

Století opto-mechanických geodetických přístrojů

O přínosu Heinricha Wilda

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

Abstrakt

Na konci 19. století a v první třetině 20. století došlo k rozvoji a změnám konstrukcí opto-mechanických přístrojů, zejména teodolitů, nivelačních přístrojů a fotogrammetrických přístrojů a zařízení. Článek připomíná zásluhy švýcarského konstruktéra Heinricha Wilda a krátce představuje jeho typické úpravy přístrojů, které postupně vyvíjel u firem Zeiss Jena, Wild Heerbrugg a Kern Aarau. Jeho úpravy se stále uplatňují i u současných přístrojů.

Century of Optomechanical Geodetic Instruments About the Contribution of Heinrich Wild

Abstract

At the end of the 19th and in the first third of the 20th century, there were developments and changes in the construction of opto-mechanical instruments, especially theodolites, leveling instruments and photogrammetric instruments and devices. The article recalls the merits of the Swiss designer Heinrich Wild and briefly presents his typical modifications of the instruments, which he gradually developed in the companies Zeiss Jena, Wild Heerbrugg and Kern Aarau. Its modifications still apply to current devices.

Keywords: Heinrich Wild, Schweizerische Landestopographie, Carl Zeiss Jena, Wild Heerbrugg, Kern Aarau

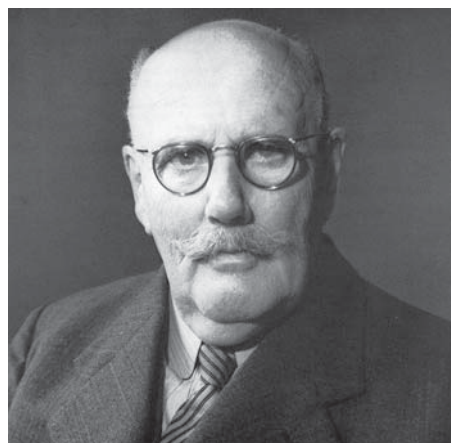
1. Úvod

Na přelomu 19. a 20. století se v mnoha oborech zrychlil a rozšířil rozvoj lidského poznání. Týká se to samozřejmě i geodézie, která reagovala na potřeby moderní vědy, techniky a národohospodářství, v některých případech sama rozvoj souvisejících oborů iniciovala. V souvislosti s tím je možno jmenovat několik významných konstruktérů geodetických a fotogrammetrických přístrojů. Světový vývoj zeměměřičství i oboru jemné mechaniky a optiky v té době však pravděpodobně nejvíce a trvale ovlivnil švýcarský geodet a topograf Heinrich Wild.

2. Heinrich Wild

Heinrich Wild (**obr. 1**) se narodil 15. 11. 1877 v Mitlödi v kantonu Glarus. (Podrobné informace přináší zejména práce [1], [2].) Jeho otec, kreslič Jost Heinrich Wild, zemřel v roce 1880 a podle rodinných vzpomínek měla na H. Wilda v jeho dětství největší vliv rázná a náročná babička, k níž se matka Elisabeth s rodinou po smrti manžela přestěhovala. Nadání, píle a vůle H. Wilda se brzy projevil tím, že ve venkovské základní škole přeskočil dvě třídy. Jako patnáctiletý se v městě Glarus stal učněm Ing. Gottlieba Heinricha Leglera, jehož firma se zabývala vodními stavbami a melioracemi.

V 18 letech byl Heinrich Wild předčasně úředně prohlášen plnoletým a s malým teodolitem začal sám podnikat měření pro vodohospodářství. Po této praxi nastoupil zeměměřičské studium na technické škole ve Winterthuru (v kantonu Curych) a věnoval se též samostudiu vyšší ma-



Obr. 1 Heinrich Wild, [1]

tematiky. Studium v roce 1899 jako ročníkový premiant přerušil, protože mu škola už nenabízela možnosti dalšího odborného růstu.

Ve věku 22 let se stal inženýrem III. stupně (Bundesexpert III. Klasse) ve Federálním topografickém ústavu v Bernu (Eidgenössische Topographische Bureau in Bern, po roce 1900 Schweizerische Landestopographie. Současný název je Bundesamt für Landestopografie – swiss-topo). Po několika letech byl (oproti všem zvyklostem) již přeřazen do I. stupně. Pracoval jako topograf, ale především se účastnil nivelačních a zejména triangulačních prací v horském prostředí v kantonu Wallis. (Při nich poznal Annu Katharinu Märchy, s níž roku 1900 v Bernu uzavřel sňatek. Manželé Wildovi měli 5 synů, z nichž 3 předčasně zemřeli, a 4 dcery.) Získané praktické, mnohdy ne-

gativní, zkušenosti uplatnil ve svých pozdějších konstrukcích. Na jeho doporučení úřad začal od roku 1906 používat pro vyloučení chyby ze strhávání kruhu pouze jednosé teodolity saské firmy Hildebrand. Navrhl a zavedl sektorovou metodu observací, která se mezinárodně uplatnila v triangulacích vyššího řádu. Podle jeho názoru se měřické přístroje nevyvíjely v souladu s potřebami a dostupnými možnostmi, dosavadní stav považoval za „beznadějně zastaralý“. V roce 1905 proto Wild zkonstruoval teodolit zcela nové koncepce, určený pro triangulace 3. a 4. řádu. V období let 1905–1907 byl členem odborné komise pro zavádění telemetrů do švýcarské armády, jejichž konstrukci sám značně zdokonalil. Přitom se seznámil s pracovníky firmy Zeiss z Jeny, kteří uvažovali o zahájení výroby geodetických přístrojů.

V roce 1907 opustil úřad a v roce 1908 (někdy je uváděno 1909) převzal přípravu a vedení nově založeného geodetického oddělení firmy Carl Zeiss Jena. V době I. světové války se ročně na několik měsíců vracel do vlasti, kde sloužil v hodnosti majora dělostřelectva ve Svatogotthardské pevnosti. Po skončení války se pro problematickou situaci v Německu vrátil do Švýcarska. V roce 1921 založil se společníky Dr. Robertem Helblingem a Jacobem Schmidheiny dílnu na výrobu geodetických přístrojů s názvem Heinrich Wild, Werkstätte für Feinmechanik und Optik. Wildovi společníci projekt financovali „pro povznesení zaměstnanosti a úrovně obce“, i pro jeho nadání a matematické schopnosti. Název a právní forma podniku se několikrát změnila, název Wild Heerbrugg AG byl používán od roku 1954. (Poznámka 1: V roce 1988 firma Wild koupila firmu Kern Aarau, založenou v roce 1819. V roce 1990 fúzí se společností Cambridge Instrument Company Plc. vznikla firma Leica Geosystems, která se roku 2005 stala součástí koncernu Hexagon.)

V roce 1930 Heinrich Wild obdržel při příležitosti 3. mezinárodního fotogrammetrického kongresu čestný doktorát Spolkové vysoké polytechnické školy v Curychu (Eidgenössische Technische Hochschule, založena 1854). Jako tvůrčí pracovník se ani v době krize třicátých let téměř nezajímal o ekonomické záležitosti firmy. Proto se dostal do sporu a rozešel s vedením podniku, protože chtěl ve výrobě průběžně uplatňovat nové vynálezy a konstrukce, zatímco dosavadní přístroje stále měly dobrý odbyt. Od roku 1931 byl samostatným konstruktérem. V roce 1933 přešel ke konkurenční, zavedené prosperující firmě Kern Aarau. Zemřel 26. 12. 1951 v Römerburgu na selhání srdce.

3. Konstrukce Heinricha Wilda

3.1 Přístroje firmy Zeiss Jena

Heinrich Wild si celoživotně za podmínku nové konstrukce teodolitů kladl výrazně nižší hmotnost, rychlou přípravu na stanovisku a necitlivost k vlivům vnějšího prostředí, což znamenalo nutnost snížení počtu potřebných rektifikací, zakrytí dělených kruhů a v důsledku zvýšení stability všech konstrukčních prvků. ([1] uvádí, že zkušenému H. Wildovi trvala v roce 1902 příprava a rektifikace teodolitu při triangulaci na 3 257 m vysokém Dents du Midi téměř 3 hodiny. Je zřejmé, že podmínkou byla též fyzická zdatnost měřiče a jeho skupiny.) Některé z těchto požadovaných úprav byly už dříve nebo téměř souběžně v omezené míře a bez většího zájmu odborné veřejnosti použity jinými výrobci. Vy-

roba Wildových prototypů teodolitu však narazila na četné problémy, protože konzervativní firmy neměly potřebné zkušenosti z montáže „choulostivé“ optiky a snad ani zájem. V roce 1908 jeden prototyp zhotovila berlínská firma Wannschaff, druhý prototyp firma Kern nikdy nedokončila; celá práce skončila neúspěchem, nedůvěrou a zpožděním v zavedení potřebných změn. Významným byl požadavek úpravy čtení kruhů bez nutnosti „tanců kolem přístroje“, tedy přecházení od okuláru dalekohledu ke dvojici čtecích pomůcek. Roku 1907 byl přijat Wildův patent na společné čtení diametrálně položených míst kruhu.

Jeho první vyráběnou konstrukcí u firmy Carl Zeiss byl nivelační přístroj nazývaný „model I“, (obr. 2). V roce 1910 byl dobovou literaturou považován za „epochální novinku“. V roce 1911 přibyl malý přístroj střední přesnosti s označením II a přístroj III pro přesnou nivelaci. U těchto přístrojů a u modelu I byla původní úprava se 4 svislými stavěcími šrouby, obsluhovanými zesponu, nahrazena dnes klasickou trojnožkou s trojicí svislých stavěcích šroubů, chráněných proti vnikání prachu. V jejich stavbě se uplatnily všechny Wildovy moderní konstrukční prvky [3]. K nim patřila nízká hmotnost (1,3 kg u původního modelu I), hranolové sledování urovnání nivelační libely, otočný analaktický dalekohled s vnitřní zaostřovací čočkou, použití záměrného kříže libovolného tvaru rytého na skleněné destičce. U modelu III byl ještě použit optický mikrometr s planparalelní deskou, který významně zvýšil přesnost a rychlost čtení, a invarová nivelační lať, výrazně méně podléhající teplotní roztažnosti. (Poznámka 2: Za autora dalekohledů stálé délky je považován John Dollond s datací 1758. Ryskový kříž na skle navrhl prof. Johann Tobias Mayer z Göttingenu v roce 1748. Dálkoměr, tvořený třemi symetrickými vodorovnými nitěmi, konstruoval v roce 1813 Georg von Reichenbach pro bavorský katastr. Optický mikrometr s planparalelní deskou navrhl v roce 1841 Clausen. První invarovou nivelační lať vyráběla vídeňská firma Rudolf & August Rost v roce 1905.)



Obr. 2 Nivelační přístroj Zeiss, model I, [5]

V období 1910 až 1912 byl konstruován pod označením RTh II první repetiční teodolit společnosti Zeiss (**obr. 3**). Vzhledově připomínal přístroje jiných výrobců, zahrnoval však nové Wildovy konstrukční úpravy, které byly použity již v jeho nivelačních přístrojích. K nim patřil poměrně krátký (230 mm) dalekohled stálé délky, odstraňující chyby vyvolané nestabilním okulárovým výtahem, dále kuželový alhidádový čep, zakryté kruhy, prachutěsné čtecí mikroskopy s mřížkou, hranolové sledování indexové libely. To vše až do 30. let představovalo nejvýraznější pokrok. Prodej a vývoj přístrojů však výrazně zpomalilo vypuknutí 1. světové války, kdy podnik přešel na válečnou výrobu. V letech 1908–1911 byl na principu Carla Pulfricha z roku 1901 postaven firmou Zeiss opticko-mechanický stereoautograf pro fotogrammetrické vyhodnocování měřických stereodvojic, použitelný pro tvorbu topografických map. Ve Wildově konstrukci byly optické osy vodorovné, vzájemné prostorové uspořádání rovin snímků a virtuálního modelu bylo obdobou konfigurace v okamžiku expozice. (Poznámka 3: Prototyp stereoautografu – původně auto-stereografu – c. k. npor. Eduarda von Orel vyrobila firma Rost ve Vídni. Jeho přístroj pracoval se svislými optickými osami.) O fotogrammetrii a konstrukci zejména vyhodnocovacích přístrojů se však Wild začal více zajímat po roce 1920. V té době se také zabýval myšlenkou samourovňovacího nivelačního přístroje s rtuťovým horizontem.

Po válce působil H. Wild za svízelných podmínek ve firmě Zeiss krátce jako konstruktér i jako dílovedoucí. Podle některé literatury byly v roce 1922, tedy před 100 lety, dokončeny práce na prvním teodolitu s oběma skleněnými

mi kruhy. (Poznámka 4: Prioritu použití skleněného vodorovného děleného kruhu má pražská firma J. a J. Frič, která v roce 1886 vyrobila malou sérii důlního teodolitu Duplex. Jednoduchý skleněný kruh měl též fototeodolit Rost.) Kruh měl podobu nízkého válce, stupnice byla vyhotovena na jeho postříbřeném plášti. Šířka rysek se pohybovala okolo $2\ \mu\text{m} - 3\ \mu\text{m}$. Pod označením Th I (zvětšení 18 \times , délka dalekohledu 137 mm, odečet 1", hmotnost 3,8 kg) byl vyráběn v letech 1924–1930. H. Wild se i po odchodu z firmy na dokončení vývoje a přípravě výroby podílel. Vertikální osa byla poprvé opatřena kuličkovým ložiskem. Čtení úhlových hodnot s využitím koincidence protilehlých míst kruhu převedl podle své myšlenky z roku 1907 do mikroskopu vedle okuláru dalekohledu. Přístroj měl osobitý vzhled, nadále charakteristický pro úhломěrné přístroje firmy Zeiss Jena. Do této řady patřil triangulační teodolit Th II (27 \times , 1", 6,8 kg), Th III (27 \times , 12", 5,8 kg) se stupnicovým mikrometrem a Th IV (27 \times , 6", 5,3 kg) (**obr. 4**). (Poznámka 5: Model Th IV byl ve 30. letech doplňován tangentovým šroubem pro měření vzdáleností pomocí vodorovné latě konstantní délky.)

3.2 Přístroje firmy Wild Heerbrugg

Jak bylo již napsáno, 21. 4. 1921 založil v té době již známý a uznávaný konstruktér Heinrich Wild nový podnik v Heerbruggu v kantonu St Gallen nesoucí v různých podobách jeho jméno; do zisku se firma dostala s důvěrou početnějších, solventních a vlivných akcionářů až v roce 1929.



Obr. 3 Teodolit Zeiss RTh II, [6]



Obr. 4 Teodolit Zeiss Th IV s tangentovým šroubem, [5]

V roce 1922 byl vyroben fototeodolit P30 a v prototypu stereoautograf A1. Rychlý rozvoj letadel i fotogrammetrie vedl ke konstrukci letecké kamery. V roce 1925 byl představen autograf A2 (ukončení výroby 1941) a kamera C2. Wildovy fotogrammetrické přístroje se rychle uplatnily ve Švýcarsku i ve světě. Model A4 byl vyráběn v období 1933–1953, model A5 v období 1937–1953. Pro transport teodolitů i nivelačních přístrojů H. Wild navrhl kovové prachutěsné pouzdro a stabilní stativ. Pro teodolity platil požadavek možných záměr ve sklonu až $\pm 65^\circ$, z čehož podle našeho názoru vyplynul typický kuželový tvar krytu alhidády a limbu. První „univerzální teodolit“, vteřinový Wild Th I, který byl později přeznačen na Wild T2, byl vyvíjen od roku 1921 a prodáván s minimálními úpravami v letech 1923–1996 (obr. 5). V roce 1925 konstruktér H. Wild představil legendární triangulační teodolit Wild T3, určený pro triangulace I. a II. řádu, oblíbený i při měření deformací. Součástí bylo koincidenční čtení kruhů, doplněné optickým mikrometrem. Teodolit se široce uplatnil i v naší praxi. Vznikl na základě modelu z roku 1921, vyráběn byl do roku 1988. Od roku 1932 firma vyráběla až do roku 1990 buzolní teodolit T0 zajímavé konstrukce, v letech 1933–1996 desetivteřinový teodolit T1 s optickým mikrometrem.

Od roku 1922 až do roku 1935 byl vyráběn nivelační přístroj N II, po úpravě známý pod pozdějším označením N2. V letech 1929–1939 byl na trh dodáván model N III pro přesnou nivelaci. Po modernizaci byl pod označením N3 vyráběn do roku 1972 a po další úpravě do roku 1996 (obr. 6).



Obr. 5 Teodolit Wild T2 z roku 1950, [5]



Obr. 6 Nivelační přístroj Wild N3 z roku 1960, [5]

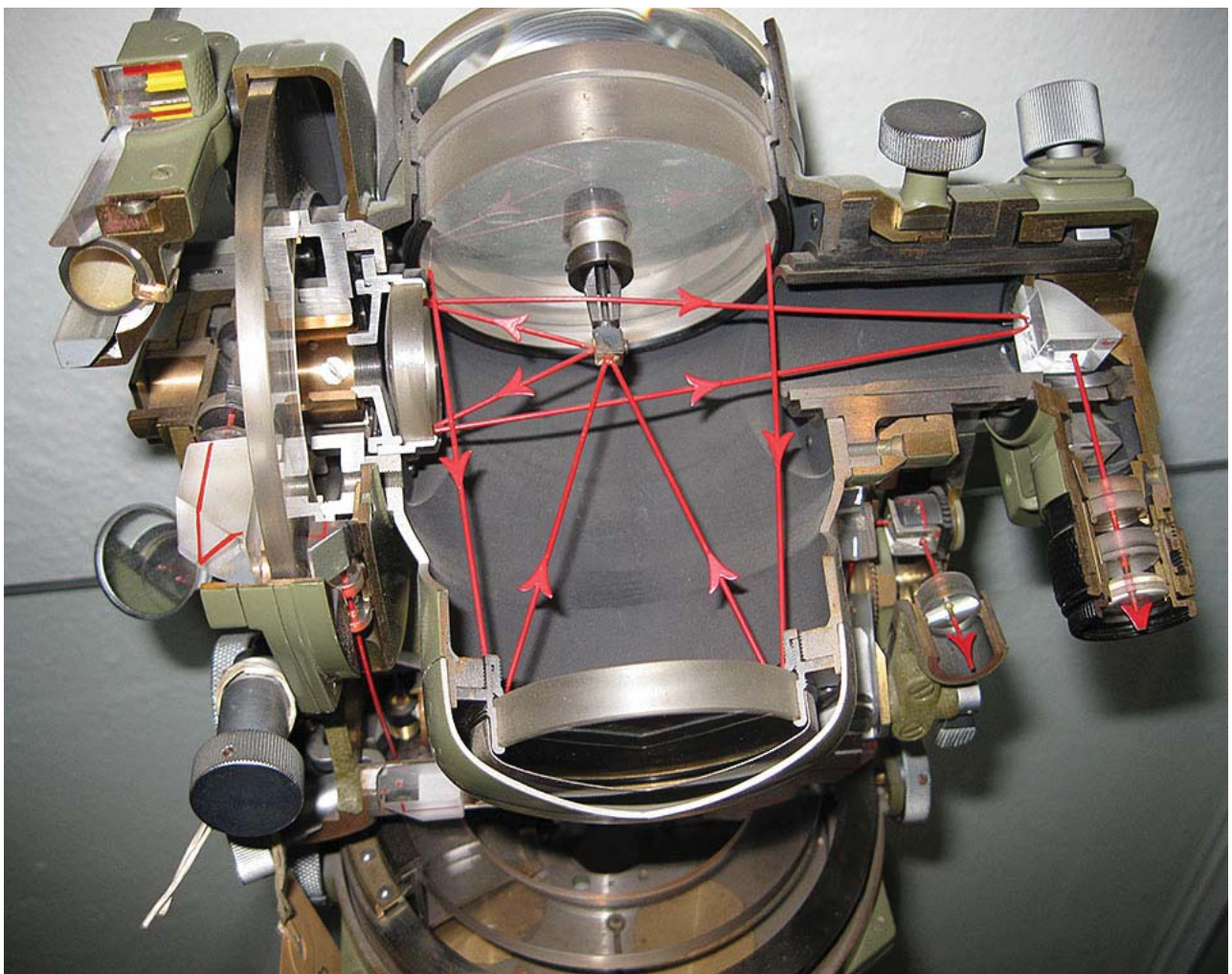
Pod označením Wild byly produkovány měřické stoly se záměrným pravítkem, pro armádu teodolit s dvojicí paralelních dalekohledů pro binokulární pozorování. Základní rysy Wildovy konstrukce si nově i zdokonalované klasické výrobky uchovaly i v dalších letech.

3.3 Přístroje firmy Kern Aarau

Firma Kern v Aarau (od roku 1914 Kern & Co. AG.) za téměř dvě století své existence přinesla několik světově významných konstrukcí geodetických přístrojů; v roce 1930 začala podle návrhu španělského plukovníka Ordovase s výrobou fotogrammetrických vyhodnocovacích přístrojů. Po příchodu H. Wilda (spolu se stejnojmenným synem – konstruktérem, pozdějším šéfkonstruktérem) je tzv. druhé období firmy charakterizováno teodolity se skleněnými kruhy. K nim patří stavební teodolit K0-S se čtecím čárkovým mikroskopem, vteřinové K1-M, K1-A s mikrometrem, K1-AE se vzpřímeným obrazem, K1-MT v úpravě s odnímatelnou trojnožkou a K1-S se stupnicovým mikroskopem v úpravách SE, ST.

Dr. H. Wild ve spolupráci s kongeniálním Rudolfem Hallem konstruoval tzv. dvoukruhové teodolity (DK). Čárková stupnice na obvodu skleněného kruhu sloužila v čtecím

mikroskopu jako index, při použití optického mikrometru (v označení typu symbol M) ke koincenci s vnitřní číslovanou stupnicí. Konstrukce vykazovaly řadu dalších nových prvků. Přístroje byly průběžně vyvíjeny až do nástupu elektronizace. „Wildovy idee formovaly vzhled geodetických přístrojů firmy Kern & Cie. AG po několik příštích desetiletí.“ (Viz např. [4].) K nim patří světově nejmenší a nejlehčí teodolity DK 1 (zvětšení 20×, čtení 1"/1^c, hmotnost 1,8 kg), DKM 1 (zvětšení 20×, čtení 1"/2^{cc}, hmotnost 1,8 kg), dále DK 2 (zvětšení 30×, čtení 0,2"/0,5^{cc}, hmotnost 1,8 kg), DKM 2 (zvětšení 30×, čtení 0,2"/0,5^{cc}, hmotnost 3,6 kg). Model DKM 2 dosáhl v dalším vývoji řady modifikací a doplňků. V roce 1938 byl zkoušen velmi přesný DKM 3 (zvětšení 45×/36×, čtení 0,1"/0,1^{cc}, hmotnost 11,2 kg; původně nesl označení DK 2, což poněkud ztěžuje orientaci ve firemní literatuře). Svislé stavěcí šrouby, přes nej přesnější výrobu vykazující vůli, byly pro zpřesnění observací poprvé nahrazeny excentrickými vačkami s vodorovnou osou otáčení. Jejich poměrně malý rozsah byl eliminován konstrukcí stativů s výkyvnou hlavou tvaru kulového vrchlíku, která usnadňovala hrubou horizontaci přístroje. (Přístroje byly na přání dodávány i s klasickou podložkou se stavěcími šrouby.) Od tohoto typu byl odvozen astronomický univerzál DKM 3-A s lomenou osou dalekohledu, s okulárem umístěným z boku v klopné ose (obr. 7).



Obr. 7 Řez teodolitem DKM 3A s vyznačeným průběhem paprsků, Sammlung Kern, foto autoři

Nabízen byl též buzolní teodolit DK 1S. Dvoukruhové čtení používal tachymetr DK-RT s dvouobrazovým dálkoměrem, diagramový tachymetr DKR nebo konstrukčně zajímavý přístroj DK-RV.

V roce 1950 firma Kern začínala s výrobou analogových fotogrammetrických přístrojů podle patentů H. Wilda pro snímky formátu až 23 cm × 23 cm. Světového úspěchu dosáhl PG 2 s připojeným kreslicím stolem.

4. Závěr

Stručný přehled činnosti Heinricha Wilda dokumentuje jeho kontinuální snahu o vývoj geodetických a fotogrammetrických přístrojů a rozšíření jejich uplatnění, i jeho zásluhy o rozvoj oboru. Současně dokumentuje hlavní směry vývoje zeměměřických přístrojů zhruba po dobu jednoho století až do vzniku elektronických a digitálních přístrojů ve 2. polovině 20. století, znamenajících další převratný krok ve vývoji.

LITERATURA:

- [1] Schweizerische Geodätische Kommission: Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz. Band 31: *Heinrich Wild 1877–1951*. Bern, 1977.
- [2] Schweizerische Geodätische Kommission: Publications. [online]. Dostupné z: <http://www.sgc.ethz.ch/publications.html>, cit. [2021-10-06].
- [3] FEIST, W.: *75 Jahre Zeiss-Jena-Vermessungsgeräte*. Příloha Jenaer Rundschau, 1983, č. 1.
- [4] HÁNEK, P.-HÁNEK, P. ml.: *Dvousté výročí založení firmy Kern a její přínos*. Geodetický a kartografický obzor 65/107, 2019, č. 10, s. 239–246.
- [5] Zeměměřické a astronomické přístroje používané na území ČR od 16. do konce 20. století. [online]. Dostupné z: <http://www.surveyinginstruments.org>, cit. [2021-10-06].
- [6] DE HILSTER, N.: *This is the homepage of Nicolàs de Hilster*. [online]. Dostupné z: <http://www.dehilster.info>, cit. [2021-10-06].

Do redakce došlo: 12. 1. 2022

Lektoroval:
Ing. Július Bartaloš, PhD.,
Bratislava