

1 900 let přístrojů pro magnetická měření

Ing. Pavel Hánek, Ph.D.,
VÚGTK, v. v. i.
a Zemědělská fakulta JU v Českých Budějovicích,
doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.,
Fakulta stavební ČVUT v Praze a VÚGTK, v. v. i.

Abstrakt

Příspěvek připomíná výročí 1 900 let od první publikace o magnetismu a jeho využití pro navigaci. Je zmíněn další vývoj a jsou představeny jednotlivé typy magnetických přístrojů pro zeměměřická využití. V textu jsou zařazeny tabulky s technickými parametry přístrojů, vyráběných v posledních dvou stoletích.

1 900 Years of Instruments for Magnetic Measurements

Abstract

The article commemorates the 1 900 years since the first publication on magnetism and its use for navigation. The development of magnetic measurements is mentioned and individual types of magnetic devices used in surveying are introduced. The article includes tables with technical parameters of instruments manufactured in the last two centuries.

Keywords: history, magnetic surveying, devices for orientation

1. Úvod

V roce 121 našeho letopočtu byl v čínské encyklopedii Šu-e-ven popsán princip kompasu (magnetka ve tvaru lžice, jejíž rukojeť mířila na jih); v mořeplavbě ho Číňané prokazatelně používali ve 3. století. Vlastnosti přírodního magnetovce (magnetitu, Fe_3O_4) však byly zřejmě známy již dříve. Magnetickou střílku na jehle popsal roku 1088 univerzální vědec Šen Kua, definoval magnetickou deklinaci a naznačil využití pro navigaci. Detailní čínský popis kompasu pochází z období 1111–1117. Jeho znalost se zřejmě šířila přes Indii a arabské země dále do Evropy. První arabská zpráva o magnetické jehle pochází až z roku 1242, ale prakticky ji používali nejméně o století dříve. V roce 1181 je znalost kompasu naznačena ve Francii v poezii, ve 13. století již patřil k vybavení námořnictva [1]. Podstatně stručnější moderní elektronická encyklopedie [2] klade počátek magnetických orientací také do Číny, ale až do 9. století. Takovýto – ne zcela neobvyklý – rozpor v historických datech však neovlivňuje výsledky (snad až na názvy článků).

Magnetické přístroje byly – a v omezené míře stále jsou – používány pro navigaci v mořeplavbě, vojenství, dálkovém obchodu, ale i pro měření úhlů v mapování, hornictví, lesnictví a jiných technických oborech. Velký význam mají stále ve sportu, například v orientačním běhu, jachtingu a dalších. Svou mobilitou doplnily astronomické způsoby meridiánové orientace. Pro rozdílnost podmínek použití se konstrukcí odlišily dva typy kompasů. Společným výchozím požadavkem byla vodorovná poloha kompasové desky, tedy možnost magnetické střílky pohybovat se v horizontální rovině. U tzv. mokřých kompasů deska s magnetickou střílkou plavala na vodní hladině, což byl i případ zmíněného prvního čínského kompasu. V námořních kompasech nebo u některých tzv. pochodových kompasů je deska pevně spojena se střílkou tak, že počátek stupnice leží nad severním hrotem. Deska je umístěna v kouli nebo kulovém vrchlíku, zčásti naplněném kapalinou (např.

směsí lihu a vody). Zesponu zatížené zařízení bylo umístěno v Kardanově závěsu, což zajišťovalo rychlejší utlumení pohybu střílky i výkyvů plavidla. Stupnice se četla podle rysky, odpovídající poloze podélné osy lodě. Suché kompas jsou urovnávány z ruky, zavěšením v některé z variant Kardanova závěsu, pomocí libely nebo stavěcími šrouby geodetického přístroje, s nímž jsou spojeny.

2. Evropský vývoj od 12. století

Magnetickou střílku zmínil již roku 1187 anglický encyklopedista Alexander Neckam. Základní dělení kompasů na suché a mokré provedl v Evropě jako první v roce 1269 Petrus Peregrinus. Měřič Daniels v roce 1505 popsal kompas se střílkou na svislém hrotu, která však byla známa již Číňanům. Tzv. větrnou růžici zavedli v 16. století Holanďané, obvod byl dělen na 16 nebo 8 dílů podle jejího průměru. Protože čtecí index (střílka) je pevný a stupnice pohyblivá, bývá označení světových stran Z (W) a V (O) zaměněno. Kruh pro měření azimutů byl často dělen na 24 hodin (hóra), odtud název hodinový kruh. Později se přidala další profesní dělení (360°, 400°, 6 000 nebo 6 400 dílců). Číslování mohlo být průběžné nebo v segmentech, pravo- i levotočivé.

Magnetická střílka má u méně přesných přístrojů tvar protáhlého lichoběžníku (rhombu), severní konec bývá zabarven. Pro přesné přístroje je určena nožová (trámcová) střílka ve tvaru obdélníku, postaveného na hranu. V obou případech je na jižním konci posuvně seřiditelné závažíčko, vyrovnávající magnetickou inklinaci, a ve středu magnetky mosazný tzv. klobouček. V jeho spodní části je ložisko z tvrdého polodrahokamu (např. safíru), kterým dosedá na hrot ostré ocelové jehly, kolmé ke kompasové desce. Pohybu střílky mimo měření (zejména při transportu) zabraňuje šroubová aretace. Ta je buď soustředná (obvykle zesponu) s osou jehly, nebo páková, ovládaná

z obvodu horní plochy kompasu. Při aretaci je střílka nadzvednuta a horní část kloboučku přitlačena ke krycímu sklu. U některých konstrukcí lze zavést opravu o hodnotu deklinace pootočením pevné stupnice (obr. 1). Na obr. 1 je patrná páková aretace i stupnice s možností opravy deklinace. Excentricita magnetky se vyloučí početně čtením obou jejích konců.

Jedním z významných výrobců kompasů se stal v 15. století norimberský kartograf Erhard Etzlaub, autor poutnických map. Angličan Michael Butterfield se stal v 17. století mechanikem krále Ludvíka XIV., pro něhož konstruoval např. cestovní sluneční hodiny s kompasem. Iver Jensen Borger založil v Kodani v roce 1755 rodinnou firmu dodnes existující pod názvem Weilbach & Cothis jako významný dodavatel námořního vybavení včetně kompasů. V roce 1770 Georg Friedrich Brander vyrobil deklinatorium, přístroj pro měření magnetické deklinace. Deklinatorium bylo později často užíváno ve spojení s teodolity v důlním měřičtví pro určování rozdílu mezi zemským a magnetickým poledníkem a stalo se tak určitým předchůdcem gyroteodolitů. Modernější verzí byl magnetometr. Významný skotský matematik, fyzik a inženýr William Thomson – Lord Kelvin v letech 1873–1878 upravil lodní kompas pro eliminaci feromagnetismu lodního trupu a nákladu; tomu předcházela dlouhá vývojová řada řešení jiných konstrukcí. V 19. a v 1. polovině 20. století se konstrukcí a výrobou přístrojů pro měření magnetických azimutů zabývaly specializované podniky i firmy, nabízející další různé matematické, fyzikální a geodetické přístroje.

Francois Jean Bernard Léon Foucault (často jen Léon F.) dokázal v roce 1852 pomocí kyvadla rotaci Země a publikoval princip gyrossetvačnicku. V roce 1908 byl postaven lodní gyrokompas. Max Schuller konstruoval roku 1921 první měřický gyrokompas, který však nebyl vhodný pro praktické použití. K výrobě gyroteodolitů různých konstrukcí došlo po roce 1950 u několika evropských a zámořských firem. Od té doby se význam magnetických měření výrazně snižuje. Kompas ovšem zůstal pomůckou pro základní přípravu gyroteodolitu na stanovisku.



Obr. 1 Úhlová hlavice Kern
(zdroj: Samlung Kern Aarau)

3. Aplikace v zeměměřičtví

Podle současného terminologického slovníku [3] je kompas „přístroj s kruhovou stupnicí, v jejímž středu je magnetka volně otáčivá kolem svislé osy; magnetka zaujímá polohu ve směru místního magnetického meridiánu“. Dalším vývojem pro potřeby praxe vznikla buzola. Podle definice to je „úhloměrný přístroj k měření magnetických azimutů; podstatou je magnetická střílka, jejíž polohu lze číst na stupnici; používá se k jednoduchým měřením; pro přesnější měření bývá vybavena dalekohledem“. Z těchto definic vyplývá, že buzola je oproti kompasu vybavena záměrným zařízením. Magnetické přístroje – buzoly různých typů a použití, buzolní teodolity – byly vyráběny a v zeměměřičtví (geodézii, důlním měřičtví, topografickém mapování) a lesnictví používány ještě po celé 20. století. V současnosti se stávají záležitostí např. amatérských jeskyňářů. Podrobné popisy přináší starší odborná literatura a učebnice, např. [1], [4], [5] a [6], pro obor důlního měřičtví např. [7], [8] a [9] a samozřejmě různé webové stránky, včetně aukčních síní. V citované i další literatuře čtenář najde popis zkoušek a rektifikací přístrojů a měřické postupy, které nejsou tématem tohoto textu. Přístroje se podle různých konstrukcí, úprav a profesních použití dělily do řady sku-

pin, mnohdy s odlišnou terminologií. Zjednodušené základní dělení do skupin uvádí následující odstavce, i když v některých případech zařazení nemusí být jednoznačné. Příkladem může být nivelační přístroj drážďanské firmy G. Heyde z roku 1920, vybavený celokruhovou buzolou. Ten by bylo možno zařadit mezi teodolitové buzoly – tachymetry, určené pro rovinný terén (viz část 3.4). Buzolu lze často z měřického přístroje vyjmout a vložit ji do tzv. vynášecí desky, používané pro kancelářskou kresbu map. Potom se jednalo o tzv. vynášecí buzolu. U některých konstrukcí závěsných důlních teodolitů (např. firmy Brandenburg) je buzola s deskou pevně spojena.

3.1 Měřické buzoly

Průměr měřicky používaných buzol se pohybuje mezi 6 cm až 14 cm. Za předpokladu šedesátinného dělení hodinového kruhu pro ně odpovídá dílku 1° oblouk délky 0,52 mm až 1,22 mm. Nebudeme-li uvažovat další vlivy kromě tloušťky konce nožové magnetky, bude podle našeho názoru přesnost čtení zhruba $\frac{1}{2}^\circ$ až $\frac{1}{4}^\circ$. Přesnost čtení lze zvýšit pomocí lupy, hranolovým koincidenčním sledováním vhod-

ně upravených konců magnetky, nebo speciálními úpravami. V těchto případech může být přesnost lepší než $0,1^\circ$.

Jednoduché měřické buzoly byly před měřením nasazeny na svislou okovanou tyč, zaraženou do země; někdy byly opatřeny zařízeními, umožňujícím horizontaci. Již v 17. století se stala, spolu s provazcem, základním vybavením a snad i symbolem českých zemských měřičů. Šimon Podolský z Podolí [10] jednoznačně přibližuje pracovní postup: "Při vyměřování, když jest mráz, oštipec, na kterýmž compass aneb instrument geometrický stále státi musí, do země vražen býti nemůže a měřiči zemskému v rukavicích regule na instrumentu pro zimu spravovati, nadto maje přemrazené ruce, do tabulek co poznamenávati možné není." Později byly přístroje stavěny tzv. tulejkou (nátrubkem) na třínohé stativy s čepem, a po dalším vývoji na dnes běžný stativ.

Příklad měřické buzoly s dioptrou jako záměrným zařízením je na **obr. 2**. (Autoři děkují p. Aldo Lardelli za laskavé poskytnutí tiskových podkladů.). Tato měřická buzola z roku 1872 má vnitřní průměr kruhu 10 cm, interval dělení stupnice je $\frac{1}{2}^\circ$. Na **obr. 1** je buzola ve spojení s úhlovou hlavici (pantometrem) pro vytyčování úhlů konstantní velikosti.

Měřickou buzolu B3 vyráběla firma Wild ještě v 80. letech 20. století (**obr. 3**). Optický kolimátor má zvětšení 2,5x. Zakrytá buzola o průměru 65 mm je Schmalkanderova (též: Katerova) typu. Magnetka je spojena pevně se stupnicí se zvýšeným okrajem, nesoucím dělení. Tato stupnice je čtena lupou opatřenou indexem s přesností $0,1^\circ$.

Buzola může být spojena s jiným úhломěrným přístrojem, z nichž některé vznikly odvozením z astronomických přístrojů. K nim patří oblíbený celokruhový holandský přístroj nebo půlkruhový geodetický astroláb (grafometr), užívané již v 16. století. Tyto přístroje, umožňující měření v libovolné rovině, mají 2 páry průzorů, z nichž jeden na průměru $0^\circ-180^\circ$ sloužil ke kontrole stability postavení, druhým na otočné alhidádě se cílilo. Buzola sloužila k orientaci měření ve vodorovné rovině.

Topografická (stolová) buzola je buď celokruhová buzola menšího průměru, spojená se čtvercovou nebo obdélníkovou mosaznou deskou, nebo obdélníkový výřez hodinového kruhu s osou S-J (též: orientační b.). Zkosené podélné hrany desky nebo hrana krabice jsou s touto osou rovnoběžné. Byla používána např. pro orientaci měřického stolu, mapového listu apod.

3.2 Hornické buzoly

V roce 1636 Balthasar Roessler z Altenburgu vyrobil a popsal svou konstrukci závěsné důlní buzoly. Ta je považována za původní evropský příspěvek k vývoji magnetických přístrojů. Časem vzniklo několik variant, z nichž nejběžnější jsou následující dvě. Freiberská soustava má prstenec, v němž je výkyvně umístěna kompasová krabice, se závěsným obloukem spojen pevně, kdežto u kasselské soustavy otočné na čepu. (Kasselská buzola se při transportu složí naplocho, ovšem opotřebením čepu vzniká systematická chyba.) Osa krabice a oblouku jsou vzájemně kolmé, osy oblouku a prstence rovnoběžné ve svislé rovině, v níž leží i dva závěsné háky oblouku. Hornické buzoly byly zavěšovány přímo na provazec, realizující polygonovou stranu (ve sklonu zhruba do třetiny délky od nižšího konce), měřilo se ve dvou polohách převěšením. Pro speciální účely se umísťovaly na mosazné závěsy.

Zajímavou úpravu buzoly kasselského typu přinesla v roce 1886 pražská firma J. & J. Frič (**obr. 4**). Kruh byl levo-



Obr. 2 Kern (zdroj: Sammlung Kern Aarau)



Obr. 3 Wild B3 (zdroj: Wikipedia)



Obr. 4 J. & J. Frič v. č. 437 [11]

Tab. 1 Závěsné buzoly

Výrobce	Rok	Konstrukce	Průměr vnitřní mm	Dělení	Nejmenší dílek	Čtení	Kg
Studer	1791–1823	kasselská	90	24 h	1/16 h	asi 30′	0,5
Hildebrand	po 1873	freiberská	90	360°	1°	20′–30′	0,5
Frič	1886	kasselská	104	24 h	½°	2′	1,0
FPM	2. pol.20. st.	kasselská	90	360°/400gon	2°/2gon	1°/1gon	0,4

točivě dělen na 24 hodin (1 h = 15°). Každá z nich byla dělena na 3 x 10 dílků (1 dílek = ½°). Pod magnetkou byl umístěn slídový třecí kroužek, který rychle tlumil její kmity. To dovolilo na oba konce střečky umístit vernier s 15 dílky, takže na každém z nich bylo možno číst 2′. Přesnost tak byla o řád vyšší nežli u jiných konstrukcí obdobného průměru kruhu.

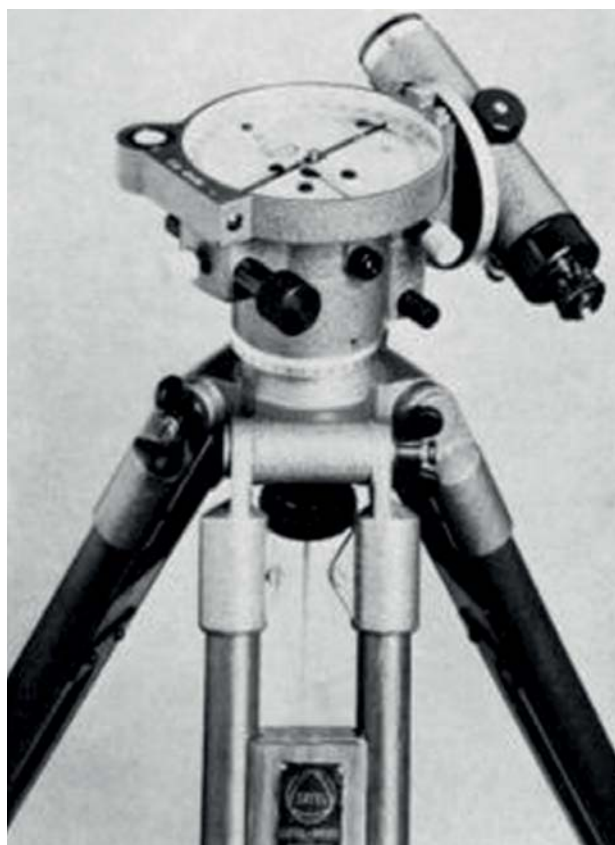
Přehled některých přístrojů je uveden v **tab. 1**. Vnější rozteč závěsných háků je často 236 mm. (Podle našeho názoru to zhruba odpovídá 1/8 freiberského nebo téměř shodného kasselského látra. V Německu a Rakousku se však hornické látra pohybovalo v rozmezí 1,75 m – 2,99 m.) Součástí soupravy byl obvykle závěsný sklonoměr, méně často byl závěsný oblouk přímo upraven jako sklonoměr (**tab. 1**).

Důlní správce A. Plamínek (v Idrii, dnes slovinská Idrija, tehdy největší doly na rudy rtuti) v práci [9] navrhl buzolu, která pro lepší viditelnost stupnice byla umístěna nad šňůrou. Na spodní části byla opatřena symetrickým kyvadlem, které provazec „obkročilo“. Čtení se provádělo pomocí hranolů, autor uvádí přesnost 0,1°. Přístroj byl podle [7] oblíben zejména ve Francii.

Tzv. kapesní hornický kompas je jednodušší úpravou závěsné buzoly. Byl určen pro hrubá měření, prováděná nižšími úředníky nebo předáky. Byl tvořen dvěma plochými polokruhy, ve vrcholu otočně spojenými. Jeden z nich měl na koncích závěsné háky, druhý pouzdra čepů, kterými se po rozložení kruhů (do tvaru 8) a vložení zajistila kompasová krabice, spojená s vynášecí deskou.

3.3 Teodolitové buzoly

Teodolitová buzola je přístroj podobný jednoduchému teodolitu – tachymetru, nemá však vodorovný kruh (**obr. 5**). Celokruhová buzola je centrická, výškový kruh je často nahrazen jen segmentem. Dalekohled měl většinou malé zvětšení, (tj. velké zorné pole), pro umožnění strmých záměrů a dobrou čitelnost buzoly byl mnohdy excentrický. Excentricita se pro blízké cíle vyloučila měřením ve dvou polohách, pro delší záměry neměla vzhledem k přesnosti prakticky vliv. Ve firemních materiálech byly tyto přístroje často značeny jako lesnické, kde možnost magnetické orientace, nízká hmotnost i skutečnost, že v polygonovém pořadí stačí měřit ob bod, byly výhodou. Použití však nacházely také v méně přesných pracích v urbanizmu, v agrárních operacích, při mapování, nebo ve vojenství. Řada výrobců je postupně modernizovala a nabízela ještě ve 20. století. (Např. firma Kern model TB představila v letech 1920, 1947 a 1965.) V řidších případech byla buzola součástí záměrného pravítka (eklimetru) pro mapování měřickým stolem. Stručný výběr s přehledem parametrů je uveden **tab. 2**. (Zkratka exc. znamená excentrický dalekohled.)



Obr. 5 Ertel TFB (zdroj: archiv autorů)

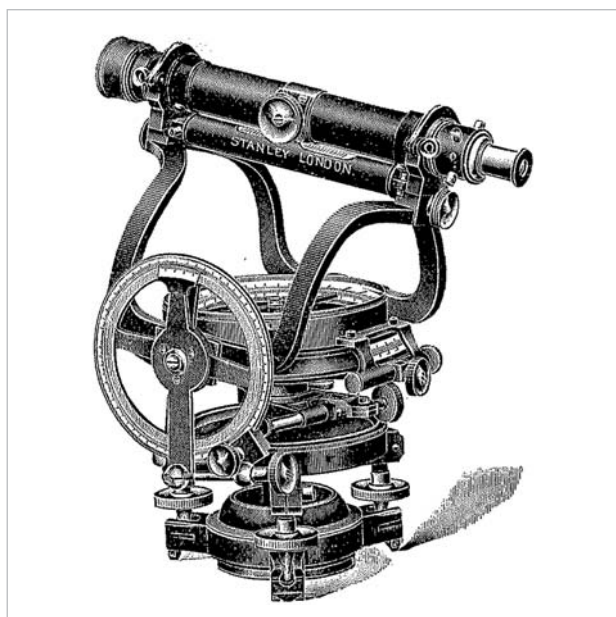
3.4 Buzolní teodolity

Tento typ je v podstatě minutový teodolit – tachymetr, doplněný buzolou. (Poznámka: Tachymetry se segmentem svislého kruhu a citlivou libelou na dalekohledu byly v odborné literatuře nazývány univerzálními nivelačními přístroji, nebo nivelačními tachymetry. I tyto přístroje, např. firmy Breithaupt, byly vybavovány buzolou.) Celokruhová buzola může být centricky umístěna pevně na alhidádě mezi nosníky (**obr. 6**), nebo nasazovací na klopnou osu dalekohledu. (Novinka roku 1910 na **obr. 6** je pozoruhodná nejen umístěním svislého kruhu, ale i tím, že v konstrukci byl použit hliník, což vedlo k výraznému snížení hmotnosti přístroje.) Některé přístroje (např. Fennel) byly na alhidádě vybaveny obdobou orientační buzoly (viz část 3.1).

Známé jsou též přístroje s buzolou excentricky umístěnou (např. Gebrüder Fromme), stejně tak jako s excentrickým dalekohledem (**obr. 7**).

Tab. 2 Teodolitové buzoly

Výrobce	Označení	Rok	Buzola		Zvětšení	V kruh		Kg
			průměr mm	čtení		rozsah	čtení	
Ertel	TFB	≈ 1961	85	0,2°	exc. 12x	360°	0,1°	1,5
Kern	eklimetr	19. st.	145	0,25°	20x	±50°	1′	N/A
Kern	TB	1920/70	93	0,1°	exc. 24x	360°	1′/2″	2,7
Spitra		≈ 1850	(90)	0,2°	17x	±40°	2′	3,2
Zeiss	Tachytop	1930/55	N/A	0,1°	exc. 5x – 14x	360°	0,1°	N/A



Obr. 6 Stanley, 1910 [12]

Magnetický přístroj mohl sloužit k přímému čtení azimutů (a tedy k výpočtu vodorovných úhlů) s dříve popsanými výhodami, u dvojosých (repetičních) teodolitů též k nastavení nuly vodorovného kruhu do směru magnetického poledníku.

Modernější přístroje používaly (většinou na objednávku) celokruhovou buzolu Schmalkanderova typu nasazovanou na pravý nosník dalekohledu (např. Zeiss Jena Theo 020). Stupnice se četla lupou s indexem s přesností asi 0,1°. Obdobně byla čtena stupnice buzoly, vestavěné do běžně vyráběného teodolitu nad alhidádu (obr. 8).

Alternativně k orientaci teodolitu sloužil trubicový usměrňovač, který byl buď vestavěn do přístroje (např. Meopta T1c) nebo v příslušenství pro nasazení nebo upevnění zpravidla na pravý nosník dalekohledu (např. Fennel, Meopta Th 30x, Zeiss Theo 020). Obrazy zdvojených konců magnetky byly hranoly převedeny do zorného pole nad sebou. Přesnost nastavení po koincidenci jemnou vodorovnou ustanovkou je 2′.

Konstruktivně zajímavý je obchodně velmi úspěšný malý buzolní teodolit Wild T0 (obr. 9). Zakrytá magnetka nese lehký kovový kruh se stupnicí dělenou po 2°; při koincidenčním čtení tzv. Wildovým způsobem má dílek každé ze stupnic hodnotu 1°. Přístroj byl ovšem vyráběn též se



Obr. 7 Breithaupt, 1870 [11]



Obr. 8 Srb a Štys Th.B, 1938 [11]

setinným dělením. Obrazy dvou protilehlých míst stupnice jsou opticky svedeny do okuláru čtecího mikroskopu (lupy) a koincidovány mikrometrem, jehož hlava je dělena po 2'; odhadovat lze 1'. Na začátku měření se magnetka odaretuje a otáčením přístroje kolem svislé osy se nastaví nula. Po zaaretování se hodinový kruh stává libmem a přístroj se používá jako běžný teodolit (tab. 3).

Tyto typy přístrojů byly samozřejmě používány i v armádě, v různých úpravách především u dělostřelectva. Po 2. světové válce byl exportně úspěšný např. Ertel BT I. V československé armádě byl používán teodolit Meopta T1c v úpravě s periskopem a dílcovým dělením s označením T60. Označení dělostřelecká buzola nesl přístroj PAB (později PAB-2A M64) (obr. 10) s hmotností 2,5 kg – 1,8 kg, vybavený osvětlením, magnetickým usměrňovačem a oběma kruhy s dělením na 6 000 (obvyklý zápis 60-00) nebo nověji 6 400 (64-00) dílců v kroku 100 dc ($\approx 5,6^\circ$). Svislý kruh je omezen na $\pm 3-00$ dc ($\pm 18^\circ$), v pozdějších variantách $-4-00$ až $+7-00$ dc (tj. $-22,5^\circ$ až $+39,375^\circ$). Vodorovný kruh má barevně odlišné číslování stupnic v obou směrech. Oba kruhy lze mikrometrem odečítat na 01 dc. (U některých přístrojů obdobného typu lze menší úhlové hodnoty odečítat na stupnici v zorném poli.) Dalekohled měl zvětšení 8x, k přístroji byl dodáván periskop. Přístroj se na stativ upevňoval kulovým čepem.

4. Závěr

Orientace a měření magnetických azimutů byly v Evropě od středověku velmi rozšířenou metodou, pro jejíž jed-



Obr. 9 Wild T0, vývojová řada (zdroj: archiv autorů)

Tab. 3 Buzonní teodolity

Výrobce	Označení	Rok	Buzola		Zvětšení	Čtení kruhu		Kg
			průměr mm	čtení		Hz	V	
Breithaupt		1870	75	0,5°	exc 6x	1′	1′	2,5
Ertel	BT I	1940/50	65	0,5°	18x	2°	2°	4,8
Srb a Štys	Th.B.	1922/45	85	0,2°	25x	1′	1′	4,4
Wild	T0	1932/90	68	mikrom	20x	1′/2°	1′/2°	2,7
Breithaupt	BUMON	stále	80	0,1°	exc 30x	1′	1′	N/A

Obr. 10 Dělostřelecká buzola PAB-2A M64
(zdroj: archiv autorů)

jednotlivé aplikace v nejrůznějších technických oborech bylo konstruováno a vyráběno příslušné instrumentarium.

Tento text vznikl v rámci grantového projektu Ministerstva kultury České republiky NAKI II, č. DG18P02OVV054 Zeměměřické a astronomické přístroje používané na území ČR od 16. do konce 20. století, jehož řešitelem je VÚGTK, v. v. i. ve spolupráci s NTM v Praze. V průběhu řešení projektu byla zatím dokumentována více než stovka přístrojů převážně evropských výrobců. Od konce dubna 2021 budou vybrané obrazové a textové informace o přístrojích a výrobcích (včetně magnetických) dostupné na www.surveyinginstruments.org.

LITERATURA:

- [1] Ottův slovník naučný. Praha, Ottovo nakladatelství. a) Díl XI. 1897, s. 605-606, b) Díl XIV. 1899, s. 655-658.
[2] Buzola. Wikipedie, otevřená encyklopedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Buzola> [2021-02-23].

- [3] Terminologická komise ČÚZK: Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí. [online]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/> [2021-02-24].
[4] TEYSLER-KOTYŠKA: Technický slovník naučný. Praha, Borský a Šulc. a) Díl II. 1928, s. 793-796. b) Díl VI. 1931, s. 841-851.
[5] RYŠAVÝ, J.: Praktická geometrie (Nižší geodesie). Praha, ČMT 1941, s. 122-137, s. 160-161.
[6] DEUMLICH, F.-STEIGER, R.: Instrumentenkunde der Vermessungstechnik. 9. vydání. Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag 2002. ISBN 3-87907-305-8.
[7] RYŠAVÝ, J.: Měření podzemních prostor. (Litografované přednášky). Praha, Nákladem Ústřední komise pro vydávání přednášek při čes. vys. učené technické 1928.
[8] NESET, K.: Důlní měřictví I. Praha, SNTL a SVTL 1966.
[9] PLAMINEK, A.: Project einer neuen Hängeboussole. Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 26, 1886, č. 13, s. 128-130 + příloha IV.
[10] Simeona Podolského z Podolí knížka o měřích zemských a vysvětlení, od kterého času míry a měření zemské v království Českém svůj počátek mají. (kap. II; In: SEDLÁČEK, A.: Paměti a doklady o staročeských mířích a váhách. Praha, nákladem České akademie věd a umění 1923, s. 336-337.
[11] HÁNEK, P. ml.-BÍLEK, J.-HÁNEK, P.-HRUŠTINCOVÁ, G.-LATOVÁ, D.-ŠAROCHOVÁ, P.-VACEK, T.-VACKOVÁ, K.-VOLKMANN, M.: Virtuální sbírka starých zeměměřických přístrojů. VÚGTK. [online]. Dostupné z: www.surveyinginstruments.org.
[12] KÖHLER, F.: Markscheidewesen aus der Brüsseler Weltausstellung im Jahre 1910. (Separát) Oester. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 51, 1911, č. 24-27.

Do redakce došlo: 11. 3. 2021

Lektoroval:
Ing. Antonín Švejda,
Národní technické muzeum