

Major pěchoty Ing. Jan Valníček :

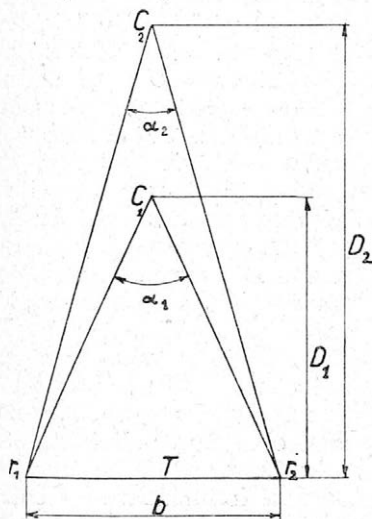
Koincidenční dálkoměr a jeho užití.

Úvod.

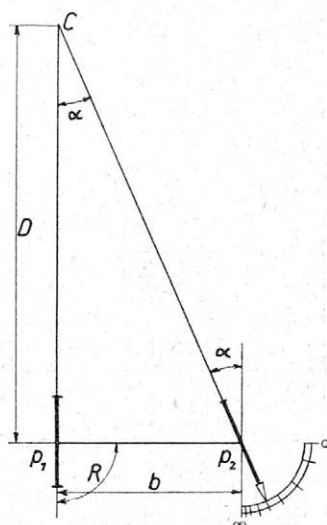
Dálkoměr je pomocný přístroj, kterého užíváme k měření dálek při řešení různých úkolů, nejčastěji při přípravě střelby přímé nebo nepřímé.

Rozeznáváme obvykle dva druhy dálkoměrů: stereoskopické a koincidenční.

Dálkoměrů stereoskopických užíváme zejména při měření dálek letounu vzhledem k tomu, že potřebujeme měřit rychle a hlavně proto, že nemůžeme měřit vzdálenost nějakého vztažného bodu či pomocného cíle, protože ve vzduchu žádný není. Monotonní pozadí, na němž vidíme letoun, pak velmi dobře přispívá k vytvoření jasného prostorového obrazu letounu tmavě se rysujícího. Ježto pěchota zatím těchto dálkoměrů neužívá, nebudeme se jimi zabývat.



Obr. 1.



Obr. 2.

Dálkoměr koincidenční se výborně hodí k měření dálek při pozemní střelbě, neboť můžeme jím zaměřovati na nepohyblivé pomocné cíle; dálka k těmto cílům, t. zv. dálka měření, je pak výchozím prvkem při výpočtu opravené dálky střelby.

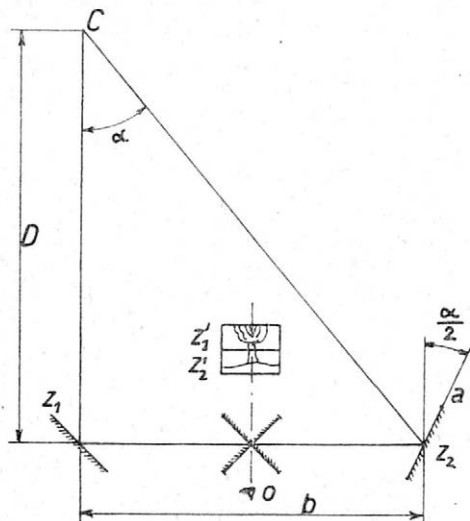
Princip koincidenčního dálkoměru.

Mějme v terénu cíle C_1 a C_2 , jejichž dálky chceme měřit. Pomocí nějaké tyče T o délce b realizujeme trojúhelníky $z_1 z_2 C_1$ a $z_1 z_2 C_2$. Z obrázku 1 vidíme ihned, že neměníme-li délku b , tedy délce D_1 přísluší paralakční úhel α_1 a délce D_2 paralakční úhel α_2 . Budeme-li tedy míti na naší tyči T nějaké zařízení, které nám umožní měřit úhly α_1 , α_2 , atd., máme tím i dálkoměr, kde každému úhlu α_1 , α_2 atd. přísluší určitá dálka cíle D_1 , D_2 atd. Na zařízení, kterým měříme úhel, nedáme stupnici úhlů, nýbrž místo nich přímo stupnici dálek.

Pokusme se improvizovati zařízení k měření úhlů, obr. 2. Místo trojúhelníku rovnoramenného použijeme trojúhelníku pravoúhlého, čímž se na principu nic nemění. Na tyč T o délce b namontujeme dva průzory p_1 a p_2 . Průzor p_1 je na jednom konci tyče a jeho optická osa svírá s tyčí T stálý úhel 90 stupňů. Průzor p_2 je otáčivý; jeho osa otáčení je vzdálena od optické osy průzoru p_1 o délku b a úhel otáčení α můžeme měřit na stupnici (alhydádě). Zamíříme-li nyní na cíl C průzorem p_1 , musíme natočit průzor p_2 o úhel α , aby jeho optická osa mířila na cíl C . Úhlu α odpovídá délka

$$D = \frac{b}{\operatorname{tg} \alpha} \quad 1$$

Jelikož b const. je délka, D jen funkcí úhlu α , takže můžeme místo stupnice úhlů α opatřit náš dalkoměr přímo stupnicí dálek, jak je to naznačeno na obr. 2.



Obr. 3.

Takovýto přístroj by byl ovšem nepohodlný, ježto by vyžadoval dlouhých operací při měření. Pokusme se jej zlepšiti tak, abychom jedním okem současně a přímo viděli obraz cíle C v průzoru pravém i levém a při tom mohli měřit úhel α a tedy délku D . Uděláme to jednoduše tak, že polovinu obrázku cíle, na př. stromu, zachytíme pevným zrcátkem z_1 , viz obr. 3, které jej odrazí do zrcátka z'_1 a odtud do oka o . Druhou polovinu cíle zachytíme otočným zrcátkem z_2 , které ji odrazí do zrcátka z'_2 a do oka tak, že pozorovatel vidí při správném natočení zrcátka z_2 strom tak, jak je nakreslen na obr. 3. v prodloužení oka. Splyne-li takto obrazy, takže tvoří celek, říkáme, že jsme dosáhli koincidence — odtud na-

zvání dalkoměru „koincidenčním“. Úhel natočení zrcátka z_2 pak přímo udává délku cíle D podle rovnice 1.

To je celý princip koincidenčního dalkoměru. Skutečný dalkoměr není ovšem zdaleka tak primitivní, jako právě popsany. Abychom pochopili, jak jemně a důmyslně musí být zařízen, musíme si učiniti malou kalkulaci. Aby dalkoměr nebyl příliš veliký, musí mítí délka b , kterou nazýváme *base* či *základna*, určitou maximální hodnotu, na př. 0.8 m (pro potřeby pěchoty). Dejme tomu, že jím budeme měřiti dálky od 250 m výše (důvody, proč nelze měřiti menší délky, pozná čtenář dále). Tedy největší úhel α bude, počítáno v dílech:

$$\frac{0,8}{0,250} = 3,2 \text{ dc}$$

Ze zákonů optiky víme, že, otočíme-li zrcadlo o úhel ω , otočí se odražený paprsek o úhel 2ω ; v našem případě musíme tedy otočiti zrcadlo o $\frac{\alpha}{2}$.

aby se paprsek otočil o úhel α . To znamená, že stupnice dalek, vyjádřená na našem dálkoměru otáčením zrcadla z_2 , bude mít rozsah pouhého 1,6 dc. Kdybychom tedy dali ramenu a , pomocí něhož budeme otáčet zrcadlo z_2 , délku 0,8 m, t. j. délku našeho dálkoměru, měla by naše stupnice dalek na konci ramena a rozměr $1,6 \cdot 0,8 = 1,28$ mm. Je zřejmé, že na tomto milimetru bychom neumístili celou stupnici dalek od 250 m do 8.000 m (teoreticky do nekonečna). Proto je třeba jít na věc trochu jinak, a to užitím zvětšení a jiného způsobu měření úhlu α .

Zvětšení, jehož dosáhneme optickým systémem, nám přiblíží cíl C . Bude-li náš optický systém zvětšovati na př. 14krát, tedy se nám cíl přiblíží na $\frac{1}{14}$ dálky D , čili paralakční úhel se nám 14krát zvětší. Napišme si to ve formě rovnice, v níž úhel α vyjádříme ve vteřinách šedesátinného dělení, jak je v dálkoměřičství zvykem, při čemž k vůli zjednodušení s dostatečnou přesností nahradíme úhel arcusem, takže budeme psáti:

$$\alpha = \frac{b}{D} \cdot \frac{180 \cdot 60 \cdot 60}{\pi} = \frac{b}{D} 206262 \dots 2$$

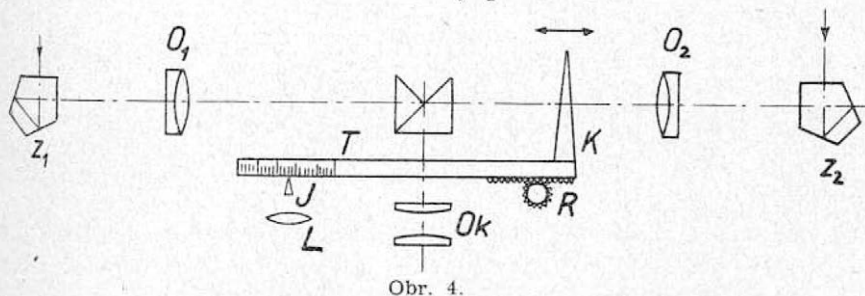
Jelikož, jak jsme výše řekli, při zvětšení G se nám přiblíží cíl C na dálku $\frac{D}{G}$, můžeme psáti:

$$\alpha = \frac{b}{D} 206262 = \frac{b \cdot G}{D} 206262 \dots 3,$$

což je základní rovnice nesmírně důležitá. Pro náš konkrétní případ, kde $b = 0,8$ a $G = 14$, dostaneme

$$\alpha = \frac{2310134}{D} \dots 4$$

Součin $b \cdot G$ je velmi důležitý pro posouzení dálkoměru a nazýváme jej *vykonností* (též mohutnost, francouzsky *puissance*).

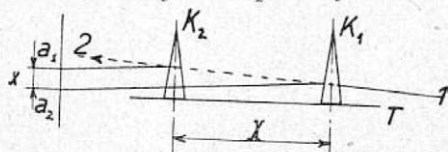


Obr. 4.

Je samozřejmé, že zavedením optického systému dalekohledového získáme na přesnosti, neboť můžeme každý obraz přesně zaostřiti, nehledě k jeho zvětšení. Tím dosáhneme lepší koincidence, která je rozhodující při měření dalek, jak dále uvidíme.

Měření úhlu α je upraveno zcela jinak, než jak jsme je studovali na našem improvizovaném dálkoměru. V principu je toto zařízení provedeno tak, že poměrně velkému posunutí nebo natočení určité optické části odpovídá malé posunutí obrázku cíle. Nejčastěji se k tomu užívá t. zv. deviačního klínu, zvaného někdy též kompensátor. Schema optického zařízení koincidenčního dálkoměru vypadá pak tak, jak je kresleno na obr. 4. Oba-

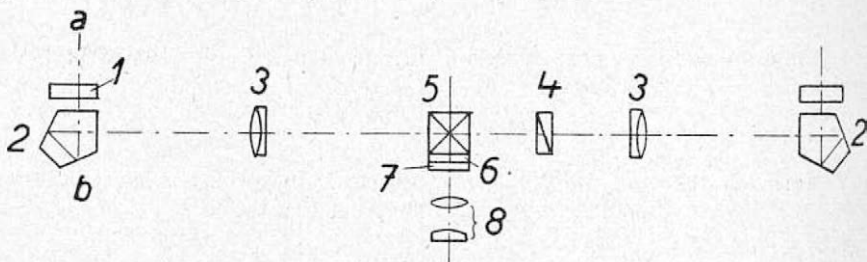
zy cíle jsou zachyceny pentagonálními prismy z_1, z_2 , které je obrátí a odrazí do objektivů O_1 a O_2 . Vytvořený obraz je odražen hlavním hranolem H do okuláru Ok , kde je pozorován okem dálkoměříče. V jedné poloze dálkoměru musí projít deviačním klínem K , který je posuvný ve směru šipky pomocí zubatky R ; na tyči T , nesoucí hranol, je pak dálkoměrná stupnice, na níž index I udává měřenou vzdálenost. Čteme ji pomocí lupy L , která se nazývá stupnicový okulár.



Obr. 5.

Na rozdíl od našeho improvizovaného dálkoměru obr. 3, vidíme, že obě zrcadla — zde hranoly z_1 a z_2 — jsou pevné a že koincidence se dosahuje jinak než natáčením zrcadla či hranolu. Je to právě deviační klín K , který obstarává posun obrázků tak, aby bylo dosaženo koincidence. Podívejme

se proto na jeho funkci obr. 5. Paprsku 12 je v cestu postaven deviační klín K . Na obr. 5 je kreslen ve 2 polohách: K_1 a K_2 . V poloze K_1 se lomí paprsek tak, že směřuje do bodu a_1 . Posuneme-li klín o dráhu X do bodu K_2 , je též paprsek 12 lomen tak, že směřuje do bodu a_2 posunutého od a_1 o hodnotu x . Z obrázku vidíme, že velkému posunu hranolu odpovídá malý posun obrázku. A toho právě chceme dosáhnouti, abychom mohli pohodlně upravit dálkoměrnou stupnici na tyči T , nesoucí hranol.



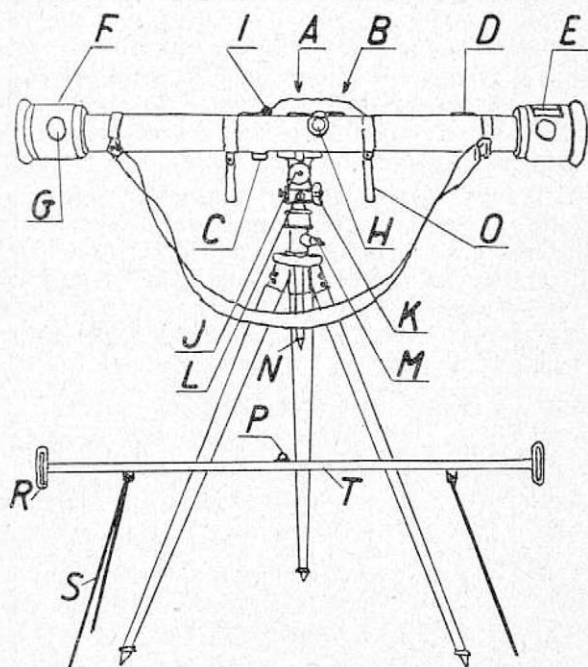
Obr. 6.

Je přirozené, že přístroj s tak jemnými součástkami je velmi choulostivý a že musí být proto zkonstruován tak, aby vnější vlivy, jako otřesy nebo velké změny teplem a pod., na něho účinkovaly co nejméně. Jak vypadá takový přístroj ve skutečnosti, ukazuje schematický řez optikou dálkoměru SOM (Société d'Optique & de Mécanique de Haute Précision), který je nakreslen na obr. 6. Vnější pohled je na obr. 7., kde je načrtnut dálkoměr nasazený na stojanu i rektifikační lať.

Optika dálkoměru SOM je utvořena dvěma ochrannými skly 1, z nichž levé není planparalelní, nýbrž v řezu je poněkud klínovité; jeho otáčením kolem osy ab se rektifikuje dálkoměr „na vzdálenost“. Hranoly 2, t. zv. pentagony, jsou umístěny za okénky a odrážejí obrazy cíle do objektivu 3 a dále do centrálních hranolů 5, 6, jimiž jsou oba obrazy odrazeny do okuláru 8. Deviační klín 4 je umístěn tak, aby se dal pohodlně posouvat bez jakýchkoliv chodů na prázdno.

Vnější pohled zepředu ukazuje chassis, na němž vidíme dálkoměrný okulár A a stupnicový okulár B. Na obrázku nejsou vidět tyto okuláry přímo, ježto jsou obráceny dozadu, ale jsou naznačena místa jejich po-

lohy. Oba okuláry jsou spojeny pryžovým stínítkem. Chassis samo se skládá z kovové trubky, na obou koncích rozšířené a opatřené koženými nástavci ke zmírnění otřesů. V rozšířených částech vidíme okénka G s ochrannými skly. Přes tato okénka se dají natočiti manžety F, jimiž se okénka chrání, nepoužívá-li se dálkoměru. Levé okénko je opatřeno zařízením E k rektifikování dálkoměrné stupnice, čili k rektifikování dálkoměru „na dálku“, jak bylo popsáno už u výkladu k schématu obr. 6. Knof-



Obr. 7.

líkem D se pak provádí rektifikace dálkoměru „na výšku“, t. j. taková úprava v obrazovém poli, aby oba obrazy byly správně symetricky vzhledem k dělicí přímce. Tento detail bude popsán dále. Sklopná držadla O slouží k držení dálkoměru při měření z ruky. Knoflík C je spojen pomocí zubatky a hřebenové tyče s deviačním klínem a jím se právě reguluje koincidence při měření. Dále vidíme na chassis pomocný stupnicový okulár H, jímž může instruktor kontrolovat měření. Hlavní stupnicový okulár, jímž čte dálkoměřič dálku, je v místě B, jak bylo výše popsáno. Na chassis vidíme ještě kolimátor I, který slouží k hrubému namíření dálkoměru v žádaném směru.

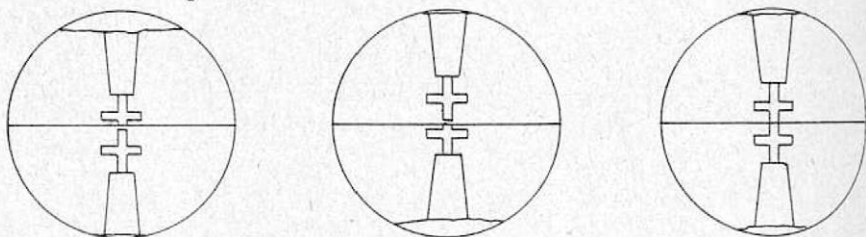
Dálkoměr je upevněn pomocí universálního kloubu na stativu. Na kloubu vidíme knoflík ke sklánění dálkoměru v rovině svislé J a fixační matku L, již upevňujeme dálkoměr při naklání v rovině kolmé na svislou rovinu měření, dále křídlatou matku K, již ustavujeme dálkoměr po natočení v rovině vodorovné, a konečně křídlatou matku M. Tato matka slouží k fixování nožek N, na nichž je nasazen universální kloub. Tyto nožky se dají úplně vysunouti a používá se jich při měření v leže, kdy se stane dřevěný stativ zbytečným.

Rektifikační lať T je kovová, délky 0,8 m a opatřená na obou koncích indexy R z bílého celulóidu, které měříč při rektifikaci pozoruje dálkoměrem. Na lati T je upevněn malý kolimátor P, jímž se určí, zda spojnice obou indexů je kolmá na směr k dálkoměru. Lať stojí na sklápěcích nožkách 4.

Rektifikace dálkoměru.

Dálkoměr je neobyčejně citlivý přístroj. Malé změny teploty, tlaku a vlhkosti vzduchu, jakož i otřesy stále působí na jeho přesnost tak, že před každým měřením má být rektifikován. Rektifikaci můžeme srovnat s nastřelením denní polohy při školní nebo závodní střelbě. Bez něho nemáme žádnou záruku, že střední zásah bude se shodovati se záměrným bodem. Nerektifikujeme-li dálkoměr, nemáme opět žádnou záruku, že střed našich měření bude se shodovati se skutečnou dálkou měřeného cíle.

Majíce rektifikovati dálkoměr, tedy nejprve provedeme rektifikaci „na výšku“. Pod tímto pojmem budeme rozuměti takové seřízení obou obrázků, aby jejich jednotlivé části byly od dělicí přímky stejně vzdáleny. Nesmí tedy být obrázek ani tak, jak je na obr. 8, ani tak, jak je na obr. 9, nýbrž tak, jak je na obr. 10. Toto seřízení musí být provedeno velmi pečlivě, neboť jinak je další rektifikace „na dálku“, jakož i vlastní měření obtížné a málo přesné.



Obr. 8, 9, 10.

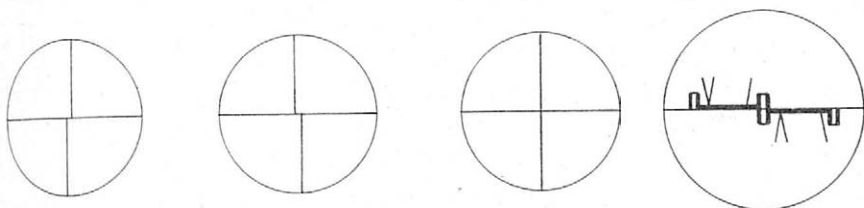
Rektifikaci „na výšku“ provádíme tak, že zamíříme dálkoměrem na nějaký vhodný objekt vzdálený aspoň 500 m, zaostříme otáčením okuláru (zásady pro toto zaostřování jsou uvedeny dále v odstavci „měření“) a knoflíkem dálkové stupnice se snažíme dosáhnouti koincidence. Pak teprve provádíme rektifikaci „na výšku“ pomocí příslušného zařízení, na př. u dálkoměru SOM pomocí knoflíku D.

Máme-li skončenu rektifikaci „na výšku“, přikročíme k provedení rektifikace „na dálku“. Může se tak státi buď pomocí rektifikační latě nebo pomocí známé délky, případně pomocí měsíce, jehož vzdálenost považujeme za nekonečnou.

a) Rektifikace pomocí rektifikační latě.

Rektifikační lať se umístí v dálce asi 100 m, je-li to možné; jinak nejméně 30 m daleko od dálkoměru, a kolimátorem na ní upevněným se pečlivě namíří na universální kloub dálkoměru. Tak je zaručeno, že spojnice obou indexů je kolmá na směr k dálkoměři. Tento pak zaostří okulár a zamíří na rektifikační lať, nakláníje dálkoměr otáčením jeho v universálním kloubu tak, až uvidí správně symetricky umístěné obrázky rektifikační latě, načež provede koincidenci t. zv. „balancováním“ (bude vysvětleno dále) tak, jak je nakresleno na obr. 11. Index dálkoměrné stupnice musí nyní ukazovati hodnotu blízkou ∞ .

Vlastní rektifikace se pak provádí u některých dálkoměrů prostě tak, že se otáčí rektifikačním knoflíkem tak dlouho, až index dálkoměrné stupnice ukazuje ∞ . Tento způsob je méně přesný než způsob, jehož se užívá u dálkoměru SOM; zde se rektifikuje tak, že se čte počet dílků, které ukazuje index dálkoměrné stupnice. Tato stupnice je pak v okolí bodu ∞ tak cejchována, že každý její dílek znamená $10''$ paralakčního úhlu. Koincidence na rektifikační lať se provede aspoň pětkrát a vypočte se aritme-



Obr. 11.

tický střed. Získaná hodnota je pak přímo opravnou hodnotou, o níž se provede oprava rektifikačním zařízením E, a to na zvláštní opravné stupnici, která je spojena s tímto knoflíkem. Nejlépe to poznáme na příkladě: Opětovaná koincidence na rektifikační lať dala tyto výsledky: $+5$, $+3$, -1 , $+2$, -1 ; střed je $+4$. To znamená, že dálkoměr ukazuje o $40''$ větší paralakční úhel. Proto na opravné stupnici u knoflíku E zmenšíme hodnotu, kterou právě ukazuje index opravné stupnice, o 4. Jestliže ukazoval tento index na př. 23, tedy otáčíme knoflíkem E tak dlouho, až ukazuje 19. Dálkoměr je rektifikován.

b) Rektifikace pomocí známé dálky.

Chceme-li rektifikovati pomocí známé dálky, musíme tuto znáti s přesností větší, než je změna paralakčního úhlu k této dálce příslušného, a to změna o $5''$. Tuto přesnost v metrech snadno vypočteme z rovnice 3, kterou si poněkud musíme upravit tak, že ji derivujeme podle D , diferenciallym pak přisoudíme hodnotu skutečných změn. Dostaneme:

$$\frac{da}{dD} = \frac{bG}{D^2} \quad 206262$$

$$dD = \frac{da D^2}{b G 206262} \quad \dots \dots \dots 5$$

Do této rovnice dosadíme za $da = 5''$, takže dostaneme

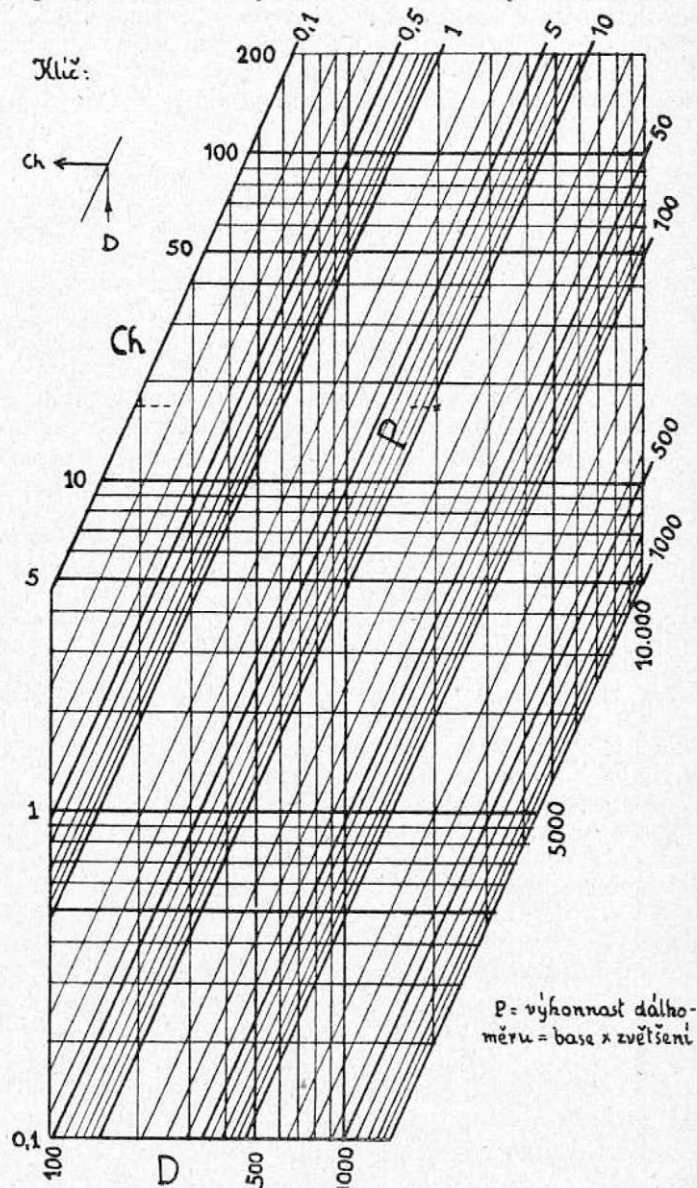
$$dD = \frac{D^2}{b G 41252}$$

Na př. pro dálkoměr SOM výkonnosti $b \cdot G = 11,2$ a dálku 2000 m dostaneme:

$$dD = \frac{4\,000\,000}{11,2 \cdot 41252} = 8,65 \text{ m}$$

Pro snadnější zjišťování těchto hodnot jsem sestavil rovnoběžkový nomogram, obr. 12, na němž lze okamžitě čísti hodnoty $dD = Ch$ pro všechny užívané dálky a dálkoměry, ale pro $d = 10''$, z důvodů, které poznáme dále. Nomogram je vzat z mojí knížky: „Pomocné tabulky a nomogramy k řešení střeleckých úloh a hodnocení palby pěchotních zbraní s 55 příklady“.

Můžeme snadno na tomto nomogramu přezkoušeti výpočet pro náš příklad: na stupnici dálek D najdeme $D = 2000$, a jdeme po kolmici (vztýčené na stupnici D), až k myšlené rovnoběžce výkonnosti $P = b \cdot G$, od-



Obr. 12.

kudž spustíme kolmici na stupnici Ch , kde čteme něco přes 17 m. Jelikož však potřebujeme hodnotu Ch pro 5" změny paralakčního úhlu, kdežto nomogram je sestaven pro 10", stačí nalezenou hodnotu Ch dělit 2, a dostaneme něco přes 8,5 m, což je hledaná přesnost, s níž musíme znáti dálku.

Príslušný interpolační bod je na monogramu označen křížkem blíže písme-
ne *P*, a rovněž vinterpólovaný paprsek *Ch* je naznačen.

Na monogramu lze řešiti celou řadu jiných úloh, vztahujících se k dálko-
měřičství, jako: naléztí žádanou přesnost, event. výkonnost dálkoměru pro
určitou pravděpodobnou úchytku měření, najítí zrakovou ostrost dálko-
měřiče z výsledků měření atd. Čtenář najde řešení těchto úloh v citované
knížce.

Při rektifikaci dálkoměru pomocí známé dálky je třeba vždy používat
dálky větších, přes 1500 m. Měřič provede na tuto dálku, kterou známe
s menší chybou, než dává vzorec 5, aspoň 5 měření, a najde z nich aritme-
tický střed. D . Rozdíl $dD = D_* - D$ určuje pak chybu, kterou je třeba
rektifikaci odstraniti. Děje se to buď prostě tak, že pomocí rektifikačního
knoflíku se posune dálkoměrná stupnice tak, že její index ukazuje na
dálku D , nebo se postupuje (u dálkoměru SOM) takto:

Vypočteme, kolik vteřin změny paralakčního úhlu tvoří rozdíl
 $D_* - D = dD$. K výpočtu použijeme buď rovnice 5, anebo nomogramu
obr. 12. Pomocí rovnice 5 dostaneme:

$$d\alpha = \frac{b \cdot G \cdot 206262}{dD} dD \dots \dots \dots 6$$

Takto vypočtenou změnu $d\alpha$ pak opravíme, zrovna tak, jak bylo uve-
dono k a). Nejlépe to poznáme opět na příkladu:

Provádíme rektifikaci na známou dálku 2000 m s dálkoměrem SOM,
výkonnosti $b \cdot G = 11,2$; kontrolní dálku 2000 m známe s přesností = 5 m,
tedy s přesností, která vyhovuje, neboť jsme vypočetli výše, že nejmenší
přípustná chyba je 8,65 m. Bylo provedeno 5 čtení, 1962, 1973, 2008, 1941,
1975. Střed je 1972. Rozdíl $D_* - D = 2000 - 1972 = + 28$ m.

Vypočteme si, kolik vteřin změny paralakčního úhlu připadá na tuto
změnu dálky 28 m:

$$d\alpha = \frac{11,2 \cdot 206262}{4.000.000} 28 = 16,2''$$

To znamená, že dálkoměr ukazuje o 16,2'' větší paralakční úhel (menší
dálku). Opravná jednotka, o níž posuneme index na opravové stupnici (je
označena na obr. 7 písmenem E) je 1,6 = 2; oprava má znaménko opačné,
tedy, jestliže ukazoval index opravné stupnice na př. 14, otočíme knoflíkem
E tak, aby index ukazoval 14 - 2 = 12, a dálkoměr bude rektifikován.

Řešení pomocí nomogramu obr. 12:

Najdeme si nejdříve hodnotu dD pro výkonnost dálkoměru 11,2, a
dálku 2000 m. Učinili jsme tak už ve dříve uvedeném příkladu a dostali
jsme něco přes 17, asi 17,5 m. Ale skutečná změna dD je 28 m. Jelikož
nomogram je sestaven pro $d\alpha = 10''$, t. j. pro jednotku, již je cejchována
opravná stupnice, můžeme vypočísti snadno opravu prostým dělením
 $28 : 17,5 = 1,6 = 2$. Opravu pak provedeme zrovna tak, jak je uvedeno výše.

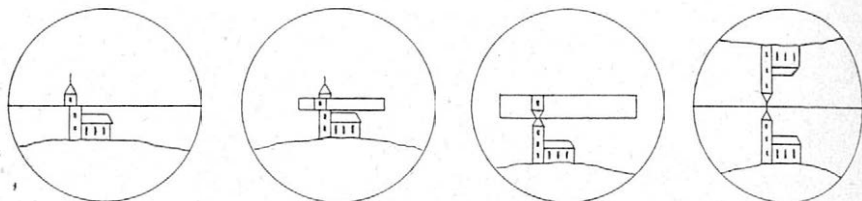
c) Rektifikace pomocí měsíce.

Za jasné noci můžeme rektifikovati dálkoměr pomocí měsíce, kdy pro-
vedeme koincidenenci na některou jeho dobře viditelnou konturu. Opravné
jednotky vypočteme zrovna tak, jako při způsobu a).

Měření.

Jak jsme už poznali, je v koincidenčním dálkoměru obraz dělen na dvě
části. Toto dělení může býti různé, a jeho vhodnost záleží od povahy cíle,

jehož dálku měříme. Tak na př. pro dálkoměry námořní je vhodné, když obě části obrázku se při koincidenci doplňují na celek. Může se to státi buď tak, že obraz je půlen, obr. 13, nebo je z něho vyříznuta určitá část, obr. 14. Někdy bývá část obrázku převrácena, jako vidíme na obr. 15. Pro měření dalek pevných objektů na zemi se hodí nejlépe způsob, znázorněný na obr. 16. Spodní polovina obrazu je přímá tak, jak ji vidíme obyčejným kukátkem, kdežto horní polovina je převrácená. Takovýmto dálkoměrům říkáme invertní.



Obr. 13, 14, 15, 16.

Lidské oko, jak učí fyziologická optika, velmi přesně stanoví koincidenci dvou čar, nejlépe přímek, takže tento způsob měření zaručuje nejvyšší možnou míru přesnosti. Jak dále poznáme v odstavci o přesnosti měření, praktické výsledky jasně ukazují, že čím je dálkoměrný objekt tenčí, na př. telegrafní tyč, tím lepších výsledků docílíme.

Chceme-li měřiti (dálkoměr je řádně rektifikován), musíme nejdříve naměřiti dálkoměr na dálkoměrný cíl. Pro hrubé zamíření slouží buď miniaturní miřidla nebo kolimátor, upevněný na dálkoměru. Pak musíme zaostřiti okulár tak, abychom dálkoměrný cíl viděli zcela jasně. Zde se dopouští většina necvičených dálkoměřičů chyby tím, že obyčejně zaostří tak, že oko je nuceno akomodovati a unavuje se, čímž trpí přesnost měření. Tak mám po ruce výsledky, které byly publikovány v Rusku (Gassovskij-Samsonova: Glaz i puti k povyšeniju efektivnosti jeho raboty. Moskva 1934) na podkladě 180 serií měření s různými dálkoměřiči; tyto výsledky ukazují, že plných 35% dálkoměřičů zaostřilo chybně tak, že oko musilo akomodovati na $-1,5$ až $+2,5$ dioptrie, což mělo v zápětí silné zhoršení přesnosti měření pro velkou únavu oka. Proto je třeba dodržovati tato pravidla:

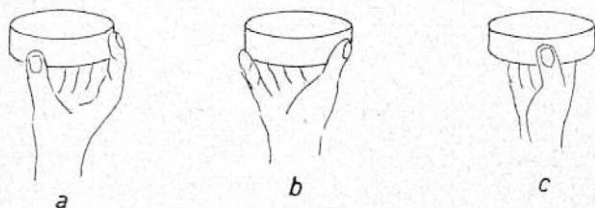
1. buď musí míti každý dálkoměřič spolehlivě zjištěný stupeň oční ametropie (zda krátkozraký nebo dalekozraký), a pak nastaví prostě na stupnici okuláru příslušný počet dioptrií,

2. nebo zaostřuje tak, že nejprve pozoruje dálkoměrný cíl obrazovým okulárem, načež jej pozoruje prostým okem. Zaostření bez ohledu na stupeň ostroty obrazu je správné, když při střídání obrazu necítí žádného akomodačního úsilí. Takto na okuláru zjištěný počet dioptrií si pak zapamatuje a nastavuje na něj vždy okulár.

Všeobecně musí platiti zásada, že nejlepší zaostření není to, při němž vidíme nejostřeji, nýbrž to, při němž je oko nejméně namáháno.

Při vlastním měření je nejobtížnější a nejdelikátnější operací nalezení správné koincidencí obou polovin obrázku. Tato koincidencí se nastavuje otáčením buď prstence nebo regulačního knoflíku, jako na př. u dálkoměru SOM. Pro pečlivé nalezení nejsprávnější koincidencí si počínáme podle tohoto vyzkoušeného návodu: Otáčíme regulačním knoflíkem (u dálko-

měru SOM na obr. 7 je označen C) tak dluho, až horní polovina obrázku těsně přejde na př. doprava tak, jak je přehnaně nakresleno na obr. 17a. Při tom musí mít palec pravé ruky, jímž knoflíkem otáčíme, nakreslenou polohu. Této poloze budeme říkati „přerušení vpravo“. Pak otáčíme knoflíkem v opačném smyslu, až horní polovina obrázku přejde těsně vlevo, jak je kresleno na obr. 17b. Poloha palce při tom je vidna z obrázku, a budeme ji říkati „přerušení vlevo“. Nyní otáčíme knoflíkem zpět tak, až se palec ocitne ve střední poloze, obr. 17c. Dosáhli jsme tak koincidence a můžeme čísti dálku. Tomuto způsobu říkáme „balancování“. Lze ještě doporučiti, aby pohyb zprava doleva byl proveden vícekrát než jednou, a to ve stále menší a menší amplitudě; poslední amplituda se pak rozpůlí uvedením palce do polohy obr. 17c.



Obr. 17.

Pro měření dalek vybíráme objekty, vyznačující se tenkými svislými přímkami, čímž přesnost měření hodně zvýšíme. Není-li přímek vertikálních, zaměříme na přímky skloněné, ale nakláníme při tom dálkoměr tak, aby měřená přímka protínala kolmo dělicí hranu v zorném poli dálkoměru.

Jsou-li na objektu jen přímky vodorovné, bude nejlépe dálkoměr vyjmouti z jeho uložení na stativu a postaviti jej kolmo tak, že přímky objektu jsou zase kolmé na dělicí hranu v zorném poli.

Při měření z volné ruky je třeba dálkoměr uchopiti pomocí přídržných rukojetí, při čemž ruce jsou ohnuty v loktech do ostrého úhlu a opírají se o tělo, takže postoj je zcela klidný.

Přesnost dálkoměru.

Dálkoměr je pomocný přístroj, jehož údaje při měření jsou cenným vodítkem; ale nemůžeme je přijímati za zcela přesné, neboť dálkoměr, jako každý přístroj, vykazuje určité chyby. Kromě toho lidské oko může vnímati jen předměty a obrazy určitých rozměrů. Nejmenší úhel, pod nímž ještě oko rozlišuje 2 body, nazýváme úhlem ostrosti zrakové, nebo prostě ostrostí zrakovou. Tato ostrost bývá obvykle kolem $60''$; u velmi dobře vidících klesne někdy až na $30''$. Naproti tomu na př. únava působí tak nepříznivě, že tento úhel se zvětšuje až šestkrát.

Hodnoty, které zde uvádíme, týkají se rozlišení dvou bodů; jinak se však věci mají. pozorujeme-li přímku. Na př. budeme pozorovati dvě proti sobě pohybující se hole, a budeme hleděti určití okamžik, kdy jedna bude v prodloužení druhé. Pro takovéto případy je oko zvlášť citlivé, a zraková ostrost zde dosahuje hodnot $10''$. Nyní chápeme, proč je velmi výhodné měřiti dálku objektu, který má dlouhé hrany, nebo ještě lépe, který má tvar tyče. Vycházíme-li od ostrosti zrakové, vypočteme snadno chybu měření rovnici 5, v níž dosadíme za $d\alpha$ příslušnou hodnotu úhlu zrakové ostrosti. Tento vzorec nám říká, že chyba měření roste podle rovnice kvadratické paraboly se čtvercem dálky, čili na dálku dvojnásobnou je chyba čtyři-

kráte větší. Za hodnotu ostrosti zrakové se obvyčejně dosazuje $10''$, a výsledek se uvádí jako nejmenší chyba. Tak to najdeme obvyčejně v továrních cenících. Tento způsob však není správný, neboť vyjadřuje jen chybu, zavinenou ostrostí zrakovou, a pomíjí chyby ostatní, kterých je celá řada. Tak na př. měříme-li dálku objektu, který nemá svislých přímek, je chyba větší, podobně při tetelení se vzduchu a při jiném způsobu osvětlení. Další chyba, která se zde pomíjí, je chyba přístroje; není-li dálkoměrná stupnice správně cejchována, mohou vzniknouti značné chyby, zrovna tak různými chody naprázdno. Je-li dálkoměříč unaven nebo nemá-li správně zaostřeno, jsou rovněž chyby daleko větší. Továrny jsou si toho dobře vědomy, a proto obvyčejně uvádějí pod tabulku hodnot chyb, vypočtených vzorcem 5 s ostrostí zrakovou $d_a = 10''$ v poznámce, že skutečné chyby mohou býti až 3krát větší. To nám ovšem neříká zase nic, a nemůže to býti podkladem kvantitativních úvah. Pro správnou představu chyb je rozhodující jediné pravděpodobná úchylka, vypočtená z velkých serií měření pomocí Gaussova zákona chyb. U nás bylo provedeno toto měření, při němž jsme došli k závěru, že pravděpodobná úchylka dosahuje $0,75$ chyby, vypočtené vzorcem 5, do něhož jsme dosadili za $d_a = 10''$, anebo čtená z monogramu obr. 12.

Uvedený poměr se týká dálkoměru přesně rektifikovaného, t. j. kdy aritmetický střed serie měření se shoduje se skutečnou délkou. Tento případ není však příliš častý, a musíme tedy počítati s tím, že pravděpodobná úchylka chyb měření se ještě zvětší. Z výsledků 1000 měření bylo zjištěno, že toto zvětšení je asi o 50%. Tak na př. pro dálkoměr SOM o výkonnosti 11,2 bychom dostali nakonec tyto pravděpodobné úchylky, s nimiž je třeba počítati při přípravě střelby:

Dálka	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500 m
Pravděpodobná úchylka	1,2	4,8	10,8	19,2	30,00	43,2	68,8 m

Tyto úchylky platí pro velmi dobře vyvíčené dálkoměříče a dobře viditelné objekty, jako na př. věže kostelů. Pro objekty, nemající tak význačných vertikálních přímek, se úchylky zvětšují. Podle pokusných měření vypadá toto zvětšení úchylek takto:

vpřed běžící figura	1,0
hromádka hlíny	1,37
jehličnatý strom tmavý	1,55
jehličnatý strom světlý	1,61
roh pole	1,61

Všechna udaná čísla platí pro poměry mírové; pro poměry v poli je třeba počítati s dalším zvětšením úchylek, takže nepřekvapí tato čísla, která jsou výsledkem praktického měření v jedné vedoucí evropské armádě s dálkoměrem o výkonnosti 11,2:

Dálka	260	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000 m
Rozdíl mezi nejkratším a nejdelším měřením	4,30	15	60	138	245	550	990	2250 m

Vidíme z nich, že dálkoměr je sice velmi dobrý a užitečný přístroj, ale přesnost, s níž měří, není nijak obdivuhodná a závisí na mnoha okolnostech, především pak na stupnici výcviku dálkoměříče. Těto nesmírně důležité a rozsáhlé otázky věnujeme někdy jindy pozornost ve zvláštním článku.