

Světlozvuk.

Ohromný rozmach dělostřelectva v posledních letech, spolu s jeho stále se zdokonalující nepřímou střelbou, kladou stále větší a větší nároky na zpravodajskou službu dělostřeleckých brigád, jichž úkolem jest, chtějí-li ekonomicky využítí svých sil a umožniti hladké provedení akcí pěchoty, aby se obeznámily co nejvěrněji s rozložením nepřátelských dělostřeleckých postavení. Čím dokonaleji známe polohu nepřátelských baterií a organizaci jejich činnosti, tím účinněji můžeme neutralisovati, a čím účinněji neutralisujeme, tím menší ztráty. Jest určitý a důležitý vztah mezi průzkumem a využitím vlastního dělostřelectva a možnostmi poskytnutými dělostřelectvem pěchotě.

Platilo-li v zákopovém boji pro pěchotu heslo, že potem lze ušetřiti krev, totiž námahou věnovanou výstavbě a opevnění postavení, můžeme obdobně formulovati pravidlo, že výkonnost dělostřeleckého průzkumu zmnohonásobňuje výsledek vlastní dělostřelecké činnosti a zmenšuje ztráty pěchoty, ať jde o akci útočnou či obrannou.

Průzkum, vedoucí nás k seznání postavení nepřátelského dělostřelectva, rozdělujeme na objektivní a subjektivní.

První způsob na základě čistě měřičských metod, pomocí přístrojů a s vyloučením osobního vlivu — průzkum objektivní tedy — opírá se o plánoměřičství, zvukoměřičství a fotogrametrii (leteckou, balonovou, panoramatickou, fototheodolitní).

Subjektivní dělostřelecký průzkum zahrnuje v sobě hlášení dělostřeleckých pozorovatelů, výsledky výsledků zajatců, odhady atd. Těmito prostředky získaný materiál má značnou informativní cenu, než sám o sobě, jako podklad pro vlastní střelbu, by nedostačoval.

Mezi subjektivními a objektivními metodami je rayonování upoutaného balonu, který zjišťuje paprsek, na kterém leží nepřátelská baterie, aniž však může sám jednoznačně stanovit místo na paprsku, na kterém baterie jest. (Viz můj článek „Upoutaný balon“ v I. čísle letošního ročníku V. R.)

Dnes chci poukázati na druhý, velmi úspěšný průzkumný prostředek, který dosud u nás zaveden není a který, jak dále poznáme, nelze dobře zařaditi ani do průzkumu objektivního, ani do průzkumu subjektivního. Leží mezi oběma — jest to metoda světlozvuková.

Vypálení děla v noci má v zápětí zazáření, které jest vždy patrné, byť i dělo bylo sebe hlouběji ukryto v terénu. Ve většině případů pozorovatel též příslušné odpálení uslyší. Jest možno tedy stanovit dobu, které potřeboval zvuk, by doletěl ku pozorovateli. Uvede-li pozorovatel při zazáření (záblesk sám o sobě nemusí býti viditelný, zpravidla též není) stopky, indikující setiny vteřiny, v chod, a zastaví-li je ve chvíli, kdy slyší vypálení, může na chronometru přímo přečísti dobu, které potřeboval zvuk, by uběhl vzdálenost od děla ku pozorovateli. Vynásobením doby rychlosti zvuku obdržíme vzdálenost v metrech a opsáním kruhu, jehož středem bude místo pozorovatelovo, obdržíme geometrické místo bodů, na nichž někde musí ležeti kovový zdroj.

Ze dvou pozorovatelů, podle možnosti aspoň 1000 m od sebe vzdálených, obdržíme dvě se protínající kružnice, jichž průsečík odpovídá zvukovému či světelnému zdroji — to jest postavení děla. Třetí kružnice nám dává kontrolu a dokumentuje obrazcem chyb přesnost našeho počínání.

Abychom pro tento druh průzkumu nemuseli stavěti zvláštní světlozvukové čety, ač snad otázka tato by zasluhovala býti předmětem samostatné úvahy, můžeme pozorovatele vycvičené ve světlozvuku připojiti k jednotlivým pozorovatelnám plánoměrných čet. Vidíme, že pak vlastně každá takto kombinovaná pozorovatelná jest téměř soběstačnou jednotkou pro určení nepřátelské baterie. Tlakoměřič stanoví paprsek, na kterém baterie stojí, a světlozvuk udá její vzdálenost od pozorovatelny.

U plánoměřičství nastanou často případy, kdy nepředvídané překážky zamezí kooperaci stanic mezi sebou, bez níž jest činnost čet neplodná. (Přerušení telefonického spojení, prostor může pozorovati jen 1 pozorovatelná atd.) Tady význam světlozvuku tím více vystupuje do popředí.

Promysleme si nyní celý postup, uvažující o možných zdrojích chyb, pravděpodobnosti výsledků a upotřebitelnosti metody.

Měření času.

Je přirozeno, že pozorovatel neuvede stopky do činnosti v tom okamžiku, kdy vznikne záblesk, nýbrž o zlomek vteřiny

později, odpovídající oné době, které pozorovatel potřebuje k recepci a zpracování vjemu. Nazvěme toto zpoždění reakčním časem. Ježto však při slyšení výstřelu se pozorovatel opět o určitou dobu zpozdí, je vidno, že by se vlastně oba reakční časy vylučovaly, kdyby byly stejné. Bohužel však reakce na světlo a na zvuk není stejná. Celé řady psychotechnických pozorování dokazují, že — ač to překvapuje — reakce na světelný signál sleduje mnohem později než reakce na zvuk. Je zde sice v obou případech, i pokud se týče reakční doby na světlo a na zvuk, určitá zákonitá závislost na intensitě zdroje, přece však lze vysloviti všeobecné pravidlo, že reakční doba na světlo jest dvakrát tak dlouhá jako reakční doba na zvuk.

Všeobecně se přijímá u normálně vyvinutého a zdravého člověka za průměr reakční doba na zvuk 0.08 sec. Byla by tedy reakční doba na světlo 0.16 sec.

Průměry zde uvedené kolísají arci podle individuality měřičů na obě strany, než výcvikem lze dosáhnouti určité stability, to jest vždy se opakující stejné délky reakčních časů. Poněvadž rozvíjející se psychotechnika zná již mnoho způsobů, jak měřiti reakční časy, stačí po poměrně krátkém výcviku řadou měření stanoviti reakční časy jednotlivců, elementy s přílišnou variabilitou vyloučiti, u stabilisovaných pak stanoviti průměrnou hodnotu a s tou pak počítati.

Stanoví-li se na př. reakční doba na zvukový vjem x setinami vteřiny, trvá reakce na světlo $2x$. Pozorovatel světelnou reakcí zkracuje čas o $2x$, zvukovou reakcí ho prodlužuje o x , takže na hodinách odečtená doba jest fakticky o x setin vteřiny kratší. Jak řečeno, toto x , tato vyrovnávací hodnota mezi reakcí na světlo a na zvuk, musí býti pro každého pozorovatele známa a musí se vždy připočítati k měřenému času.

Uvedená kalkulace platí, jsou-li intensity světelného a zvukového dění se stanoviska psychotechnického stejné hodnoty. Je-li světlo velmi slabé, prodlužuje se světelná reakce a pak by nestačilo přičísti jen jedno x . Zavádělo by mne příliš daleko pouštět se do podrobností psychologie subjektivního dění při měření, nehledě ani k tomu, že to, co jest doposud v souvislosti zde uvedené známo, jest velmi kusé. Byl-li by světlozvukový postup přijat i u našich průzkumných útvarů, pak by se doporučovalo zjednatí předem na podkladě vědeckém statistický materiál, jehož spolehlivost by byla zaručena zdokonalenou technikou metod psychotechnických, a teprve podle nových, seriosních mírových výsledků stanoviti určitá pravidla pro opravy.

Stanovení rychlosti zvuku.

Rychlost zvuku jest funkcí teploty, definovanou vztahem:

$$V_t = V_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{t}{273}} = 331.5 \text{ m} \pm 0.6 \text{ t}$$

V_t = rychlost zvuku za teploty $t^\circ \text{C}$

V_0 = rychlost zvuku za 0°C

t = teplota ve stupních Celsia

Níže uvedená tabulka udává rychlost zvuku pro všechny v úvahu přicházející teploty.

Teplota nad nullou								Teplota pod nullou			
+°C	V.	+°C	V.	+°C	V.	+°C	V.	—°C.	V.	—°C.	V.
+ 1°	332·1	+ 11°	338·1	+ 21°	344·1	+ 31°	350·1	— 1°	330·9	— 11°	324·9
+ 2°	332·7	+ 12°	338·7	+ 22°	344·7	+ 32°	350·7	— 2°	330·3	— 12°	324·3
+ 3°	333·3	+ 13°	339·3	+ 23°	345·3	+ 33°	351·3	— 3°	329·7	— 13°	323·7
+ 4°	333·9	+ 14°	339·9	+ 24°	345·9	+ 34°	351·9	— 4°	329·1	— 14°	323·1
+ 5°	334·5	+ 15°	340·5	+ 25°	346·5	+ 35°	352·5	— 5°	328·5	— 15°	322·5
+ 6°	335·1	+ 16°	341·1	+ 26°	347·1	+ 36°	353·1	— 6°	327·9	— 16°	321·9
+ 7°	335·7	+ 17°	341·7	+ 27°	347·7	+ 37°	353·7	— 7°	327·3	— 17°	321·3
+ 8°	336·3	+ 18°	342·3	+ 28°	348·3	+ 38°	354·3	— 8°	326·7	— 18°	320·7
+ 9°	336·9	+ 19°	342·9	+ 29°	348·9	+ 39°	354·9	— 9°	326·1	— 19°	320·1
+ 10°	337·5	+ 20°	343·5	+ 30°	349·5	+ 40°	355·5	— 10°	325·5	— 20°	319·5

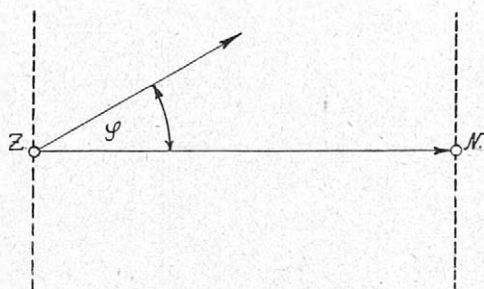
Také vítr mění rychlost zvuku.

Necht' Z značí zvukový zdroj, N naslouchatele a V rychlost zvuku, w rychlost větru.

Za bezvětří potřebuje zvuk vyšlý z bodu Z k dosažení bodu N času T ; $\overline{ZN} = T \cdot V$.

Vane-li vítr ve směru XN , tedy ve směru šíření se zvuku vzhledem k naslouchateli, zvuk, jsa s celou vzduchovou masou, ve které kmitá, unášen směrem k N , stihne naslouchatele dříve, než za bezvětří. Rychlost zvuku, se kterou se blíží k naslouchateli, se rovná hodnotě $V + w$. Je přirozeno, že je-li masa vzduchová unášena protivětrém, tedy směrem NZ , rychlostí w , že skutečná rychlost šíření se zvuku jest pro naslouchatele $V - w$.

Obř. č. 1.

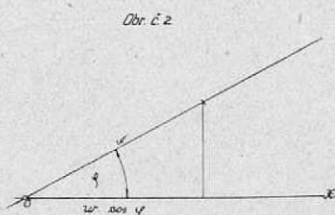
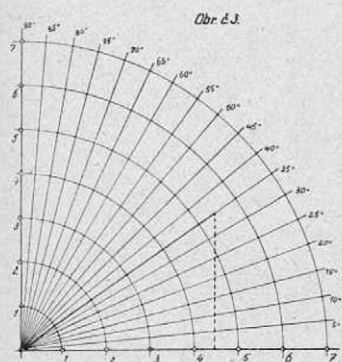


V případě, že vítr vane pod úhlem φ vůči zvukovému paprsku ZN , uplatňuje se jen cosinusová komponenta rychlosti větru. Můžeme tedy psáti, že: $\overline{ZN} = T (V \pm w \cdot \cos \varphi)$.

Kolmice v Z nebo v N , což jest vlastně totéž, určuje, zda hodnota $w \cdot \cos \varphi$ jest pozitivní či negativní. Doráží-li vítr k naslouchateli z oné části (vytvořené kolmicí na směr ZN v bodu N), ve které jest zdroj sám, pak hodnotu $w \cdot \cos \varphi$ přičteme, jinak odečteme.

Výraz $w \cdot \cos \varphi$ lze snadno graficky stanovit. Nanesu-li od počátku O od osy x úhel φ a na paprsek hodnotu w (rychlost větru v metrech), mohu ihned spuštěním kolmice odečísti na ose x hodnotu $w \cdot \cos \varphi$.

Podle tohoto poznatku můžeme sestrojiti jednoduchý monogram, jak obr. č. 3 ukazuje. Při této příležitosti upozorňuji, že přesahuje-li vítr 6 m za vteřinu, stává se měření nespolehlivým.



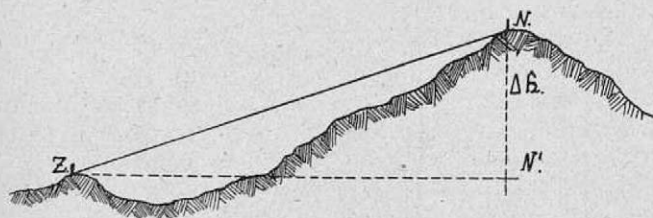
Opravením rychlosti zvuku o změnu způsobenou teplem a větrem, dostáváme skutečnou rychlost zvuku, kterou zvuk probíhá od děla k naslouchateli a kterou vynásobíme měřený čas.

Nemuseli jsme postupovati způsobem, který zde navrhuji. Zde totiž stanovíme skutečnou rychlost zvuku a násobíme měřeným časem, ač jsme mohli na př. také měřený čas opravami uvést na onu časovou hodnotu, která by byla naměřena, kdyby byla určitá základní teplota, řekněme 3° C, a bezvětří. Pak bychom tedy měnili čas a násobili určitou konstantní rychlostí zvuku. Druhého případu oprav se užívá u zvukoměrných čet. Než rozvádím zde jen možnost prvou, pokládaje ji za výhodnější.

V y h o d n o c e n í.

Po stanovení rychlosti zvuku lze vynásobením časem přikročiti k vlastnímu vynešení. Chceme-li však býti zcela přesnými, nesmíme zapomenouti ještě na jednu možnou potíž. V hornaté krajině, kde jsou výškové rozdíly značné, neměříme horizontální vzdálenost, které pro vynesení na mapě potřebujeme, nýbrž vzdálenost šikmou, skutečnou, spojnici Z a N, která je vždy delší než její projekce.

Obr. č. 4.



Bude nutno provést opravu „výškovou“, rovnající se rozdílu $ZN - ZN'$.

Předběžným vyhodnocením stanovíme přibližně polohu zdroje, určíme podle mapy výškový rozdíl bodů Z a N a máme pak vlastně celý pravouhlý $\triangle ZNN'$ dán.

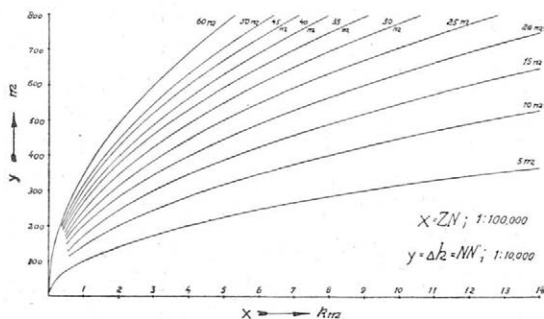
$$\overline{ZN}^2 = \overline{ZN'}^2 + \Delta h^2;$$

$$ZN = ZN' + \frac{1}{2} \frac{\Delta h^2}{ZN'} + \dots$$

Nedbáme-li výrazů, kde Δh je ve třetí a vyšší potenci.

$$ZN' = ZN - \frac{1}{2} \frac{\Delta h^2}{ZN'}$$

Pro výraz $\frac{1}{2} \frac{\Delta h^2}{ZN'}$ který znamená výškovou opravu, můžeme si konstruovati monogram.



Obr. č. 5.

Použití nomogramu je snadné. Na ose x si nanese přibližně vzdálenost zdroje od naslouchatele, na ose y výškový rozdíl obou. Bod určený těmito souřadnicemi nám v soustavě křivek udává velikost opravy. Tak na př.: je-li dělo vzdáleno 8.500 m od naslouchatele a výškový rozdíl činí 500 m, jest výšková oprava 15 m a mapová, horizontální vzdálenost děla od naslouchatele 8.485 m. Abych nezabral příliš místa, omezil jsem nomogram v ose x na 14 km a v ose y na 800 m. Výškového nomogramu budeme používat velmi zřídka, neboť jen málokdy budou opravy v našich terénech dosahovati hodnoty 5 metrů.

V praxi může nastati též případ, že zvuk se nebude šířiti přímo čáře k naslouchateli a že se bude cestou lomití o kopce, horské hřebeny atd. Pak nezbyvá, než podle mapy od bodu lomu ke zdroji a k naslouchateli stanoviti výškové opravy a podle nich z času vypočítanou vzdálenost opraviti.

Vyhodnocení se může prováděti na každé mapě, nejlépe však v ústředně plánoměrné čety na měřickém plánu.

Světlozvuku by měly používat nejen plánoměrné stanice, nýbrž i zvukoměrné naslouchatelny, neboť výsledky kontrolují, ulehčují a napomáhají k speciálnímu vyhodnocení pláno- a zvukoměrnému. Doporučovalo by se, aby každá dělostřelecká pozorovatelná měla stopovací hodinky, nomogram oprav a krátký návod. Vyhodnocení by si mohly prováděti baterie samy.