

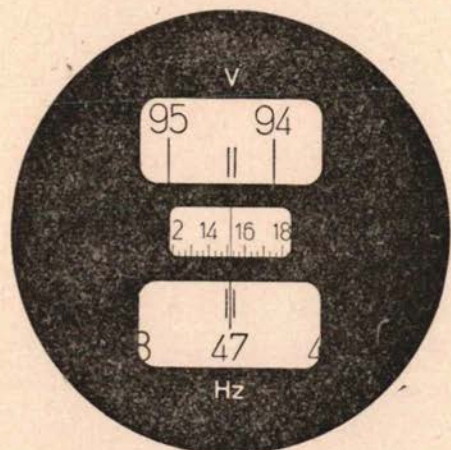
Instrumenti

INSTRUMENTI — ASKANIA

Firma »Askania« iz Berlina poznata je po svojim geodetskim, geofizičkim, astronomskim i optičkim instrumentima. Neki instrumenti su vrlo poznati, kao na pr. teodolit sa fotografskom registracijom očitavanja limbova prema konstrukciji dr. Gigasa, pasažni instrument, magnetska vaga, uređaj za ispitivanje objektivna (Objektivprüfgerät) i drugi. Iako je proizvodni plan za svako područje interesantan, u ovom kratkom prikazu zadržat ću se na geodetskim instrumentima, što naravno geodetske stručnjake više interesira.

»Askania« je već od svog osnutka 1871 god. započela sa razvojem geodetskih instrumenata i ti stariji instrumenti poznati su nam iz naše literature. Drugi svjetski rat prilično je pogodilo ovu tvornicu, ali se nakon rata onda brzo uzdiže i već ove godine sva će postrojenja preseliti u novo sagrađene zgrade i hale u Mariendorfu u širem rajonu Berlina. Danas Askania ima priličan asortiman geodetskih in-

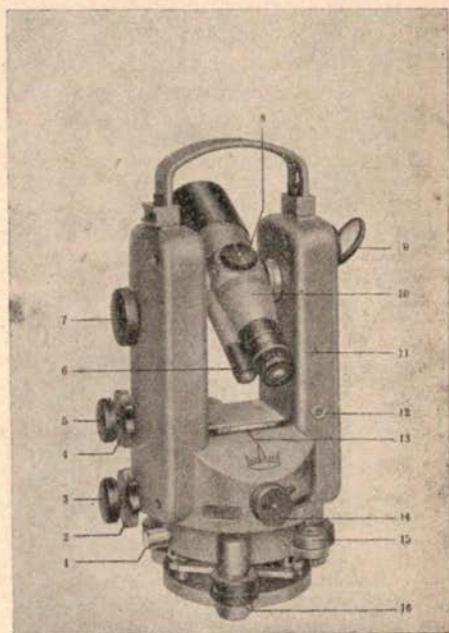
strumenata i geodetskog pribora. Nedostaju jedino još autoredukциони daljinomjeri.



Sl. 1

Vidno polje mikroskopa za čitanje teodolita Tt.

Očitavanje horiz. kruga: $47^{\circ} 15' 12''$
(podjela na 360°)



Sl. 2

Sekundni teodolit Askania Tu

Mali građevinski teodolit Tkmi spada među najlakše teodolite te vrsti. Težak je 1,5 kg, uz direktno očitavanje oba kruga 1 minuta (uz procjenu $0,1'$) i povećanje durbina $16\times$.

Tahimetar teodolit Tt ima povećanje durbina $30\times$, direktno očitavanje horizontalnog i vertikalnog kruga $20''$ (uz procjenu $2''$) vidi sl. 1

Tt teodolit ima automatsko horizontaliranje indeksa vertikalnog kruga. Po vanjskom izgledu potpuno je sličan sekundnom teodolitu oznake Tu.

Sekundni teodolit Tu (sl. 2) ima povećanje durbina $30\times$ uz ulazni otvor 45 mm. Optički sistem durbina je vrlo

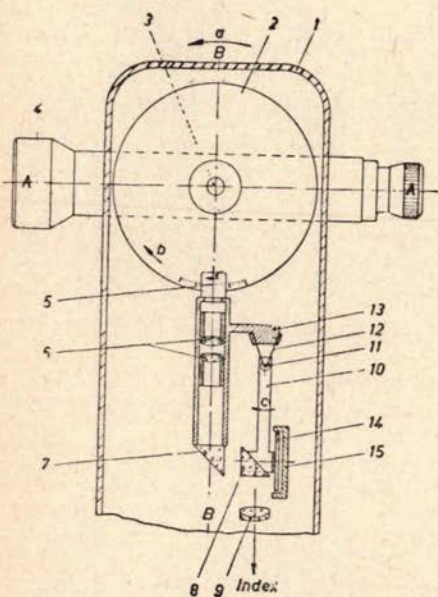
kvalitetno korigirani sistem (objektiv sa dijelom za unutarnje fokusiranje ima 6 leća, a sam okular 5 leća) unatoč relativno kratkog durbina. Teodolit Tu ima optički visak (na sl. 2 nije vidljiv, jer se nalazi sa druge strane instrumenta), kao i automatsko horizontiranje indeksa vertikalnog kruga.

Označeni dijelovi na sl. 2. brojevima poznati su, jer su analogni poznatim teodolitima, jedino možemo napomenuti da 11 označuje korekcionni vijak za vertikalni krug, a 12 korekcionni vijak alhidadne libele.

Praktičnosti teodolita Tu i Tt:

1. vijak za fino pomicanje i kočnica alhidade kao i durbina nalaze se na istoj osovinu (na sl. 2 vijci 3 i 2 za alhidadu, a 5 i 4 za durbin, na sl. je alhidada okrenuta u položaju vertikalnog kruga desno).

2. na vrhu imamo ručku za prenošenje teodolita prilikom prisilnog centriranja.



Sl. 3

Shema automatskog horizontiranja

indeksa vertikalnog kruga

A—A vizurna os

B—B vertikalna os

5—9 dio optike za očitavanje

6 objektiv mikroskopa

8 prizma na njihalu

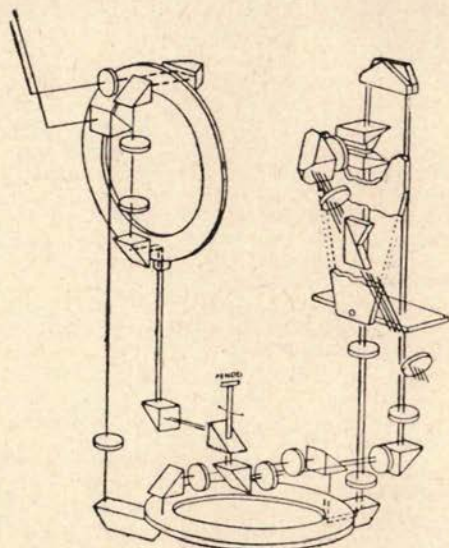
10 njihalo

3. osvijetljenje limbova se regulira samo na jednom mjestu (zrcalo 9).

4. u vidnom polju mikroskopa istodobni pogled na horizontalni i vertikalni krug (sl. 1 i sl. 5).

5. automatsko horizontiranje indeksa vertikalnog kruga.

Princip automatskog horizontiranja indeksa vertikalnog kruga, dat je shematski na sl. 3.



Sl. 4

Optička shema čitanja krugova sa optičkim mikrometrom teodolita Askania Tu.

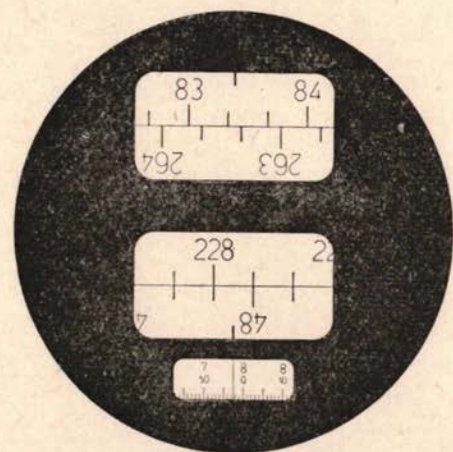
Ako se vertikalna os instrumenta B—B odkloni od vertikale u smjeru a, tada se mora vizurna os odkloniti u smjeru b, da bi bila opet horizontalna. U tom slučaju pokreće se i dio vertikalnog kruga, kojeg bi trebalo očitati (za horiz. položaj vizure) u smjeru d od indeksa 5 (indeks 5 je u stvari zamišljena materijalna crta u mikroskopu za čitanje). Ali zbog nagiba B—B pokrene se i njihalo s prizmom 8 u smjeru c. Pomak prizme 8 utiče na hod zraka svjetlosti, tako da se optičko preslikavanje indeksa pomakne također u smjeru d. Ako se podesi žarišna daljina objektiv mikroskopa 6 na veličinu radiusa podjele kruga, tada je pomak indeksa jednak pomaku vertikalnog kruga. Točnost ovakvog horizontiranja odgovara libeli od 1", a kolebanja njihala se aperijski smire

unutar sekunde. Područje djelovanja njihala je unutar 3'.

Daljnji prenos zraka do u mikroskop za čitanje vidimo na sl. 4.

Interesantan je i princip optičkog mikrometra. Imamo jednu plan ploču, ali neposredno vezanu uz pločicu sa mikrometarskom skalom, tako da su isključene pogreške prenosa. Nemamo dvije plan ploče od kojih bi svaka od-klanjala dijametralno očitavanje u suprotnom smjeru, jer podjele s oba dijametralna mjesta limba pri prolazu kroz plan ploču teku još u istom smislu. Tek nakon prolaza plan ploče dolaze zrake sa dijametralnih mjesta na posebne prizme, koje s razlikom u broju refleksija (razlika u broju ploha), preokrenu hod crtica dijametralnih mjesta u međusobno suprotan u vidnom polju mikroskopa, što omogućava koincidenciju crta. Ovakovo rješenje optičkog mikrometra možemo smatrati vrlo dobrim, slično kao i rješenje sa translatorskim pomicanjem klinova kod teodolita Zeiss Theo 010.

Pogled u vidno polje mikroskopa za čitanje daje nam sl. 5.



Sl. 5

Očitavanje horizontalnog kruga teodolita Tu 228° 17' 57,6" (podjela kruga 360°)

U gornjem dijelu vidnog polja je slika vertikalnog kruga, u donjem dijelu je slika horiz. kruga, a najniže je prozorčić unutar kojeg se pomiče skala mikrometra okretanjem plan ploče. (Naravno da se instrumenti izrađuju u podjelama krugova na 360° i 400 g.). Očitavanje se vrši koincidencijom crta.

Nakon više pokusnih ispitivanja (ing. Wehling) data je prednost ovom načinu pred načinom čitanja simetrije dvostrukih cita (dva dijametralno suprotna mjesta limba tvore dvostruku crtu, a čvrsti indeks se kod čitanja postavlja u sredinu) i to iz ovih razloga:

pogreške namještanja mikrometra su manje

opažać se ne umara tako brzo

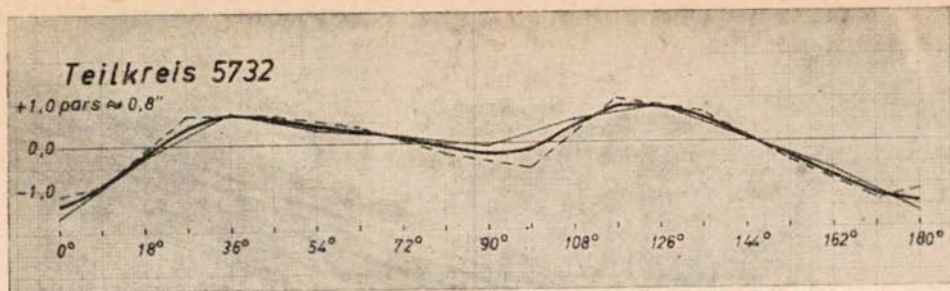
očitanje s koincidencijom je manje osjetljivo na kolebanja u debljini crta limba. Ovo je osobito važno kod t. zv. kompenzacionih limbova, koje je uvela Askania.

Što su kompenzacioni limbovi?

Unatoč velikog usavršenja, automatski strojevi koji urezuju podjele limba nisu bespogrešni, ne toliko, da bi pogreške položaja crta bile zanemarive prema točnosti naših mjerenja. Jedna interesantna ideja, sada praktički ostvarena, smanjila je znatno ovu pogrešku. Da bi se limb zaštitio od nečistoće i prašine pokriva se sa pokrovnim staklom optički brušenim i poliranim. (Zbog male dubinske oštine mikroskopa čestice prašine na samom pokrovnom staklu se ne vide). Došlo se na ideju da se podjela nanese sa donje strane i na samo pokrovno staklo. Podjele limba i pokrovnog stakla podvrgnu se ispitivanju, te se konstruiraju dijagrami (vidi sl. 6 i 7).

Sada se međusobno pare zaštitni limbovi i zaštitna stakla koja po dijagramima najbolje odgovaraju (u našem slučaju limb 5732 i staklo 4840). Da se pronade najbolji međusobni položaj limba i stakla, dijagrami se pokriju tako da im je horizontalna linija zajednička i tada se pomiču translatorsno, dok se ne nađe najbolji položaj kompenzacije. To će biti onda, kad se obe krivulje zrcalno simetrično preslikavaju prema horizontalnoj liniji t. j. apscisi. U našem slučaju to približno odgovara, kad crta podjele zaštitnog stakla padne na 139° limba (sl. 8).

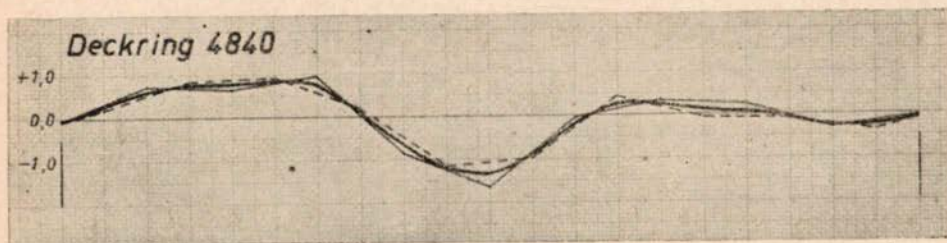
U tom položaju se sada oba staklena kruga slijepe (s podjelom prema podjeli). Crte se kod tog sastavljanja ne poklope, nego samo djelomično preklape (1/2 do 3/4 debljine crte), tako da kod sastavljanje crte lijeva strana odgovara jednoj podjeli, a desna strana drugoj podjeli. Os simetrije tako sastavljene crte ima tada samo ostatak pogreške. Sl. 9 prikazuje dijagram ispitivanja takvog sastavljenog kompenzacionog limba.



Sl. 6

Dijagram ispitivanja podjele limba

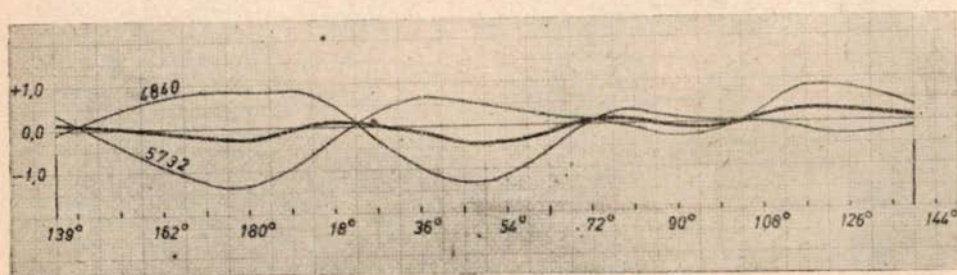
br. 5732



Sl. 7

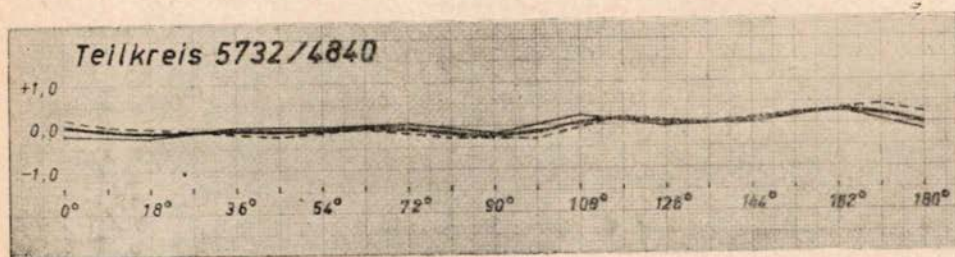
Dijagram ispitivanja podjele

pokrovnog stakla br. 4840



Sl. 8

Sastavljanje dijagrama limba i zaštitnog stakla u kompenzacionu podjelu



Sl. 9

Dijagram ispitivanja kompenzacionog

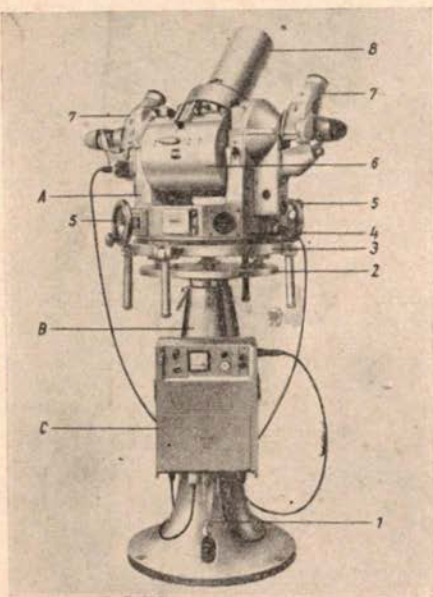
limba 5732/4840

Teoretski bi rezultirajuća krivulja trebala biti ista (sl. 8 i sl. 9), razlika nastaje zbog izvjesne netočnosti mjerenja, a i sastavljanja krugova, te se i nalazi u tim granicama. Ipak pogreška podjele je smanjena. Srednja totalna pogreška podjele (za dvije dijametralne crte limba) za horizontalni limb iznosi 0,25. Razlike u debljini crta nastale takvom kompenzacijom su male (i kod metode koincidencije crta se ne osjećaju), jer iznose do 0,8 μ , a to je gotovo $\frac{1}{10}$ stvarne debljine crte limba.

Kompenzacioni limb je prema tome daljnja prednost teodolita Tu.

Sumarno možemo reći, da sekundni Askania teodolit znači daljnji doprinos u razvoju instrumenata.

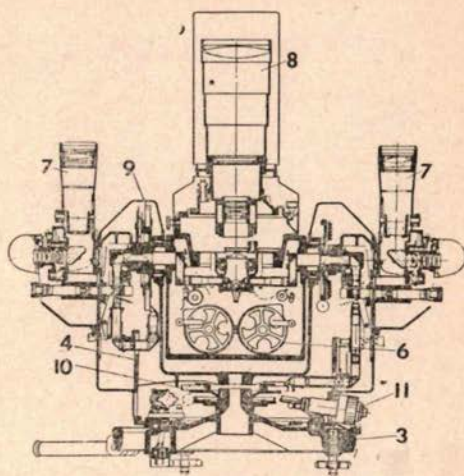
Teodolit s fotografskom registracijom prema Gigasu, već je poznat čitaocima lista (člancima samog prof. dr. Gigasa i I. Krajzgera). Možemo samo napomenuti, da i ovaj teodolit ima auto-



Sl. 10

A teodolit, B stativ, C rasvjetni uređaj
1. ručka za podizanje i spuštanje instrumenata; 2. podnožna ploča; 3. podnožni vijci; 4. pokretni gornji dio; 5. kotači za pokretanje; 6. kamera za snimanje; 7. durbini za viziranje i 8. objektiv za snimanje.

matko horizontiranje indeksa vertikalnog kruga.



Sl. 11

Shematski presjek kinoteodolita
9. vertikalni krug; 10. horizontalni krug

Jedna novost Askania firme je u najnovije vrijeme izrada kinoteodolita. Tim teodolitom vršimo istodobno snimanje cilja, kao i fotografsku registraciju očitavanja limbova (sl. 10).

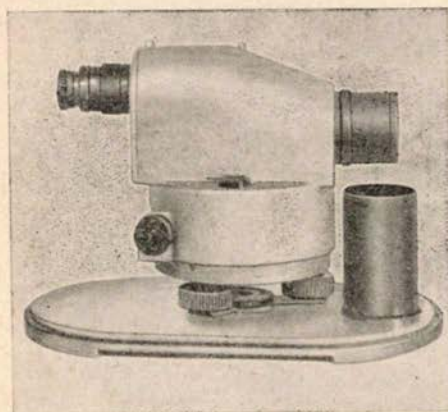
Funkcija optičkih sistema za snimanje i registraciju čitanja vidi se iz sl. 11.

Kinoteodolit se primarno upotrebljava za viziranje pokretnih ciljeva. Kasete imaju 50 metara filma sa 1250 slika, format slike 29x37 mm. Objektivi su izmjenljivi i imaju žarišne daljine $f=30$, $f=60$ i $f=100$ cm sa svjetlosnim jakostima 1:4,5, 1:4,5 i 1:6,3. Težina: teodolit 106 kg, rasvjetni uređaj 23 kg, stativ 92 kg. Pokretni cilj se istodobno snima sa dva teodolita (uz sinhronizaciju rasvjete) na poznatoj bazi.

U području nivelira, uz klasični nivelir sa libelom, oznake Ni, povećanja 25x, interesantna je novost nivelir sa automatskim horizontiranjem oznake Na (sl. 12), povećanja 25x, sa srednjom pogreškom niveliranja 1 do 2 mm/km (uz primjenu invarskih letava). Očitavanje kruga uz procjenu 1'.

Libela, koja je svojevremeno (1661 god. Thevenot i 1666 god. Chapotat, oba pariski mehaničari) značila veliko otkriće, danas gubi na svom značaju

i mi ćemo je ukloniti upravo sa onih mjesta na instrumentima, gdje je prije bila tako neophodna.



Sl. 12

Nivelir sa automatskih horizontiranjem

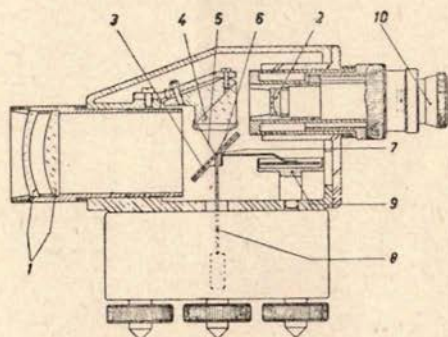
Razlozi za to su manje više poznati. Libela je učvršćena u tijelu od metala, kako bi se zaštitila. Ali koeficijent rastezanja stakla i metala nije isti. Osobito zbog jednoličnog zagrijavanja dolazi do napetosti koje uzrokuju promjene položaja mjehura libele, a time i do fiktivnog registriranja promjene položaja osi instrumenta. Uslov kojeg mi ispunjavamo rektifikacijom libele praktički je samo izuzetno strogo zadovoljen, jer dolazi do stalnih kolebanja tokom samih mjerenja uslijed temperaturnih promjena, na koje je libela vrlo osjetljiva, a i drugih faktora, no koji znače tek daljnje članove u razvoju funkcije tih kolebanja u jedan red. Prema ispitivanjima (Bruscaglioni: Automatizzazione degli strumenti topografici), već promjene u dimenzijama mehaničkih dijelova u veličinama mikrona uzrokuju reagiranje mjehura libele. Osim toga kod osjetljivih libela mjehur treba duže vrijeme da se umiri. Teško je osim toga uvijek osigurati istodobnost čitanja, kada libela stvarno vrhuni. Često je potrebna prilična koncentriranost opservatora, da postigne dobre rezultate, što naravno smanjuje efekt rada. Sve su to razlozi zbog kojih nam libela nije bila simpatična. Danas se libela već potpuno izbacuje kod čitanja vertikalnih krugova, a postepeno će nestati i sa naših nivelira.

Niveliri sa automatskim horizontiranjem nisu novost. Različite oblike imali smo već u XVII, XVIII i XIX stoljeću, ali se oni nisu održali zbog nepraktičnosti ili nedovoljne točnosti. Moderni razvoj tehnike riješio je i te probleme. Svi smo pozdravili prvi kvalitetni nivelir sa automatskim horizontiranjem Ni 2 Zeiss Opton. Ali mehanizam horizontiranja je tu još dosta složen. Firma Salmoiraghi iz Milana donijela je nove interesantne tipove nivelira (vidi: Dr. Neidhardt »Instrumenti Salmoiraghi« Geod. list 1—3, 1958). Hoće li se međutim takav vertikalni oblik nivelira održati u praksi? Vrlo jednostavno i praktično rješenje predstavlja nivelir Askania Na (sl. 13) koji ima za automatsko horizontiranje obično zrcalo na njihalu, koje se nalazi na polovini žarišne daljine objektiv. Kako promjena nagiba zrcala otklanja zraku za dvostruki iznos, to će pomak slike u ravnini slike biti kompenziran i čitanje ostaje isto.

Na sličnom principu zrcala sa njihalom, Askania je počela sa izradivanjem dodataka koje možemo staviti na objektiv svakog nivelira i pretvoriti ga u automatski.

Očekujemo da smo na putu vrlo jednostavnih i dobrih rješenja. S te strane nivelir Na je daljnji korak naprijed.

Nivelir Na postavlja se na stativ zajedno sa podnožnom pločom, tako da



Sl. 13

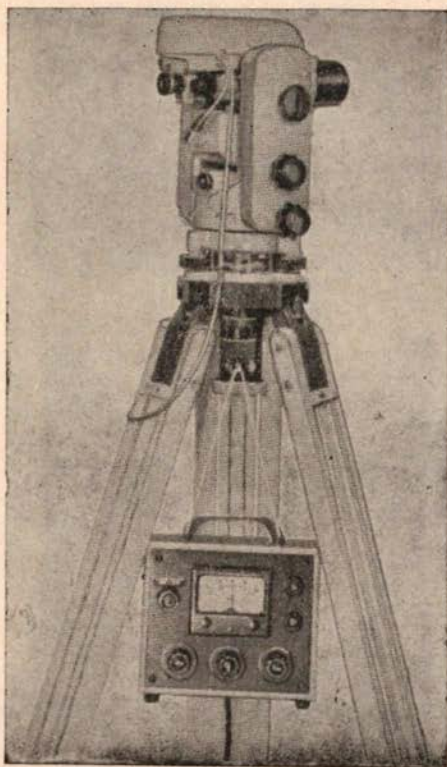
Shematski presjek nivelira Na
1. objektiv; 2. leće unutrašnjeg fokusiranja; 3. pomično zrcalo; 4. prizma za otklon zraka; 5., 6. niti o kojima je obješeno pomično zrcalo; 7. os njihala; 8. njihalo; 9. prigušivanje njihalja; 10. okular.

se prilikom prenosa može instrument i time potpuno osigurati.

Velika prednost svih nivelira sa automatskim horizontiranjem je neosjetljivost prema promjeni temperature kao i veća brzina i jednostavnost u radu. Eventualna sistematska pogreška u položaju horizonta može se samim sistemom mjerenja ukloniti.

Od geodetskog pribora Askania proizvodi pribor za prisilno centriranje, 2 m-invarsku bazisnu letvu sa priborom, uređaje za mjerenje bazisa sa invarskim žicama, kao i invarskom vrpcom 50 m, koja se prilikom mjerenja podupire na 12,5 i 37,5 a zateže sa dva utega od 15 kg, uređaj za kontrolu relativnih pomaka i dr.

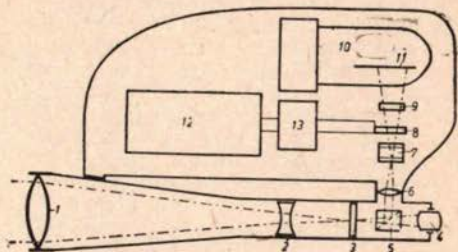
Električno oko još je jedan interesantan uređaj koji se dodaje instrumentu i ima svrhu da zamijeni oko opažača prilikom viziranja. Sl. 14.



Sl. 14

Električno oko na teodolitu Tu

Sam uređaj ne smeta opažanjima uz prelaganje durbina. Upotrebljava se kod svjetlosne signalizacije cilja (triangulacija I. i II. reda, neposredna kon-



Sl. 15.

trola relativnih pomaka i sl.). Električno oko je posebno pogodno kod viziranja uz treperenje slike zbog refrakcionih promjena (scintilacija), jer se time točnost viziranja znatno povećava. Postoji mogućnost primjene električnog oka i u preciznoj poligometriji uz svjetlosno markiranje bazisne letve. Time bi u datom slučaju smanjili utjecaj osobne pogreške opservatora.

Sama funkcija električnog oka prikazivanje shematskim prikazom na sl. 15.

Zrake svjetlosti ulaze kroz objektiv durbina (1 i 2) i stvaraju sliku u ravni dijafragme (3). Sliku možemo promatrati okularom (4). Ali između dijafragme i okulara nalazi se prizma (5) koja dijeli snop zraka, tako da se jedan dio odklanja u gornji dio t. j. u samo električno oko. Snop zraka prihvaća se sa lećom (6) i dovodi do šesterokutne prizme (7) koja ima ulogu da pomoću oštrog brida dijeli snop u dva dijela. Ta dva dijela biti će po intenzitetu jednaka samo u slučaju ako smo svjetlosnu točku potpuno simetrično uvizirali (svjetlosni upadni tok je raspolovljen). To je osnovni princip. Rotirajući zaslon (8), uz pogon motora (12), naizmjenično provodi dalje snopove do prizme (9) (u stvari dva klina) koja skuplja snopove zraka svjetlosti na katodi (11) fotomultiplikatora (10). U fotomultiplikatoru dobivamo pojačanu struju elektrona, izazvanu djelovanjem snopova zraka svjetlosti na katodi. Pomoću električnog uređaja uspoređujemo obe struje. Na skali čitamo položaj kazaljke nula, ako su tokovi oba snopaj jednaki. Prak-

tički kazaljka ne će mirovati, već vršiti pravilne male oscilacije oko nule iste amplitude. Na taj je način električno oko zamijenilo naše oko prilikom viziranja.

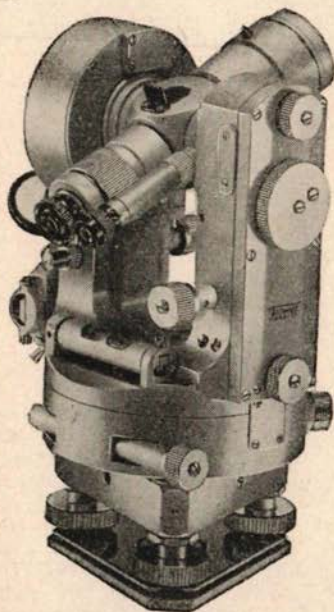
Kada posjećujemo tvornice geodetskih instrumenata, kada čitamo prikaze o novim proizvodima uvijek nalazimo novo i zanimljivo, makar u nekom detalju. Geodetski instrumenti su u stalnom razvoju. Ispitivanje i tumačenje funkcije sve više ulazi i u druga područja fizikalnih nauka (na pr. elektronika, mehanika, optika). Opći napredak na svim tim područjima daje nam sve bolje i praktičnije instrumente kod kojih se lična uloga opservatora svodi na najnužniji minimum.

Ing. D. Benčić

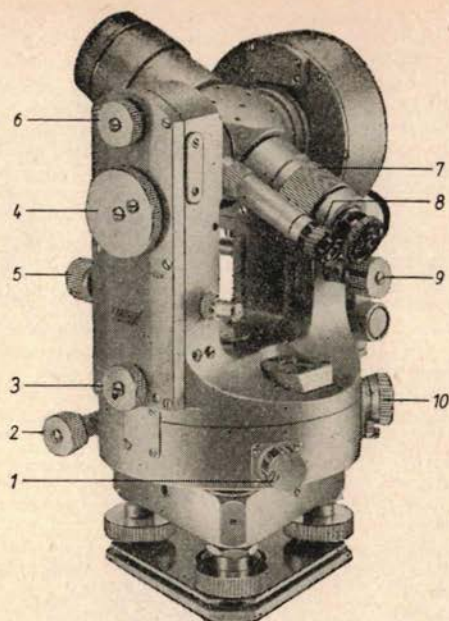
FT 2 — FENNEL, NOVI SEKUNDNI TEODOLIT

Instrument

FT 2 je moderan teodolit sa krugovima od stakla. Optički mikrometar pokazuje aritmetičku sredinu diametralnih podataka na krugu i omogućuje tačnost čitanja na 1 sekundu.



Sl. 1 — FT 2-Fennel



Sl. 2 — Elementi za rukovanje

Optički i mehanički podaci

Durbin se sastoji iz tri neslepljena ahromatična sočiva, fokusiranje vrši se pokretnim prstenom. Obrtanje durbina oko obrtne psovine preko objektiva ili okulara. Optika poboljšana.

Uvećanje	30 puta
Otvor objektiva	40 mm
Najkraća dužina vizure	1,25 m
Adiciona konstanta	0
Multiplikaciona konstanta	100
Horizontalni krug:	
Prečnik	90 mm
Podela	1/6° odn. 1/5g
Vertikalni krug:	
Prečnik	70 mm
Podela	1/6° odn. 1/5g
Optički mikrometar (za H i V krug):	
Opseg	10' odn. 20c
Interval	10" odn. 2cc
Uglovna vrednost zakrivljenosti libele za put mehura od 2 mm:	
Kružna libela	8'
Libela za horizontiranje	20"
Visinska libela	20"
Težine:	
Instrument	6,5 kg
Kutija	4,5 kg
Stativ	7,0 kg

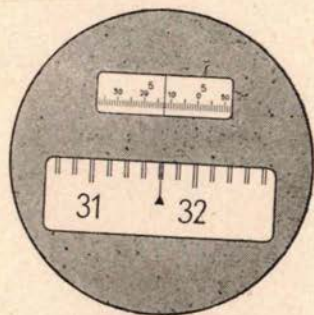
Elementi az rukovanje instrumentom

Slika 2 pokazuje koji elementi služe prilikom rukovanja instrumentom FT 2.

1. Kočnica alhidade
2. Mikrometarski zavrtanj alhidade
3. Prebacivač H-V za lik horizontalnog ili vertikalnog kruga
4. Doboš mikrometra
6. Kočnica durbina
7. Fokusiranje
8. Okular mikroskopa
9. Mikrometarski zavrtanj za visin-pomeranje durbina
10. Zavrtanj za pomeranje horizontalnog kruga

Čitanje

Način čitanja pokazan je na slici 3. Nameštanjem dvojnih crtica na proreze za svetlo prema indeksu, dobija se aritmetička sredina diametralnih podataka na krugu. Čitanje na mikrometarskoj skali pokazuje jedinice minuta i sekunda.

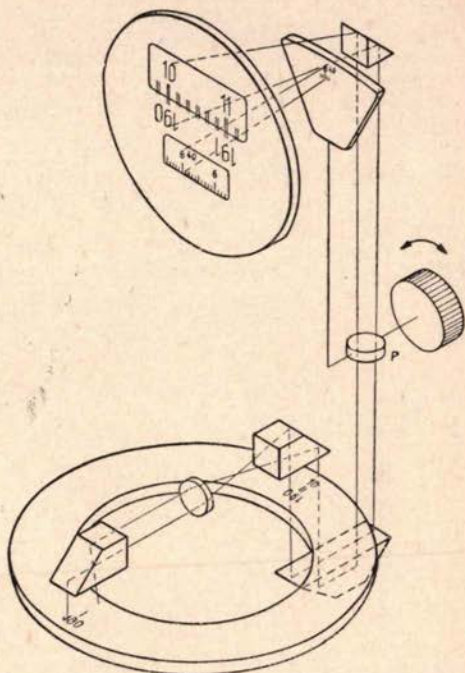


Sl. 3 — Čitanje - $31^{\circ} 45' 12''$

Na slici 4 pokazan je, na primeru horizontalnog kruga, način optičkog prenosa i sistem rada optičkog mikrometra. (Na slici 5 su radi bolje pre-najpre na ravan kruga na mesto gde je broj 10. Tu je položaj brojeva kako je pokazan na slici 5.

Oba lika prelaze zatim kroz plan-ploču P i projektuju se u ravan indeksa. Ovde se jedan od brojeva pokrivi maskom, kako bi čitanje bilo nedvosmisleno i pregledno. U istoj ravni nalazi se i lik skale optičkog mikrometra. (Na slivi 5 su radi bolje preglednosti likovi kruga i skale mikro-

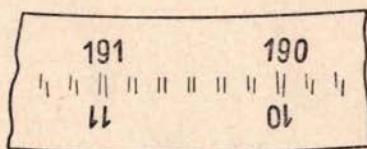
metra zamenjeni. Dalje nedostaje optika prenosa isečka kruga 10/190 na konačnu projekcionu ravan.) Obrta-



Sl. 4 — Optički mikrometar

njem plan-ploče P pomera se lik para crtica 10/190 i to paralelno tako dugo da dvojne crtime budu udaljene za širinu proreza od indeksa. Razmak paralelnog pomeranja čita se na skali optičkog mikrometra. Skala je sa plan-pločom čvrsto povezana i radi slobodno.

Na isti način se dobije aritmetička sredina i vrši prenos vertikalnog kruga; pošto se radi sa istim optičkim mikrometrom, mora se, radi manjeg prečnika vertikalnog kruga, uvećati optičkim putem samo interval između parova crtica na istu širinu koja važi i za horizontalni krug.



Sl. 5 — Isečak horizontalnog kruga. optička sredina

Dodaci

Kao dodaci izrađuju se: okularna prizma, zenitni okular, pribor za električno osvetljenje, libela na durbinu i jašuća libela. Zatim pribor za poligoniranje koji se sastoji iz 2 signala i bazisne letve od 2 m. Svi delovi za prisilno centrisanje imaju natikač od 34 mm.

Rezultati

Tačnost nameštanja optičkog mikrometra.

Značajno je za tačnost čitanja na instrumentu sa optičkim mikrometrom

finoća doterivanja samog mikrometra. Iz opažanja koja su vršili različiti operatori dobiveni su zadovoljavajući rezultati. Srednja pogreška paralaktičkog kuta iz 6 ponavljanja iznosi $\pm 1''$.

Zaključak

S obzirom na dobijene rezultate, može se ovaj instrument koristiti za triangulaciju III pa čak i II reda, za optičko merenje dužina pomoću bazisne letve od 2 m, astronomsko-geodetsko orijentisanje i sve inženjersko-tehničke radove.

Dipl. Ing. Erwin Zwicker