována jsouc hydrofonem v onen směr, odkud došly nejsilnější vlny zvukové.

Jest zřejmo, že routinování námořní zvukoměřiči nabyli praktickým cvikem hojných zkušeností, aby rozeznali, jde-li o loď obyčejnou nebo o ponorku, podobně jako v poli rozeznáváme druh a ráži střely dříve nežli doletí podle zvuku výstřelu a syčení již při letu jejím.

Na tom zakládalo se pronásledování ponorek a nepomohlo jim mnoho, zastavily-li se při plavbě pod vodou, aby se neprozrazovaly svým hukotem a aby tak unikly svým pronásledovatelům; pro značnou spotřebu kyslíku a benzinu byly vždy zase nuceny vyplouti po určitém čase na povrch hladiny a byly pak dále stíhány. Takto byla zničena značná část ze 200 potopených ponorek německých.

Vedle toho dospěli Angličané největší dokonalosti také u přístrojů ozvěnových.

Ozvěnou zvukových vln ve vodních vrstvách, narážejících na libovolný předmět, dovedli Angličané přesně zjistiti, že v určité vzdálenosti nalézají se pevné, izolované předměty, do vody jaksi nepatřící, na př. vraky lodí, bóje, skaliska atd., tudíž i ponorky. Těmito přístroji bylo též umožněno vyvarovati se nárazů na plovoucí miny. **)

* * *

*) Podle přednášky Sira Ch. Parsonse, známého vynálezce lodních turbin, v British Association r. 1919.

**) Vynálezy těmito bylo lze čelití nebezpečí ponorkové a minové blokády německé a tím bylo pomoci zachrániti Anglii. Ale již před válkou bylo by se zamezilo mnohým katastrofám, na př. ztroskotání obrovské dopravní lodi „Titanic“, jež v noci a za mlhy narazila, jak známo, největší rychlostí svou na ledové kry, netuše, že by mohly plouti v oněch místech.

Zbývá ještě zmíniti se o důsledcích měřičství plánového a zvukového v armádách, zejména o budoucnosti tohoto osvědčeného odvětví v armádě naší.

Ač byl pokrok měření zvukového v posledním roce válečném právě největší, není pochybnosti, že obor akustický teprve jest v začátcích a poskytuje ještě mnoho látky odborníkům k dalšímu badání.

Jisto jest, že nejen posícní válka a „pohyblivá obrana“ poskytuje možnost užiti měřičských oddílů dělostřeleckých, nýbrž že i při pohyblivé válce lze luštití tyto úkoly s úspěchem. Zůstane ovšem předpokladem, že bude po skončeném vybudování naší armády zařaden měřičský oddíl dobře vycvičený u každé pěší divise nebo dělostřelecké brigády. Tento oddíl nutno nejprve obeznámiti s postupem subjektivním, ale pak důkladně vyzbrojiti všemi přístroji, jež budou uznány za nejlepší z dosud známých. Samozřejmě, že k výzbroji náleží všechny pomocné prostředky dopravní, kartografický materiál atd. a rovněž spojovací prostředky jako radiotelegraf, radioletci, zemní telefon a telegraf, atd.

* * *

Naše budoucí armáda dostojí jistě svému vznešenému úkolu, aby zajistila svému státu a jeho občanstvu spolehlivou budoucnost, bude-li moderně organisováno také dělostřelectvo, vyhovující všem požadavkům, aby mohlo řádně takticky podporovati pěchotu; proto bude naprostou nutností, aby byl vycvičen personál oddílů měřičských ve měřičství plánovém a s přístroji zvukoměřičskými co nejdříve a nejdůkladněji, a aby zdomácněly konečně i u nás všechny novodobé vymoženosti vědy.

Proto, jakmile dostane náš zeměpisný ústav nevyhnutelně nutný kartografický materiál z Vídne a důkladně jej zpracuje a rozmnoží, a jakmile dojdou přístroje z Francie, musí počítí svědomitý výcvik zvláště vybraného inteligentního personálu. Pro počátek bude třeba pracovati s prostředky jsoucími již k dispozici, t. j. subjektivním postupem.

Ne velkým množstvím získá si naše mladá armáda a její dělostřelectvo plně důvěry a zádoucí obliby svého občanstva, nýbrž pouze důkladností výcvikovou a moderní organisací. Tím nabudou státní příslušníci z kruhů civilních teprve klidu a jistoty, zvětší se podnikavost a bude dána záruka, že i eventuelní boje v budoucnosti šťastně pro nás dopadnou.

V. J. HAUNER:

Vojevůdce Ludendorff.

(Pokračování.)

IV. Jarní ofensivy r. 1916.

O vánocích r. 1915 chef generálního štábu německého v Falkenhayn vypracoval pro císaře memorandum, jehož hlavní body byly tyto:

Francie je vojensky i hospodářsky téměř úplně vysílena. Rusko není sice zcela zdoáno, ale jeho ofensivní síla je zlomena. Srbské vojsko je zničeno. Itálie nahlíží, že se jí v dohledné době nepodaří uskutečnití lupičské plány, a bude ráda, podaří-li se jí dobrodružství nějak slušně likvidovati. Zbývá tedy Anglie. Anglie působí ohromným tlakem na spojence a dosud nemá chuti skončiti válku. To je vidět ze všeobecné branné povinnosti, již právě zavádí. Nahlíží však, že Německa vojensky neporazí, a proto zakládá svůj postup na strategii unavovací. Má stále víru, že Německo srazí na kolena. Jde tedy o to, vzíti jí tuto důvěru. Prvním prostředkem bylo by zasáhnouti Anglii na pevnině, především v Evropě. Vhodné místo bylo by ve