

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

Od nekdanj je človek rad opazoval dela božja. Kako tudi ne? Saj iz stvari, katere so v vidnem svetu, spoznava njih začetnika, in hrepenenje po spoznanju Stvarnika je vrojeno človeški duši. Zato je človek zastavil ves svoj razum, vse svoje duševne sile v proučevanje vidnega stvarstva. Daleč se je povzpela človeška znanost v opazovanju narave. Kamor ni doseglo naravno oko, tja so morale povesti človeka umetne iznajdbe. Veličino nebeških svetov je zaželel premeriti njegov duh, in veda mu je podala sredstev, s katerimi se je mogel približati tem svetovom. A tudi v navidez malenkostne skrivnosti narave je hotel prodreti. Saj je na vsezadnje veliko vprašanje: Kje se nam odkriva čudoviteje mogočnost in modrost božja — v nepremernih svetovih, kateri krožijo kot zvezde svoje stalne poti nad nami, ali pa v smotreni urejenosti tudi najmanjše stvarce tu na zemlji? Zato je človeška znanost zahtevala pripomočkov, ki bi uglabljale človeškega duha tudi v opazovanju najneznatnejših predmetov v prirodi. In izumili so učenjaki med drugim — d r o b n o g l e d. Koliko tajnosti bi nam ostalo za vselej prikritih v naravi brez te iznajdbe! Nešteta množica majhnih bitij, vsa podrobna sestava rastlinskih in živalskih teles, razvijanje, množenje posameznih stanic, itd., itd. — vse to bi nam ostalo nepoznano brez drobnogleda. Drobnogled je iznajdba, katero dandanes neizogibno potrebuje vsak naravoslovec.

Ne spominjamo se, da bi bila ta prekoristna iznajdba v naši materinščini že kje natančneje opisana. Zato smo se namenili obrazložiti jo tu ter povesti cenjene čitatelje „Dom in Svet-a“ z drobnogledom v roki nekoliko med drobni svet!

\* \* \*

### Zgodovina drobnogleda.

Pred vsem povejmo nekaj o zgodovini drobnogleda. Kdo je izumil drobnogled? Že Plinij in Svetonij pripovedujeta o steklih, s katerimi je bilo mogoče papir na solncu vžgati. Rimski cesar Neron je rabil pri predstavah v amfiteatru smaragd, skozi katerega je opazoval borivce (gladiatorje) v areni, in upravar omenjena zgodovinopisca trdita, da je bil Neron kratkoviden. Iz tega seveda še ne moremo sklepati, da so že Rimljani nalašč brusili steklo v optične namene; najbrže so se le posluževali razdrobljenih koscev, kateri so bili kakorkoliže slučajno slični našim lečam.

Nalašč so začeli vidu v pomoč brusiti vzbokle in jamaste leče iz stekla šele proti koncu 13. stoletja. Nedolgo potem so iz takih leč že sestavljali očala. V prvi polovici 14. veka so bila očala že povsod v rabi; zlasti so bili redovniki, ki so se pečali na mnogih krajih z izdelovanjem očal.

Samo ob sebi je umevno, da so vzbokle leče precej s početka rabili v povekšavo majhnih stvari. Vendar je trajalo še 300 let, predno sta Hans in Caharija Janssen v Middelburgu na Holandskem iznašla sestavljeni drobnogled. Bilo je to okrog l. 1590. Iznajdba drobnogleda in daljnogleda sta bili nekako istodobni. Po iznajdbi imenovanih holandskih učenjakov je namreč Galileo Galilei posnel svoj daljnogled. Isti pa je izdelal za onima tudi drobnogled leta 1612. Okrog leta 1625. je bilo v rabi že mnogo drobnogledov v Parizu, v Rimu in po mnogih drugih mestih na Laškem. Kapucinca Reita in Cherubin sta prvotni drobnogled izdatno izboljšala. Cherubin je tudi prvi poskusil prirediti drobnogled za obe očesi. Končno je napravil Huygens okrog leta 1670. drobnogledu okular iz dveh leč in je

s tem dovršil epohalno delo, kajti ta njegov okular je neizpremenjen v rabi še dandanes pri vseh modernih mikroskopih. Sicer je postajala v teku 18. veka raba drobnogleda vedno bolj splošna, in se je njega mehanični del vedno bolj izpopolnjeval (tako n. pr. so izumili sčasoma primernejše stojalo z malo mizico, cevko za leče, ogledalo za razsvetljavo itd.), a drobnogledov optični del ni pri tem od Huygensa sem skoro nič napredoval. Le gledé napak so še popravili leče. Navadna enostavna vzbokla leča ima namreč dve napaki. Vsled kroglaste ploskve se svetlobni trakovi, ki gredo skozi njo, ne združujejo natančno v eni točki, temuč se raztegnejo čez večji ali manjši prostor. To hibo imenujemo sferični odklon. Druga napaka pa je razkrojitev svetlobe v prizmatične barve. Vsled teh dveh nedostatkov je slika enostavne leče nejasna in z raznimi barvami obrobljena. Po nasvetu Euler-jevem je Dollond l. 1757. izdelal prvi ahromatični (brezbarveni) daljnogled. Za drobnogled pa se prvi poskusi niso posrečili, in še le l. 1791. je van Deyl izdelal prvo ahromatično lečo za mikroskop, s katero je prekosil vsa dotedanja stekla. Chevalier je l. 1824. več ahromatičnih leč združil v enoten sestav (sistem) in Amici v Florenciji je l. 1827. iznašel leče, katere je potapljal v vodo, v glicerin ali v olje, in je na ta način odstranil zadnjo hibo pri močnih lečah. Oberhäuser v Parizu in za njim Hartnack sta izpopolnila in za praktično uporabo izdelala stojala, katera so še dandanes z malimi izpremembami priznana kot najpripravnejša. Tako je postal drobnogled dovršena iznajdba in pripravno orodje za najsubtilnejša raziskavanja.

## Optični del drobnogleda.

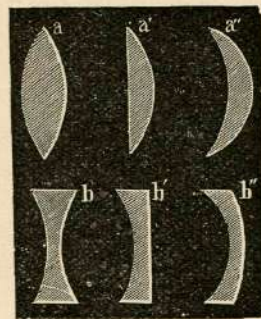
### *Lom svetlobe.*

Poglejmo zdaj nekoliko v optiko, da izvememo, na čem sloni iznajdba drobnogleda. Najbolje je, če začnemo kar s poskusom!

Položimo denar v prazno skledico in se toliko odmaknimo, da nam rob skledice denar zakrije. Ta denar bomo preko roba zopet

zagledali, ako vlijemo v skledico vode. Kaj je temu vzrok? Svetloba se širi od svetlih teles v istem sredstvu premočrtno. Ako pa zadenejo svetlobni trakovi ob kako gostejšo, prozorno snov, bodisi tekočino ali steklo, ostane ista smer neizpremenjena le takrat, če zadenejo nanjo popolnoma navpično. Kadar pa svetloba na gostejše sredstvo ne vпада navpično, tedaj se ta smer izpremeni, svetloba se širi dalje v drugi črti, svetlobni trakovi se — lomijo. Zategadelj tudi vidimo denar v skledici, napolnjeni z vodo, z dnom vred nekoliko privzdignjen. Pa tudi iz gostejše v redkejšo snov n. pr. iz vode v zrak, se svetlobni trakovi lomijo, samo da je v tem slučaju lomljenje baš obratno.

Za napravo drobnogleda in optičnih orodij sploh rabimo bolj ali manj obličasto zaokrožena stekla, takoimenovane leče. Nekatere teh leč so na sredi debele, okoli in okoli kraja pa tanke. To so vzbocene (convex) leče. Druge so pa brušene baš narobe: na sredi so tanke, okoli in okoli kraja pa močnejše. To so jamaste (concav) ali tudi razmetne leče. Na obeh straneh vzbocena leča (v sliki 1. *a*) se zove dvojno-



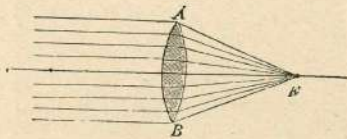
Slika 1.

vzbocena (biconvex); vzbocena na eni strani, na drugi pa ravna (*a'*) je ravnovzbocena (planconvex). Istotako imamo dvojnojamaste (biconcav) in ravnoramaste (planconcav) leče (*b* in *b'*). Končno so tudi še leče, katerih ena stran je vzbocena, druga pa jamasta (concavconvex, convexconcav — *a''*, *b''*.)

Vzemimo vzboceno lečo in obrnimo jo tako, da bode solnce skozi njo sijalo. Zadaj

za lečo denimo papir, katerega počasi od leče odmikajmo. Svetli krog, katerega napravljaja leča na papirju, bode vedno manjši; v neki gotovi daljavi bodemo videli eno samo, jako svetlo točko. V tej točki bode nastala pri toplem solncu tudi tako huda vročina, da se bodo ob njej v nemale gorljive stvari. To točko imenujemo gorišče. Vsaka leča ima dvoje gorišč, ki sta na nje osi enako oddaljeni od središča leče. Vsi svetlobni trakovi, ki vpadajo na lečo iz večje daljave vzporedno z nje osjo, se združujejo v gorišču. — Ako pa postavimo n. pr. plamen svetilke v lečino gorišče, zapuščajo svetlobni trakovi lečo na drugi strani popolnoma vzporedno z nje osjo.

V sliki 2. vidimo, kako vzporedni svetlobni trakovi prodirajo lečo  $AB$ , in se združujejo v gorišču  $E$ . Razdaljo od srede leče pa do gorišča ( $E$ ) imenujemo goriščino razdaljo.

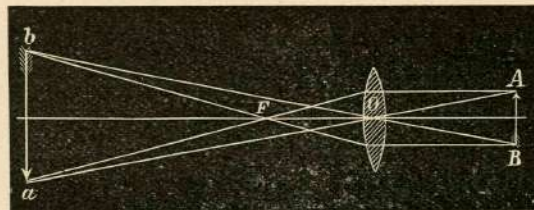


Slika 2.

Postavimo na mizo gorečo svečo, z vzboklo lečo v roki pa se podajmo k steni. Ako lečo od stene počasi premikamo proti luči, bode v neki gotovi razdalji nastala na steni podoba goreče sveče, katera je pa narobe obrnjena. Ako je oddaljena sveča na mizi več metrov, in goriščina razdalja leče ni prevelika (20—30 cm), tedaj je v tem slučaju razdalja leče od stene tudi približno goriščina razdalja leče. — Ako pa sedaj polagoma približujemo svečo leči, bodemo morali istomerno tudi lečo od stene odmikati, da ohranimo jasno podobo. Pri tem pa opazimo, da postaja slika na steni vedno večja. Ako se nam posreči, da dobimo na steni sliko plamena, ki je prav tako velika, kakor plamen v resnici, tedaj je leča ravno v sredi med steno in lučjo, in njena oddaljenost znaša na vsako stran natanko dvojno goriščino razdaljo. Pri večjih sestavljenih lečah

„Dom in Svet“ 1901, št. 1.

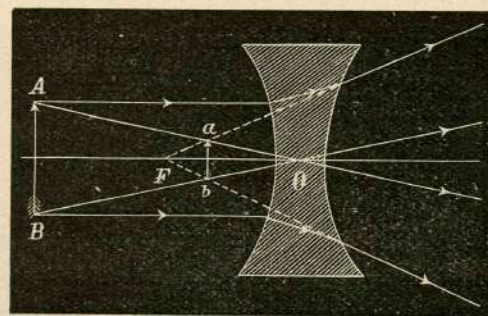
(n. pr. pri fotografski objektivni) je mogoče na ta način najzanesljivejše določiti natančno goriščino razdaljo. Ako pa svečo leči še nadalje približujemo, moramo tudi lečo vedno bolj od stene odmikati. Slika na steni vedno raste, dokler s svečo ne pridemo prav v gorišče leče. Tedaj se pa svetlobni trakovi več ne združijo v sliko, temuč vzporedno zapuščajo lečo. Isto se zgodi, ako postavimo svečo (ali kak drug predmet) med lečo in njeno gorišče. Svetlobni trakovi ne napravljajo več slike, temuč se razpršé. Pač pa vidi oko, gledaje skozi lečo, predmet povečan.



Slika 3.

V sliki 3. je  $O$  dvojnovzbokla leča z goriščem v  $F$ ; na drugi strani, zunaj gorišča se nahaja svetli predmet  $AB$ . Vzporedno vpadajoči svetlobni trakovi se lomijo pri prehodu skozi lečo, se križajo v gorišču  $F$  in napravljajo s središčinimi trakovi v  $ab$  narobe obrnjeno sliko predmeta  $AB$ .

Dočim vzbokle leče svetlobne trakove združujejo (leče-zbiravke) in napravljajo prave podobe, ki jih lahko na steno vjamemo, jih jamaste ali konkavne razpršujejo (leče razmetavke). Tako n. pr. v sliki 4. svetlobni



Slika 4.

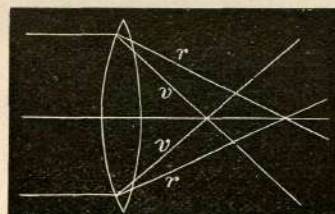
trakovi predmeta  $AB$  vpadajo vzporedno z osjo na lečo  $O$ . Po prehodu skozi lečo pa

se razpršé v smeri gorišča. Zato oko, ki gleda predmete skozi jamasto lečo, vidi iste zmanjšane med lečo in goriščem v  $ab$  in pokončno obrnjene.

### *Napake sferičnih leč.*

Rekli smo, da se na vzboklo lečo vzporedno vpadajoči svetlobni trakovi združujejo v eni skupni točki, v gorišču. To pa ni popolnoma istinito. Svetlobni trakovi ob robu leče vpadajo pod večjim vpadnim kotom, kot pa oni pri središču leče; zatorej se tudi bolj lomijo. Obrobni svetlobni trakovi se družijo pred pravim goriščem, dočim se osrednji trakovi sečejo nekoliko za goriščem. Gorišče ni tedaj ena sama matematična točka, temuč se razteza več ali manj po lečini osi. Zato tu ne nastane ena sama slika, marveč cela vrsta raznih slik pred in za goriščem. To pa je vzrok, da slika ni popolnoma jasna. To hibo, ki je tem večja, kolikor bolj se leča približuje obliki kroglice, imenujemo sferični odklon, ali razsip okroglosti. Ta napaka se dá izdatno pomanjšati, ako pred lečo postavimo zaslonko (Blendung), katera dopušča le bolj osrednjim trakovom prehod skozi lečo, obrobne pa prestreza. Ta naprava sicer sliko samo ob sebi mnogo izboljša, vendar jo pa precej potemni. Radi tega se zaslonka le deloma v to uporablja. Bolje je, če znamo izbrati ravno pravo vkrivljenost lečinih ploskev. Izkušnja je pokazala, da so v odpravo sferičnega odklona najboljše take leče, katere imajo na eni strani ploskvo, krivljeno s šestkrat manjšim polumerom, kot na drugi strani. Istotako popravijo to napako tudi leče, ki so na eni strani ravne, na drugi pa vzbokle. Te leče se dandanes skoraj izključno rabijo pri enostavnih drobnogledih in okularjih. Še popolnejše pa odpravimo sferični odklon s tem, da vzbokli leči pridružimo jamasto iz flintovega (s svincem namešanega) stekla, katero lomí svetlobne trakove močnejše. Sicer ima tudi jamasta leča isto napako, kakor vzbokla; toda, ker se svetlobni trakovi pri njej lomijo ravno nasprotno kakor pri vzbokli, se ena napaka z drugo poravnava.

A še nekaj družega je pri sferičnih lečah, kar tudi ni slikam v prid. Ako vjamemo solnčne trakove z vzboklim steklom na papir, zapazimo poleg slike tudi razne mavričaste barve. Slika je več ali maj vijoličasto in rdeče obrobljena. Beli solnčni žarek se pri prehodu skozi lečo lomi, ob enem pa tudi razkroji v razne, takozvane prizmatične ali spektralne barve. Rdeči svetlobni trakovi (slika 5.) se najmanj lomijo in sečejo lečino os v večji daljavi od leče, kakor pa vijoličasti, kateri se lomijo močnejše. Gorišče ni ena samo točka, marveč zavzema večji ali manjši delec lečine osi, po kateri se razprostirajo spektralne ali prizmatične barve. To drugo hibo imenujemo hromatični odklon. Tembolj je neprijetna, čim večja je odprtina leče in čim krajša goriščina razdalja. Kako pa je mogoče odstraniti ta nedostatek?



Slika 5.

Veščaki so opazili, da kronske in flintovo steklo ne lomita svetlobnih trakov enako. Razpršitev v barve (šar ali spektrum) je pa pri flintovi leči iste goriščine razdalje dvakrat večja, kot pa pri leči iz kronskega stekla. Ako združimo vzboklo lečo iz kronskega stekla z jamasto lečo iz flintovega stekla, bode sicer prva leča svetlobne trakove v šar razpršila, a nasprotno brušena jamasta leča bode ta šar zopet združila v prvotni, brezbarveni svetlobni trak. Ker je šar flintovega stekla za polovico večji od spektra kronske leče, mora biti tudi goriščina razdalja flintove leče za polovico večja kot pa ista razdalja kronske leče. Sestavo dveh takih leč imenujemo brezbarveno ali hromatično lečo.

Vendar tudi ta sestavljena leča še ne da popolnoma brezbarvenih slik. Kronske in

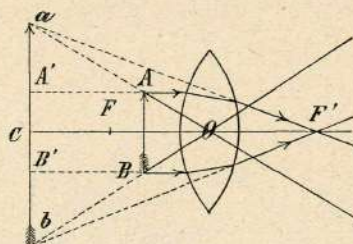
flintovo steklo svetlobnih trakov ne razpršujeta enakomerno, zategadelj tudi ni mogoče vseh barv popolnoma združiti. Navadno sta leči tako preračunjeni, da združiti najbolj vidne osrednje barve (rmeno in zelenkasto), bolj ali manj viden višnjevkasti rob pa še preostane. Ta preostanek barv imenujejo sekundarni šar; pri novejših steklih je zelo neznamen. Pri sestavljanju dvojnatih leč se je treba vselej ozirati na to, da sta obe napaki, sferični in barveni odklon, po možnosti odstranjeni; take leče imenujemo aplanatične leče in se rabijo dandanes pri lečah-predmetnicah vseh boljših optičnih orodij, pri fotografiji, pri daljnogledu, in pri drobnogledu ali mikroskopu.

#### *Enostavni drobnogled.*

Znano bode večini naših čitateljev, da se tudi v človeškem očesu nahaja čisto prozorna leča, katera napravlja od vseh dovolj razsvetljenih predmetov majhne slike. Te slike se prestrezajo v očesu na čutni kožici — mrežnici —, in ta čut nam provzroča vid. Izkušnja nas uči, da najbolje vidimo le v neki gotovi daljavi. Tedaj je namreč slika na mrežnici dovolj razločna. Ako pa dotični predmet — recimo tanko iglo — očesu preveč približamo, postaja njega slika vedno bolj nejasna, in če jo preveč od očesa oddaljimo, jo vidimo vedno slabeje, dokler nam popolnoma ne izgine. Igla preblizu očesa ne napravlja več slike na mrežnici, ampak že za mrežnico; zato te slike jasno ne vidimo. V preveliki daljavi od očesa pa postaja ta slika v očesu vedno manjša tako dolgo, da je končno naše čutnice ne morejo več občutiti. Tudi zelo majhni predmeti, ki se nahajajo v primerni daljavi pred očesom, so nam nevidni, ker so slike v očesu že tako majhne, da jih oko več ne občuti. Seveda ni vsako oko enako. Kratkovidno oko bode zamoglo v bližini spoznati še marsikatero podrobnosti, katerih daljnovidno ne bode več opazilo.

Vzemimo kak majhen predmet n. pr. tanko nit in položimo jo predse na mizo. S prostim

očesom nam bode le s težavo spoznati posamezna vlakenca, iz katerih je nit posukana. Ako pa privzamemo vzboklo lečo, s kratko goriščino razdaljo in jo približamo niti še malo bolj, kot je njena goriščina razdalja velika, in če pogledamo potem nit skozi to lečo, tedaj se nam ne kaže več kot tanka nit, temuč mi vidimo že precej močno vrstico, zvito iz premnogih tankih vlaken — mi vidimo nit povečano. — Svetlobni trakovi od  $AB$  (slika 6.), ki padajo vspo-



Slika 6.

redno na lečo, se lomijo in družijo v gorišču  $F'$  in oko pri  $F'$  vidi te lomljene trakove v isti smeri, v kateri prihajajo v oko. V pravi vidni daljavi se kaže očesu povečana slika predmetova  $ab$ .

Vsako vzboklo lečo, katero rabimo v ta namen, to je v namen povečave predmetov, imenujemo enostaven mikroskop. Vendar se dvostransko-vzboklih leč navadno ne poslužujemo, ker je pri njih sferični odklon največji. Jemlje se navadno ravnovzbokla leča, pri kateri je omenjena hiba skoraj neznamen. Kolikor večja pa je povečava ene leče, oziroma kolikor krajši je njena goriščina razdalja, toliko večji je pri nji tudi sferični odklon. Ta napaka se pa pomanjša, ako združimo — namesto da rabimo eno samo močno-vzboklo lečo — dve ali tri ravnovzbokle leče v eno. Tako dosežemo isto povečano, kot z eno samo močnejšo lečo, a vidno obzorje je mnogo večje, sferični odklon pa zdatno zmanjšan. Take dvojnate ali trojnate leče imenujemo doublete in triplete; pritrjujejo se tudi na majhna stojalca z mizico, kjer služijo v raztelesjevanje in prirejanje zelo majhnih predmetov za pravi veliki mikroskop. Obe leči sta vloženi v kratko (1 — 2 cm) cevko

od medi in sicer tako, da sta z zaokroženimi deli obrnjeni druga proti drugi, ravni ploskvi pa sta na zunaj. Po njihovih izumiteljih imenujemo te sestave *Vilson-ove* ali *Fraunhofer-jeve* lupe. Povečajo navadno pet do tridesetkrat.

K enostavnim drobnogledom prištevajo tudi *Brücke-jevo* lupo, dasiravno bi bilo bolj umestno prištevati jo k sestavljenim drobnogledom. — V kratko (5—8 cm) cev od medi je na enem koncu pritrjena ahromatična leča, na drugem koncu pa jamasta

leča-priočnica. Svetlobni trakovi prehajajo pred svojim združenjem v sliko skozi jamasto lečo razpršeni v oko, katero vidi povečano in pokončno podobo predmeta. Ta sestav nam je radi zdatnih povečšav (50 — 100 krat) in zlasti zato, ker nam podaja pokončne slike, jako rabljivo orodje pri prirejanju zelo majhnih predmetov, in nadomešča za skromne zahteve izpočetka celo sestavljeni drobnogled. Narejen je prav na tisti podlagi, kot *Galilejev* daljnogled, ali pa naša navadna gledališka ali poljska kukala. (Dalje.)

## Usmiljenka.

Odlomek iz duhovnega življenja. — Spisal *Pavel Perko*.

V molčanju in pokoju se boljša pobožna duša ter razumeva skrivnosti sv. pisma. V samoti najde potoke solzá, v katerih se koplje in čisti vsako noč; ona je toliko bližje svojemu Stvarniku, kolikor dalje je ločena od posvetnega hruma. *Tom. Kemp. I. 20.*

Zunaj pred kapelo je sicer završal zdaj-pazdaj veter po drevesnih vejah, toda po kapeli se je razprostiral neki tajni mir in sveta tišina.

Usmiljenke so molile pred Najsvetejšim.

Molile so tiho, pridržano. Le zdaj-pazdaj se je začul kak pobožen vzdih ali pritajen šepet, ki je motil tišino po prostoru. In kadar je utihnil ta, tedaj je zopet mirovalo vse in molčalo vse...

Kakor veliko belo morje se je lesketalo po kapeli belih klobukov s širokimi, v stran segajočimi krajniki. Prav kakor morje mirno je ležala ta belina po kapeli, krepko odsvitajoč od malo temne okolice. In le redko se je zgodilo, da sta se tuintam zazibala bela roglja na koncu, kakor se zaziblje na morju rahel val ob vetrovem pišu. To je bilo tedaj, kadar je prikipela za hip iz prepolnega srca goreča molitev bolj nujno in bolj kipeče kot sicer...

Molile so in klanjale se globoko. —

Skozi duri pa so prihajale vedno še druge — lahno, da se je komaj čulo in pridržano, kot bi se bale stopiti na sveti in veličanstveni prostor.

\* \* \*

Sestra Veronika je prišla med zadnjimi. —

Pri vstopu se je ozrla okrog sebe plaho in negotovo. Klopi so bile zasedene; le pručice ob straneh so bile še prazne. Pokleknila je v stransko klopico. In tu je sklonila glavo, zakrila si obraz v dlani in goreče zamolila Boga... Potem pa je obstala nepremično. —

Sestra Veronika je bila razburjena!

Ko je klečala v klopici, tedaj se ji pač ni poznalo, da ji v duši ni mirno, da ji v srcu divjajo boji in viharji...

Molila bi bila, a moliti ni mogla. —

Razbrati se je morala poprej. Umriti se je morala; potolažiti se, razmisliti se... Kako naj bi molila v tem, ko ji drvi pred dušo toliko vtiskov in tako različnih!

Par trenutkov poprej je bila dospela iz Zagreba. Tam je bila doslej. Tam je opraviła zadnje duhovne vaje, po katerih je bila preoblečena v sestro. Od tam se je odpravila

Vendar vkljub temu ni zapazil, kako so se žgajnarji suvali pod mizo in je eden izmed njih udaril pijano ob mizo in zarohnel: „Zunaj je mraz kot pasji nos! Lojza, jaz dam še zanj, da ne zmrznem, preden bom doma!“

V tem je poškilil soseda, dregnil ga s komolcem in rekel: „Saj bo na kredo ta-le pijačica, a dajmo hudirju malo ponagajati.“

Lojza je kuhala vino, žgajnarji so peli travestijo pesmi: Tam za goro, škrjančki pojó — Pijančki so peli, so bili veseli — oh zdaj pa nič več, če bo Lojza šla preč.“

Ponikvar je hodil trdo po sobi, v srcu gnev, v duši mraz; bežal bi bil, a bal se je tistih črnih oči, tistih dveh satanov...

(Dalje.)

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

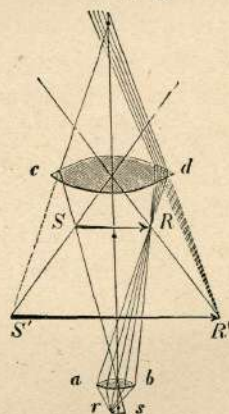
(Dalje.)

### *Sestavljeni drobnogled.*

Omenili smo že, da napravi vzbokla leča od vsakega predmeta, ki se nahaja zunaj njenega gorišča, narobe obrnjeno sliko, katero prestrežemo lahko na belem zastoru. Dokler je predmet od leče še zelo oddaljen, nastane v gorišču majhna slika; ta slika pa se tembolj povečuje in oddaljuje od gorišča, čimbolj predmet gorišču približujemo. Močno vzbokla leča s kratko goriščino razdaljo nam pokaže že precej povečano predmetovo sliko. Vzemimo še eno vzboklo lečo in pogledjmo skozi njo sliko prve leče; pokaže se nam še bolj povečana. Ako napravi prva leča n. pr. desetkrat večjo sliko, kot je predmet v resnici, in to sliko druga vzbokla leča še trikrat poveča, tedaj je skupna povečava tridesetkratna. Evo nam tu *sestavljene drobnogled*! Prvo lečo (pri predmetu) imenujemo lečo *predmetnico* ali *objektiv*, drugo lečo pa, (skozi katero gleda oko), *priočnico* ali *okular*. Sestavljeni drobnogled se potemtakem razločuje bistveno od enostavnega. Pri enostavnem gledamo predmet sam skozi lečo; pri sestavljenem pa ne gledamo naravnost predmeta, temuč skozi priočnico povečano zračno sliko leče predmetnice.

Leča predmetnica *ab* (slika 7.) napravi sliko predmeta *rs* narobe obrnjeno povečano

zračno sliko *SR*. To sliko vidimo skozi lečo priočnico *cd* tudi narobe obrnjeno in še bolj povečano — *S'R'*. Le ta sestavljeni drobnogled sta iznašla okrog l. 1590. Hans in Caharija Janssen.



Slika 7.

Na ta način iz dveh vzboklih leč sestavljeni drobnogled je pa še zelo nepopoln. Sferični in hromatični odklon leče predmetnice pomnoži in poveča potem še leča priočnica, obzorje je zelo majhno, in slika zlasti ob robu zategnjena in nejasna. Bilo je treba obe leči izboljšati, da je postalo orodje sploh rabljivo.

Izboljšavo so poskusili najprvo pri leči priočnici. Huygens je nekoliko pod priočnico postavil še eno vzboklo lečo, katera je imela nalogo, od leče predmetnice razpršene svetlobne trakove nekoliko združiti. Namesto prvotne slike je nastala sedaj med obema lečama druga, sicer nekoliko manjša, toda mnogo boljše slika. Obe hibi, sferični in hromatični odklon, sta bili s tem izdatno zmanjšani, slika ni bila ob robu tolikanj zategnjena in vrhutega mnogo svetlejša. Ker je imela ta leča nalogo sliko nekoliko skr-

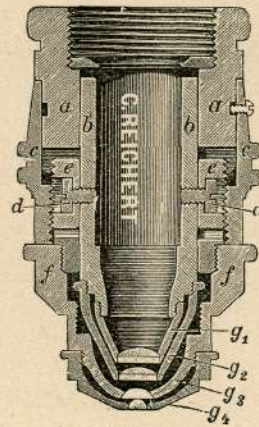
čiti, so jo imenovali *z b i r a l n o* lečo ali *k o l e k t i v*. Obe leči, kolektiv in priočnica, sta le na eni strani vzboklo brušeni, na drugi strani pa sta ravni in vdeleni v posebno cevko. Sestav obeh leč imenujemo *o k u l a r*.

S Huygens-ovo iznajdbo je bil sicer drobnogled mnogo izboljššan; vendar napak, katere nastanejo vsled obeh odklonov pri leči predmetnici, tudi ta okular ni mogel odstraniti; zabranil je le, da vsled povečave z lečo priočnico niso nastale nove napake. Trebalo je tedaj izboljšati tudi lečo predmetnico.

Leča predmetnica ali objektiv je najimennitnejši del drobnogleda. Dokler niso iznašli ahromatičnih leč, toliko časa so ostali vsi poskusi za takovo pripravo brezuspešni. Iz kronskega in flintovega stekla sestavljena leča pa je podajala že krasne in skoraj brezbarvene slike, zlasti pri slabejših povečavah. Močnejše povečave so dosegli na ta način, da so dve, tri, ali celo štiri ahromatične leče z vijaki drugo k drugi pritrjevali.

Toda večjim zahtevam tako kopičen je leč, izmed katerih je vsakatera sama záse že leča-predmetnica, ni zadostovalo. Že *Chevalier* in posebno pa *Amici* in *Sellig*ue so združili več leč v en skupen neločljiv sestav (objektiv). Danes je ta pri vseh modernih mikroskopih izključno v rabi. Za slabejše objektivne jemljó dve ali tri ahromatične leče, od katerih ima najspodnejša najkrajšo goriščino razdaljo. Najmočnejši objektivni imajo pa spodnjo lečo napravljeno iz polovice kroglice iz kronskega stekla, in nad njo tudi še eno ravnovzboklo lečo iz istega stekla. Ti dve leči nista ahromatični. Nad tema lečama sta pa v cevko vloženi dve drugi, katerih vsaka je zopet sestavljena iz dveh ali celo treh leč. Spodnja, polukroglasta in ž njo združena, ravnovzbočena leča imata glavno povečevalno nalogo; tudi naj se s to napravo gorišče kolikor mogoče pod spodnjo lečo zniža. Slika teh dveh leč je pa gledé sferičnega in hromatičnega odklona jako nepopolna, zato sta pridejani še dve drugi, iz različnih stekel sestavljeni leči, ki

imata pa ravno nasprotno sferične in hromatične napake in na ta način napako spodnje glavne leče poravnata. V sliki 8. vidimo



Slika 8.

močan objektiv (tvrdke Reichertove na Dunaju) nekoliko povečan. Spodnji leči  $g_3$  in  $g_2$  sta enostavni in iz kronskega stekla. Zgornji leči  $g_2$  in  $g_1$  sta sestavljeni iz dveh (včasih tudi iz treh) vzboklih in jamastih leč. Nekateri objektivni so tako uravnani, da se zgornji dve leči  $g_1$  in  $g_2$ , kateri sta pri trjeni na cevki  $bb$ , od spodnjih leč nekoliko odmakneta, ali pa zopet približata, ako se obroček  $cc$  zasučé. Čemu ta naprava? Predmet, katerega hočemo z drobnogledom opazovati, položimo na stekleno ploščico in ga pokrijemo z majhnim, zelo tankim steklenim pokrivalcem. Svetlobni trakovi, ki prihajajo skozi to, četudi zelo tanko pokrivalce, se nekoliko odklanjajo in povzročijo vsled tega bolj ali manj nejasno sliko. Sicer se ozirajo na ta odklon tudi že pri napravi objektivni; ker pa opazovavec nima vedno čisto enako debelih pokrivalc na razpolago, se zadnji preostanek odklona odstrani s premikanjem notranjih leč.

Ker so pri najmočnejših sestavih glavne leče jako majhne, dostikrat komaj  $1-2\text{ mm}$  v premeru, in je izdelovanje in natančno sestavljanje teh leč jako mučno in zamudno delo, se ni čuditi, ako znaša cena takih objektivov 200–400 kron.

### Mehanični del drobnogleda.

Dasiravno so leče najimennitnejši del pri drobnogledu, vendar te niso rabljive za temeljito raziskavanje, ako niso pritrjene na primernem stojalu. Leče, objektiv in okular so vstavljene v cevko, pod katero mora biti primeren prostor, nekaka majhna mizica, da pokladamo nanjo predmete. Cevka in mizica



morata biti s primerno pripravo tako uravnani, da se po potrebi zblížata ali oddaljita. Oboje mora biti pritrjeno na trdni podlagi. Razen tega je treba tudi še preskrbeti predmetu dovoljne svetlobe.

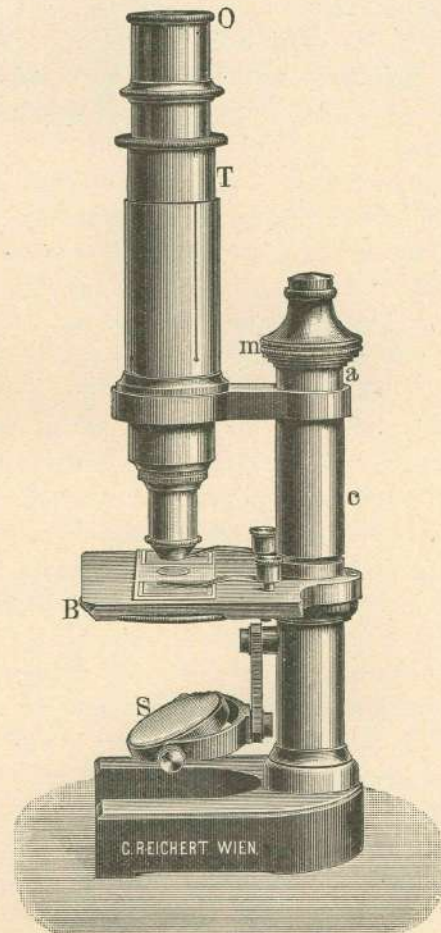
Da so bila prvotna stojala pri drobnogledih jako enostavna in preprosta, je samo ob sebi umevno. Dokler niso izumili apla natičnih leč, težavnejših raziskavanj z drobnogledom sploh ni bilo mogoče izvrševati. Ko so pa pred sto leti jeli polagoma rabiti ahromatične leče, je nastala obenem nujna potreba, da se je izpopolnil tudi mehanični del mikroskopa. Pri tem izpopolnjevanju sta se pojavili dve struji, ki se še danes med seboj razločujeta. Izdelovalci drobnogledov na evropski celini so se oprijeli oblike, kakršno sta izdelovala v Parizu Chevalier in Oberhäuser; njihovi drobnogledi so bili le 30—35 cm visoki in prikladni za rabo. Angleži in Amerikanci so pa sprejeli drugo, večjo, popolnoma tipično obliko. Njihovi mikroskopi so mnogo večji od „kontinentalnih“, 40—48 cm visoki in radi tega za navadno, vsakdanjo rabo nekako neokretni, dasi moramo priznati, da so ravno Angleži stojalo v mehaničnem oziru mnogo izboljšali in izpopolnili. Med starejšimi sta v izdelovanju mikroskopov najslovitejši londonski tvrdki Ross in pa Powell - Lealand, ki imata veliko zaslug za izpopolnitev stojal in tudi objektivov.

Oglejmo si stojalo, kakršno je le z neznatnimi izpremembami zadnjih petdeset let po vsi srednji Evropi v rabi. Slika 9. nam kaže manjše in bolj preprosto stojalo slavnoznanе, že omenjene Reichertove tvrdke na Dunaju.

Vznožje stojala je podobno podkvi; ta oblika je radi svoje prikladnosti najbolj razširjena. Trinožno stojalo se je pri „kontinentalnih“ drobnogledih skoraj docela opustilo, pač pa je imajo še nekatere angleške tvrdke. Na vznožju je postavljen stebrič, ki nosi ves drugi mehanizem.

Predmetna mizica *B* služi v to, da se na njo poklada ploščica s predmetom, katerega hočemo opazovati; biti mora toliko trdna,

da se ne podaja, ako se ploščica na njej semtertja premika. Mizica je počrnjena, zato da ne odbija svetlobe in ne moti opazovavca. Pri boljših drobnogledih je mizica pokrita s ploščo temnega stekla ali pa s trdim črnim kavčukom, da je tako zavarovana proti škodljivim vplivom kemičnih reagensij. Mizica ima na sredi 15—20 mm širok predorček,



Slika 9.

skozi katerega vpada svetloba od ogledala na predmet. Na naši sliki nam to odprtino zakriva predmetna ploščica. Pod mizico vidimo na kratkem vzvodu v premakljivi rogovilici majhno, okroglo ogledalce *S*, katero ima to nalogo, da odbija od zunaj, bodisi izpod neba ali od svetilnice vpadajoče svetlobne trakove skozi predorček v mizici na predmet in ga tako razsvetljuje. Mnogokrat

je koristno, da ta svetloba ne prihaja navpično navzgor, temuč od strani. Zategadelj visi ogledalce na premakljivem vzvodu, katerega z ogledalcem vred poljubno premičemo na eno ali drugo stran in obračamo tako svetlobne trakove od raznih strani na predmet. Ogledalce je navadno dvojno, na eni strani ravno, na drugi strani pa jamasto. Jamasto ogledalce svetlobne trakove združuje liki zbiralna leča in predmet močnejše razsvetljuje, kot pa ravno ogledalce. Za manjše povečave se rabi navadno razsvetljava ravnega ogledalca, dočim je za večje že potreba močnejše svetlobe, prihajajoče od jamastega zrcalca.

Za opazovanje pa ni koristno, ako preveč svetlobe prihaja v oko. Najlažje in najbolje se opazuje, ako se naravná od zrcalca le toliko svetlobnih trakov na predmet, da je ta sam dovolj razsvetljen; drugi trakovi naj se odstranijo. V ta namen je pod mizico pritrjena okrogla ploskvica — z a s l o n k a — katera ima 3—5 luknjic razne velikosti. Po potrebi se zaslonka zasuče tako, da pride večja ali manjša luknjica ravno pod predmet in odstrani več ali manj obrobni svetlobnih trakov. Obzor je potem bolj ali manj razsvetljen. Na naši sliki se vidi rob zaslonke na spodnji strani mizice.

Nad mizico vidimo cev  $T$ , v katero so ustavljene leče. Spodnji, nekoliko zoženi del hrani v sebi leče-predmetnice (objektiv), zgornji del pri  $O$  je okular. Glavna cev je sestavljena iz dveh cevi, ki sta tako vloženi druga v drugo, da se, kakor pri daljnogledu, lahko raztegneta ali pa skrčita. Priočnica se od objektiva lahko oddalji ali se mu približa. Navadna dolžina cevi pri naših drobnogledih znaša 160 mm; podaljšajo jo tudi na 190 mm, ali skrčijo do 130 mm. To podaljšanje, oziroma skrčenje cevi vpliva na povečavo.

Ako poveča drobnogled pri 160 mm dolgi cevi n. pr. 100krat, bode ta povečava pri skrčeni cevi le 81 kratna, pri podaljšani pa skoro 120 kratna. Če torej cev bolj ali manj raztegnemo, povečamo z istimi lečami poljubno od 81—120krat.

Že zgoraj smo omenili, da morata biti cevka in mizica tako uravnani, da ju zamoremo medsebojno zblížati oziroma odmakniti. Starejši drobnogledi in nekateri najmanjši imajo še sedaj napravo, s katero se mizica ob stebričku gori in doli premika. Ta naprava je pa imela mnogo hib, in zato je dandanes pri vseh večjih drobnogledih mizica nepremakljiva, namesto mizice se pa z optičnim aparatom v navpični smeri premika cevka.

V naši sliki vidimo glavno cev  $T$  vtaknjeno v drugo krajšo in širšo cev, ki je pritrjena na držalu  $a$ . Ta cevka je po dolgem na štirih krajih prerezana, tako da se njeni četverci deli nekoliko upogibljujejo in vsled tega glavno cev nalahko oprijemljejo. Ako hočemo torej dobiti predmet v obzorje, porivamo polahkoma sukáje cev toliko časa proti mizici, da se nam predmet pokaže v obzorju.

Ta naprava pa nam zadoščuje le pri majhnih povečavah. Že pri stokratni povečavi je dostikrat zelo težavno, za nevajeno roko skoro nemogoče, zadeti pravo razdaljo, v kateri se popolnoma jasno vidi povečana slika predmetova. Zato je na vsak način potrebna naprava, s katero je mogoče cevko z lečami predmetu prav po malem približevati, ali jo od njega oddaljevati. V ta namen služi držalo  $a$ , pritrjeno na drugi cevki  $c$ , katera obsega stebrič. V tej cevki je spiralno ukrivljeno pero, ki tišči cevko navzgor, zgoraj pa se nahaja jako tanko-urezan vijak z vijakovo matico  $m$ , ki se ustavlja naporu peresa.

Ako vijakovo matico  $m$  odjenjamo, dviga moč peresa cev  $c$  z držalom  $a$  in s tem sklenjeno glavno cev  $T$ . Ako pa vijakovo matico zasučemo na nasprotno stran, se cev  $c$  zopet poniža in glavno cev približamo predmetu. Ker je višina enega vijakovega zavoja navadno zelo majhna (pri Reichertu znaša 0,3 mm), je možno dvigati glavno cev jako polahkoma za stotinke milimetra.

Oberhäuser v Parizu je okrog l. 1850. začel prvi izdelovati taka stojala. Zaradi svoje prikladnosti se je ta oblika takoj pri-

ljubila vsem raziskovavcem, in ni dolgo trajalo, da je postalo to stojalo nekako vzor-stojalo, katero so posnemali z neznatnimi izpremembami malodane skoro vsi izdelovavci

stojal. Dokler se ne gre za posebno subtilna raziskavanja, n. pr. pri bakterijah, pri diatomajah, omenjeno stojalo popolnoma zadoščuje; na njem imamo vse, kar je pri dobrem,



Čitajoča deklica.

Risal M. Sternén

drobnogledov po Franciji, Nemčiji in Avstriji. Imenuje se zato po pravici „kontinentalna“ oblika in se po svoji zunanosti izdatno razločuje od velikih angleških in ameriških

rabljivem stojalu potrebno, ni pa preobloženo s celo vrsto kolesc in vijakov, kakor jih vidiš pri največjih, najpopolnejših modernih drobnogledih. (Dalje.)

## Drobnogled in drobni svet.

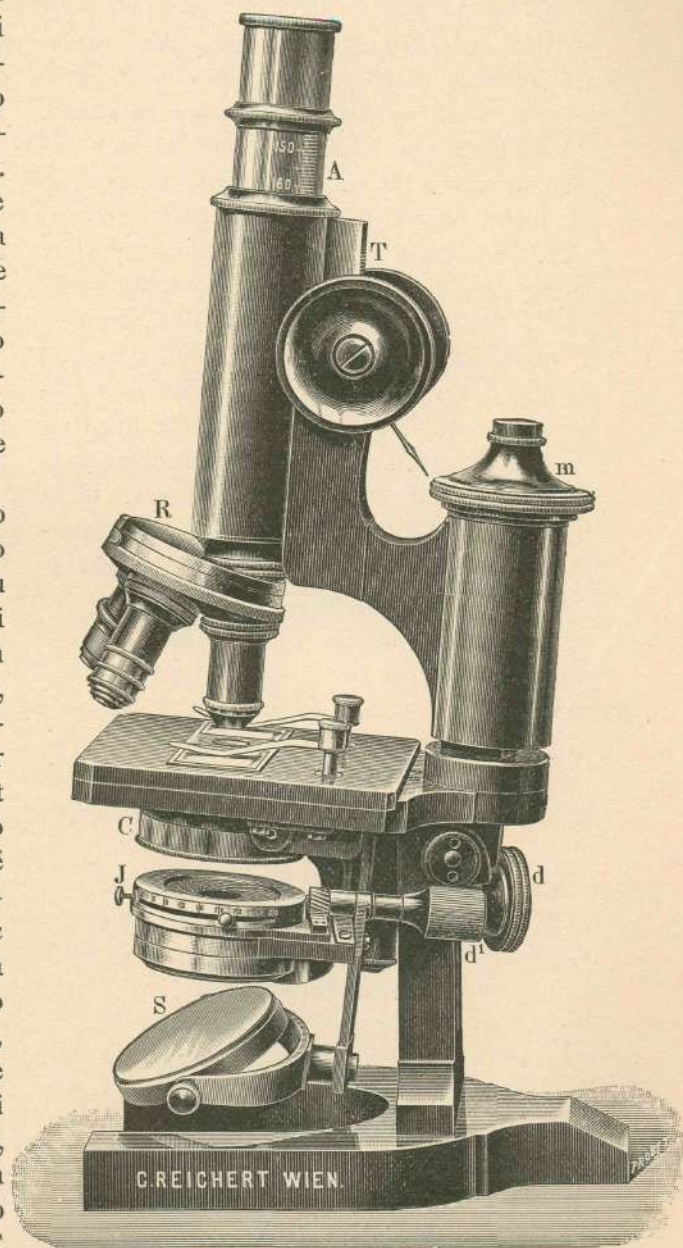
Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)

Kolikor bolj je napredoval optični aparat, in so se jele rabiti močne povečave, tembolj je bilo treba izpopolniti tudi mehanični del drobnogleda. Pri izdatnih povečavah je tudi najmanjše upogibanje mizice ali cevi v enaki meri povečano in zelo moti opazovanje; zagadelj je trebalo izdelati stojalo z največjo natančnostjo. Zlasti pa je bilo treba izpopolniti pripravo za razsvetljenje predmetov. Nadalje je uporaba polarizirane svetlobe za raziskavanje rudnin in raztopin zahtevala priprav, s katerimi je mogoče tudi najmanjše predmete pod drobnogledom natančno izmeriti, jih narisati ali celo fotografirati. Vse to je zelo izpopolnilo preprosto stojalo, a omeniti bi bilo še raznih drugih, deloma zelo dragih dodatkov, kateri se pa nahajajo le pri največjih drobnogledih.

Slika 10. nam kaže izpopolnjeno stojalo modernega drobnogleda. Vznožje ima obliko podobno nekoliko podaljšani podkvi. Vrhu stebriča je os, ob kateri je moči ves zgornji del drobnogleda z vsem optičnim aparatom pregibati, tako da stoji cev lahko navpično, ali pa se nagne do vodoravne lege. Za opazovavca je to mnogo manj utrudljivo, ker mu ni treba gledati neprestano naravnost navzdol v drobnogled, temuč istega poljubno nagne, kar je zlasti priložno, kadar se sedé opazuje. (V sliki vidimo zgornji del drobnogleda nekoliko nagnjen.) Vijakova matica *m* služi v podrobno premikanje cevi. Matica sama je na svojem obsegu razdeljena v sto delov. Ako zasučemo matico le za eno črto, se je vsa drobnogledova cev premaknila le za  $0.003\text{ mm}$  navzgor ali pa navzdol. Da ni potreba premikati glavne cevi s prosto roko, imamo tu prirejeni dve kolesci, s tretjim manjšim, zobčastim kolescem v sredi, katero vbira s svojimi zobci v zareze cevi pri *T*. Če zasučemo omenjeni kolesci na eno ali

na drugo stran, približamo glavno cev mizici, ali pa jo od nje oddaljimo. Za manjše povečave zadoščuje premikanje cevi s kolescem



Slika 10.

in zobci; za večje povečave, zlasti pri uporabi najmočnejših objektivov, se pa poslužujemo zgoraj omenjenega, jako na drobno urezanega vijaka.

Na spodnjem koncu cevi opazimo tri objektivne, pritrjene ob cevi; in sicer se nahaja eden prav pod cevjo, druga dva sta pa nekoliko na strani. Veliki drobnogledi imajo po več, navadno po 4—6 raznih objektivov. Ž njimi in z raznimi okularji je raziskovavcu mogoče dobiti skoraj vsako poljubno povečavo. Objektiv je z vijakom pritrjen na spodnjem delu cevi. Ako rabim drugačno povečavo, nadomestim en objektiv z drugim. To preminjanje je pa zamudno, ker je treba en objektiv odstraniti in drugega pritrčiti. Da se to opravi polajša, so izumili napravo, katero imenujemo „revolver“. Nekoliko vzbočeno kolesce ima na spodnji strani troje vijakov, na katere pritrčimo tri različne objektivne. Vsa priprava je pa zopet tako pritrjena k cevi, da pride en objektiv ravno pod cev in zamoremo gledati skozenj. Ako hočemo nastaviti drug objektiv, zasučemo omenjeno kolesce za tretjino oboda, in drugi, in če treba, tretji objektiv pride pod cevko. Izdelovatelji drobnogledov napravljajo na zahtevo „revolverje“ za 2—5 objektivov.

Predmetna mizica v naši sliki je enostavna. Izdelujejo pa tudi premakljive mizice. Navadno je taka mizica okrogla in se suče okrog svoje osi. Pritrjena je na dveh ploščicah, kateri se premikata s pomočjo vijaka in kolesca z zobci v dveh navpično-ležečih smeréh. Kadar gledamo v drobnogled, zasučemo predmet poljubno okrog optične osi, ali pa ga semtertja, gori in doli premičemo. Angleži so prvi rabili to napravo pri svojih večjih drobnogledih in so trdili, da je zelo praktična; na evropski celini se je pa izdelovatelji drobnogledov dolgo niso hoteli oprijeti, ker je bila zelo draga in po izjavi merodajnih raziskovavcev nepotrebna. Še le v najnovšem času se je začela širiti tudi pri naših največjih drobnogledih.

Najvažnejši del modernega stojala je pa priprava za primerno razsvetljavo predme-

tovo; ona nekako izpopolnuje optični del pri drobnogledih. Omenili smo že, da ima drobnogledovo stojalo pod mizico ogledalce, katero odbija svetlobne trakove kvišku in predmet primerno razsvetljuje. Ta umetna razsvetljava pa mora biti tem močnejša, čim večja je povečava. Ako povečamo predmet namesto stokrat, dve- ali tristokrat, tedaj je svetlost slike v drobnogledu štirikrat, oziroma devetkrat manjša. Svetlost slike pojema torej v kvadratični meri, in pri vedno rastoči povečavi pridemo tako daleč, da nam samo ogledalce več ne zadošča za razsvetljavo, temuč je treba izdatnejših pripomočkov. Jeli so v ta namen ustavljati vmes med ogledalce in predmet zbiralne leče, ki so imele nalogo, od ogledalca odbijane svetlobne trakove združiti v eno točko in predmet na ta način zadostno razsvetliti. Vrhutega je pa morala tudi primerna zaslonka odstraniti vse nepotrebne svetlobne trakove.

Med raznimi poskusi se je tozadevna izpopolnitev drobnogleda najbolj posrečila že imenovanemu prof. Abbè-ju v Jeni, ki je pred kakimi 30. leti sestavil nov „razsvetljevavnik“. Njegova izumitev se je kmalu razširila skoraj po vsi Evropi in v resnici zadošča vsem zahtevam. Ker je ta naprava pridejana tudi naši sliki, opišimo jo malo natančneje!

Prav pod predmetno mizico vidimo obod *C*, v katerem sta sestavljeni dve zbiralni leči. Spodnja leča je ravnovzbojka in zavzema vso širjavo oboda; zgornja leča je podobna polukrogli, je za polovico premera manjša in sega skozi predmetno mizico prav do predmetne plošče. Svetlobne trakove, katere odbija ogledalo *S*, zbira najprvo večja spodnja leča in jih pošilja manjši, a močnejši zgornji leči, katera jih popolnoma združuje. Ta del razsvetljevavnika imenujemo zbiravnik (Condensor). Vsi svetlobni trakovi, katere pošilja ogledalo vzporedno kvišku, se združijo v eni točki — v gorišču — katero je zelo močno razsvetljeno. Ta razsvetljava pa ni vselej umestna, temuč je nepotrebne svetlobne trakove odstraniti. To se pa zgodi s pomočjo zaslonke *F*.

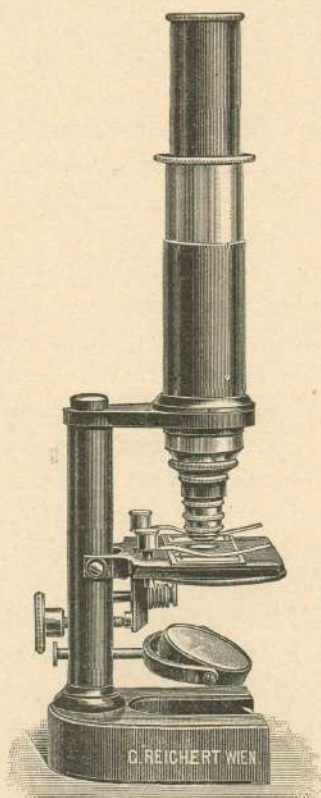
Zaslonka  $\mathcal{F}$  je sestavljena iz 12—15 sila tankih premakljivih jeklenih ploščic, ki so tako vstavljene, da jih je lahko s pomočjo glavnice pri  $\mathcal{F}$  središču približevati, ali pa jih od njega oddaljevati. Ako se vse ploščice središču približujejo, postaja odprtina vedno manjša; ako se od njega odmikajo, postaja odprtina večja. Gledavcu je torej omogočeno osrednjo odprtino zaslonke od 30 mm skrčiti na 1 mm, in poljubno množino svetlobnih trakov po zbiravniku (Condensor)  $C$  združiti na predmetu. Ker ta zaslonka prav tako deluje, kakor šarenica (Iris) v človeškem očesu, jo imenujemo šareno zaslonko (Irisblende.)

Na strani pri  $d'$  vidimo malo vretence, katero z zobčastim kolescem vbira zareze pri zaslonki. Ako to vretence nekoliko zasučemo, se zaslonka odmakne na stran. Svetlobni trakovi od ogledalca skozi priprto zaslonko ne vpadajo več na sredo zbiravnika, temuč le na njegov krajni rob, ki pa pošilja vkljub temu svetlobne trakove v svoje gorišče. Ker vpadajo sedaj svetlobni trakovi na predmet samo od ene strani, je predmet tudi le od ene strani razsvetljen. Ta poševna razsvetljava predmeta je pa velikega pomena; kajti baš pri nji se pokažejo na predmetu najmanjše podrobnosti, katerih bi s samo osrednjo razsvetljava nikdar ne mogli zagledati. Zaslonka je nadalje vstavljena v obod tako, da jo je lahko sukati okrog njene osi. Ako odmaknemo z vretencem  $d'$  zaslonko od središča in jo potem polagoma zasučemo okrog njene osi, vpadajo svetlobni trakovi zaporedoma od raznih strani na predmet in ga rasvetljujejo od vseh strani. Zbiravnik in zaslonka sta skupaj združena in ju je moči s pomočjo kolesca  $d$  dvigati, ali pa, ako potreba, popolnoma na stran zasukati.

Abbè-jev razsvetljevalec je v istini izborna delo. Ž njim je mogoče svetlost predmeta po potrebi zvečati, ali pa zmanjšati; ž njim dovedemo lahko predmetu navpičen, ali pa do  $60^\circ$  na optično os nagnjen šop svetlobnih trakov; sploh omogoči nam najrazličnejšo razsvetljava. Zato se pa nahaja

ta aparat tudi pri vseh večjih modernih drobnogledih.

Opisano stojalo zadošča najrazličnejšim potrebam in zahtevam raziskovavcev z drobnogledom. Da je pa tako orodje zaradi svoje členovite sestave in zaradi velike natančnosti v svojih posameznih delih tudi precej drago, to bode našim bravcem lahko umevno. Zato segajo po drobnogledih s takim stojalom tudi le oni veščaki, ki se bavijo z raziskovanjem najmanjših podrobnosti v drobnem svetu. Za bolj skromne zahteve, zlasti pa za pouk in kratek čas zadoščajo bolj priprosta stojala, katera izdelujejo razne tvrdke poleg onih večjih. Slika 11. n. pr. nam kaže tako prav preprosto stojalo. Cevka z optič-



Slika 11.

nimi lečami se premika s prosto roko v drugi cevi. Pod premakljivo mizico vidimo vijak, ki opira pravokotno roček pri mizici. Ako vijak nategnemo, se mizica nekoliko dvigne, ako ga odjenjamo, navito pero mizico zopet zniža. Pod mizico sta zaslonka in pa ogledalce.

### Optična vzmožnost drobnogleda.

Dober drobnogled nam mora podati od raznih predmetov razločne, jasne slike brez barvenih krajev (robov); na sliki moramo opazati kolikor mogoče mnogo podrobnosti. Seveda mora biti predmetova slika povečana, toda nekoliko večja ali manjša povečava ni prva in najiminitnejša stvar. Navadno se misli o drobnogledu, da je tisti najboljši, ki najbolj poveča. To naziranje je le deloma resnično. Najboljši je oni drobnogled, ki podaja pri najmanjši povečavi najbolj jasne in razločne slike in kaže na slikah največ podrobnosti. Ako je slika nejasna, obdana z raznimi prizmatičnimi barvami, tedaj nam tudi največja povečava nič ne koristi. Lastnost drobnogledovo, zbok katere nam kaže slike bolj ali manj jasno in razločno z raznimi njihovimi podrobnostimi, imenujemo njegovo optično vzmožnost.

Da dosežemo čim večjo optično vzmožnost pri drobnogledu, je treba najprvo odstraniti ali vsaj do skrajnosti zmanjšati oni dve hibi leč, o katerih smo že govorili, namreč sferični in barveni ali hromatični odklon. Čim popolneje sta obe napaki odstranjeni, tem čistejše, jasnejše so tudi slike predmetov pod drobnogledom, tem razločnejše nam je mogoče zaznavati tudi najmanjše podrobnosti na njih. Ako je sferični odklon dobro odstranjen, se združujejo svetlobni trakovi v posameznih, določenih točkah, in podrobnosti slike so jasne, razločne. Pri slabi leči z napako sferičnega odklona se pa svetlobni trakovi enega predmeta ne združujejo v eni in isti točki, in podrobnosti se kažejo potem nejasne, zamazane in nekako v meglico zavite.

Isto velja tudi o hromatičnem odklonu. S pomočjo novejših stekel so tudi tega skoraj do neznatnosti odstranili. In sicer mora biti pri dobrih lečah ta hiba enakomerno odstranjena, bodisi da opazujemo predmete z navpično, ali pa s postransko ali poševno razsvetljava. Navadno se poprava izvrši tako, da preostane prav malo višnjevkastih svetlobnih trakov ob robu slike, drugi bolj vidni

in za oko neprijetnejši svetlobni trakovi se pa združujejo.

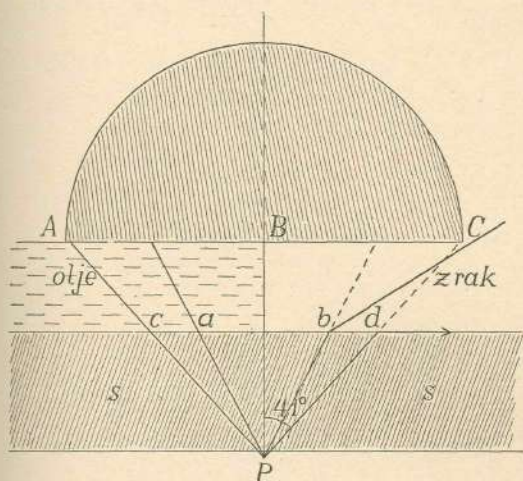
Odstranitev obeh napak je prvi pogoj dobrih leč; potem šele je mogoče skrbeti za drugo lastnost, ki napravljaja pravo optično vzmožnost objektiva, namreč za izdatno odprtino leče.

Kaj pa je odprtina leče? Svetlobni trakovi, ki vpadajo vzporedno na lečo, se združujejo v eni točki, v gorišču. Skrajni trakovi napravljajo v gorišču največji kôrt in ta kôrt imenujemo odprtinski kôrt, ali na kratko odprtino leče (Öffnungswinkel, Öffnung). Od tega kota je najbolj odvisna vzmožnost drobnogleda.

Vsak predmet sploh mora imeti, da ga vidimo, ali svojo lastno svetlobo (ogenj, zvezde), ali pa mora biti od drugega predmeta razsvetljen. Z daljnogledom opazujemo obojne predmete; z drobnogledom pa izključno le one, ki imajo luč od drugih predmetov. Vsak predmet pa, ki nima lastne svetlobe, nam postane viden tako, da se svetlobni trakovi ob njegovih ploskvah lomijo in vsaj deloma odbijajo. Telesa, katera svetlobo popolnoma propuščajo, so nam nevidna (plin, zrak). Z drobnogledom torej raziskujemo predmete, ki — kakor rečeno — sicer nimajo lastne svetlobe, ob čijih večjih ali manjših ploskvah se pa od drugod prihajajoča svetloba lomi in odbija. Vsled lomljenja in odbijanja pa mnogo svetlobnih trakov ne prihaja v oko. Na onih mestih nastajajo temne proge ali sence. Ako je odprtina objektiva le majhna, tedaj tudi mnogo odbijanih svetlobnih trakov ne more skozi objektiv do očesa, in slika je vsled tega pomanjkljiva, nejasna, in nekaterih njenih podrobnosti celo nič ne vidimo. Ako pa vzamemo drug objektiv z veliko odprtino, tedaj prihaja v oko tudi več šopov odbijanih obrobni svetlobnih trakov, ki napravljajo v očesu dovolj jasno sliko, da more oko tudi mnogo manjše podrobnosti še razločiti. Prof. Abbè je dokazal teoretično in s poskusi, da nam drobnogled le tedaj podaja razločno sliko raznih podrobnosti, ako se v njej združijo vsi odklonjeni obrobni svetlobni trakovi. To pa

je tedaj, ako je odklon svetlobnih trakov le majhen, ali pa odprtina objektivna tako velika, da sprejme vse odklonjene trakove in jih združuje v skupni sliki. Kolikor večji je torej odprtinski kôl, tolikanj več šopov svetlobnih trakov dovezema oko, toliko več podrobnosti nam pokaže mikroskop. Izkušnja pa je vendar pokazala, do vzmožnost drobnogledova gledé zaznavanja podrobnosti ne raste enakomerno s kôtom, temuč s sinusom dotičnega kota in tudi to le do gotove meje.

Denimo majhen predmet  $P$  (glej sliko 12.), katerega smo priredili za drobnogled, na



Slika 12.

ploščo od stekla in pokrijmo ga z drugim tenkim steklom — pokrivalcem  $SS$ , ter ga položimo pod drobnogled.  $ABC$  je spodnja, v sliki povečano narisana leča objektivna. Svetlobni trakovi, ki prehajajo od razsvetljenega predmeta  $P$  skozi pokrivalce  $SS$ , se ob njegovi zgornji ploskvi lomijo in ne prihajajo v isti smeri v objektiv. Svetlobni trak  $Pb$  se pri prehodu preko stekla v zrak odklanja na stran v smeri  $bC$  in vsled tega ne prihaja v objektiv. Ako je pa svetlobni trak še bolj nagnjen, potem pa sploh skozi steklo v zrak ne prestopi, temuč se ob zgornji ploskvi odbija —  $Pd$ . Račun in izkušnja sta pokazala, da prehaja svetlobni trak od predmeta  $P$  skozi steklo le tedaj, ako proti vpadnici ni nagnjen več nego za kôl  $41^\circ$ . Še bolj naklonjeni svetlobni trakovi se ob zgornji

ploskvi odbijajo. Šop svetlobnih trakov, ki prehaja od predmeta  $P$ , je sličen zaobrnjenemu stožcu, čigar strani so proti osrednji osi nagnjene za kôl  $41^\circ$ ; samo ti trakovi prehajajo skozi steklo in pripomorejo k napravi slike, vsi drugi svetlobni trakovi so za oko izgubljeni.

To napako pa lahko odstranimo, ako nadomestimo zrak med objektivom  $ABC$  in pokrivalcem  $SS$  s kako drugo snovjo, v kateri se svetlobni trakovi manj odklanjajo, kot pa pri prestopu v zrak. Že Amici je to poizkusil; izpolnil je prostor med pokrivalcem in objektivom po vrsti z vodo, glicerinom, oljem itd. in je dosegel lepe uspehe. Oberhäuser in Hartnack sta jela sestavljati objektivne, pri katerih se spodnja leča potaplja v vodo. Ako denemo na stekleno pokrivalce kapljo vode, tedaj prehaja iz stekla v vodo mnogo takih svetlobnih trakov, ki se pri samem zraku odbijajo. Dočim znaša največji vpadni kôl svetlobnih trakov pri prehodu iz stekla v zrak le  $41^\circ$ , znaša isti kôl pri prehodu iz stekla v vodo  $61^\circ$ . Z večjo odprtino je rastla tudi vzmožnost drobnogleda; zato so tudi Hartnackovi objektivni od leta 1859. zbudili splošno zanimanje.

Ker se pa svetlobni trakovi pri prehodu iz stekla v vodo še vseeno nekoliko odklanjajo, skušali so veščaki najti primerno prozorno tekočino, katera bi svetlobne trakove prav tako lomila in razprševala, kakor navadno steklo. Skozi tako tekočino bi prehajali potem svetlobni trakovi popolnoma premočrtno. Izmed raznih tekočin, ki so se v ta namen preiskovale, ugaja najbolj olje, ki se dobiva iz lesa ameriške rdeče cedre, (*Juniperus virginiana*<sup>1)</sup>). Lomni eksponent te tekočine se od navadnega stekla ne razločuje.

Vrnimo se še enkrat k naši sliki. Na pokrivalcu  $SS$  se nahaja plast cedrovega olja, v katerega se potaplja spodnja leča objektivna. Od predmeta  $P$  prihajajoči svetlobni trakovi  $Pa$  in  $Pc$  nadaljujejo skozi olje svojo pot popolnoma premočrtno do leče. Ako plast olja odstranimo, morejo

<sup>1)</sup> Ta les rabijo tudi za svinčnike.



vstopiti v lečo samo oni svetlobni trakovi, ki se nahajajo med  $a$  in  $b$ ; vsi drugi se odklanjajo. Ako pa vtopimo lečo v kapljo olja, sprejema leča vse svetlobne trakove od  $c$  pa do  $d$ , in če je leča prav blizu pokrivalca, sprejema sploh vse svetlobne trakove, kolikor jih prihaja od predmeta. Objektive, kateri so na ta način prirejeni, imenujemo leče-vtapljavke (Immersions-Linsen). Seveda so taki objektivi rabni samo za najmočnejše povečave in za raziskavanje najnežnejših podrobnosti.

Rekli smo, da z velikostjo odprtine objektiva raste njegova vzmožnost. Ker pa zamore ista odprtina sprejeti mnogo večji šop svetlobnih trakov, ako prehajajo ti iz stekla skozi vodo ali olje, nego če prehajajo samo skozi zrak —: je posledica ta, da se je pri vzmožnosti drobnogleda razen na odprtinski kôť (oziroma na sinus dotičnega kôťta), treba ozirati tudi na snov, skozi katero prihajajo svetlobni trakovi v objektiv. Profesor Abbè, na čigar obširna izvajanja

smo se naslanjali,<sup>1)</sup> označi torej vzmožnost drobnogleda tako, da množi sinus od (pol-) odprtine objektiva z lomnim eksponentom snovi (zraka, vode, olja), skozi katero prihajajo svetlobni trakovi v drobnogled. Na ta način izraženo optično vzmožnost objektiva imenuje *numerično odprtino* (numerische Apertur<sup>2)</sup>. V tem izrazu imamo merilo, ki nam označuje vzmožnost kakega drobnogleda; t. j. ta izraz nam pové, kolikšne podrobnosti je še mogoče zaznavati s kakim drobnogledom. (Dalje.)

<sup>1)</sup> Abbè, Beiträge zur Theorie des Mikroskopes und der mikroskopischen Wahrnehmung (Archiv für mikroskop. Anatomie 1873). Dippel, Allgemeine Mikroskopie 1882.

<sup>2)</sup> Ako je kôť odprtine  $\alpha$  in lomni eksponent  $n$ , tedaj je obrazec za numerično odprtino =  $\sin \frac{\alpha}{2} n$ . Lomni eksponent zraka = 1, vode = 1.33, cedrovega olja = 1.52. Ako znaša  $\alpha$  n. pr.  $120^\circ$ , tedaj je numerična odprtina pri zraku 0.87, pri leči, ki se potaplja v vodo 1.15, in pri leči, ki se potaplja v olje 1.32. Vzmožnost teh treh leč med sabo je torej v razmerju 0.87 : 1.15 : 1.32.

## Svetovaclavska krona.

Spisal dr. Ivan Ev. Krek.

Krona, katere sliko prinaša današnja številkna našega lista, je zunanje znamenje češkega kraljestva in njegovega državnega prava. Nima torej samo umetelniško-zgodovinskega pomena, marveč sega globoko v življenje celega češkega naroda in zadene ob veliko vprašanje, s katerim se peča dnevni red našega državnega življenja. Vse dežele češkega kraljestva se imenujejo danes dežele „češke krone“. V vseh mednarodnih in državnopravnih listinah se rabi to ime do današnjega dne. In to ime izvira od dragocenega zaklada, ki je shranjen v posebni shrambi nad kapelo sv. Vaclava v vzvišenem gotskem domu sv. Vida na praškem Hradčinu.

Od desetega stoletja sem je bila združena Morava s sedanjo češko deželo. Za kralje-

vanja luksenburškega rodú na češkem prestolu se je v štirinajstem stoletju priklopilo Šlesko in Gorenja in Dolenja Lužica. Izprva so se dežele, ki so spadale pod češkega kralja, imenovalle splošno „Češko“ (Čechy) ali „češko kraljestvo“. Za Karola IV. se je pa udomačilo ime „češka krona“ (koruna česká). Ta veliki dobrotnik češkega naroda je namreč še za življenja svojega očeta Jana dal napraviti zlato krono, s katero naj bi se po njem kronali vsi češki kralji. Prejšnja krona se je bila izgubila; trdi se, da jo je zapravil lahkomiselni kralj Ivan (Jan), oče Karola IV. Da bi zagotovil krono, je naprosil papeža Klemenca VI., naj ji s posebnim pismom podeli pravice kraljeve krone. Papež je uslišal prošnjo in dné 6. vel. travna l. 1346. je izdal

„Oče, moj Bog! Vse sloni na meni. Moj oče, oprostite — moj oče je — pijanec —“

„Sirota!“

„Ne — in da! Rada delam zanj, vse prenašam rada — kletve, oštevanje, prečute noči — vse radi njega, saj je moj oče —“

Vlak je obstal.

„Z Bogom.“

Odhitela je na peron. Pri oknu sem stal in gledal zamišljen to tragično bitje pa tiho šepetal: heroinja!

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)

Uporaba potapljavnih leč nam je razkrila v naravi raznih skrivnosti, o katerih se človeku poprej še sanjalo ni; med njimi zlasti življenje in delovanje bakterij. Samo ob sebi je umevno, da so izdelovalci drobnogledov tekmovali med seboj, kdo bo sestavil boljše in močnejše objektivne. Izkušali so doseči kolikor mogoče velike povečave. Nekatere nemške, zlasti pa angleške tvrdke, so napravile objektivne z zelo majhno goriščino razdaljo (0.5—0.3 mm) in z velikanskimi povečavami (10—15.000) v nadi, da jim bo drobnogled razkril novih tajnosti. Toda željenega uspeha ni bilo. Slike so bile v obzorju drobnogleda res znatno povečane, toda novih podrobnosti drobnogled ni pokazal. Da, celo nasprotno: nekateri objektivni z razmerno mnogo manjšimi povečavami so razkrivali več podrobnosti, nego drugi z izvanredno velikimi povečavami. Tako je bila teorija prof. Abbe-ja tudi v praksi potrjena; dokazano je bilo, da vzmožnost drobnogleda ni odvisna samo od njegove povečave, temuč v prvi vrsti od faktorjev, ki stvarjajo numerično odprtino. Ker imamo torej merilo za razno vzmožnost drobnogledov, odgovorimo na vprašanje: Kakšni so oni najmanjši predmeti, katere je mogoče z modernim drobnogledom še ugledati?

Svetloba se širi po sedaj splošno priznani undulacijski teoriji po silno majhnih etrovih valčkih. Ti valčki pa pri različnih barvah niso enaki. Najdaljše valčke ima rdeča

svetloba, najmanjše višnjevkasta. Tudi dolžino teh valčkov so veččaki preračunali. Valčki rdeče luči merijo 0.76  $\mu$ <sup>1)</sup>, valčki višnjeve svetlobe pa le 0.4  $\mu$ . Povprečna dolžina valčkov navadne bele svetlobe znaša 0.55  $\mu$ .

Ako spustimo solnčno svetlobo skozi zelo ozko špranjico in jo prestrežemo na belem zastoru, se nam pokaže razen tenke bele črte na obeh straneh več ali manj svetlih prog. Svetloba se ne širi samo premočrtno, temuč se ob ostrih robovih tudi odklanja na stran. Ta odklon je pa tem večji, čim tesnejša je omenjena špranjica. Da zamoremo pod drobnogledom prav tesne črte in špranjice še ugledati, mora imeti objektiv tako veliko odprtino, da sprejema tudi še obkrajne odklonjene svetlobne trakove. Izkušnja in pa račun sta pokazala, da postane pri špranjici, katere širjava je tolika kot znaša dolžina enega svetlobnega valčka, namreč 0.55  $\mu$ , odklon svetlobnih trakov pravokoten (90°). Da se morejo tudi ti odklonjeni svetlobni trakovi še sprejeti v objektiv, mora znašati njegova odprtina 180°. Tolika odprtina se pa praktično skoraj ne dá popolnoma izrabiti, zato tudi z navadnim objektivom s pomočjo naravnost vpadajoče svetlobe ni

<sup>1)</sup> Da je mogoče najmanjše predmete meriti, so si učenjaki navadno metrsko merilo še nadalje pomajjšali. Milimeter so razdelili v tisoč delov in to tisočinko milimetra imenujejo mikromilimeter ali „mikron“ in ga označujejo z grško črko  $\mu$  (mi).

mogoče doznovati manjših podrobnosti, nego k večjemu do  $0.55 \mu$ .

To merilo je pa mogoče na trojen način zmanjšati. Znano je, da postanejo valčki svetlobnih trakov krajši, ako preide svetloba iz zraka v kako bolj gosto snov, in sicer je ta okrajšava v nasprotnem razmerju z dotičnim lomnim eksponentom. Pri potapljavnih lečah prehaja svetlobni trak iz zraka v cedrovo olje, čigar lomni eksponent je  $1.52$ . Valovi svetlobnih trakov so za celo tretjino krajši, in vsled tega nam potapljavna leča v enakih razmerah pokazuje podrobnosti do  $0.37 \mu$ . — Dolžino svetlobnih valčkov pa lahko tudi še zmanjšamo, ako postavimo pod predmetno mizico prizmo iz stekla, ki belo svetlobo razkroji v prizmatične barve, in razsvetlimo potem predmet z višnjevo svetlobo. Valčki višnjevih svetlobnih trakov merijo  $0.4 \mu$ , in potapljavna leča nam sedaj pokaže podrobnosti do  $0.28 \mu$ . — Tretji pripomoček je poševna razsvetljava. Ako ogledalce pod predmetno mizico tako premaknemo v stran, da svetlobni trakovi ne padajo navpično na predmet in v objektiv, temuč od strani, podvojimo s tem množino odklonjenih svetlobnih trakov in zaznavamo tako še podrobnosti, ki so za polovico manjše, nego zgoraj omenjene, torej do  $0.14 \mu$ .<sup>1)</sup> Po izvajanjih prof. Abbeja in Helmholtza je to najnižja teoretična meja, katero je mogoče s pomočjo sedanje optike doseči. Pripomniti pa moramo, da so to teoretična pravila, ki se pa v praksi do skrajnosti ne dajo izvesti. Odprtina leče ne znaša nikdar popolnoma  $180^\circ$ ; nadalje je tudi nemogoče pri močnih in najmočnejših lečah sferični odklon tako čisto odstraniti, kot se to lahko zgodi pri slabejših lečah. Prof. Dippel navaja  $0.15 \mu$  za poševno razsvetljava in  $0.30 \mu$  za navpično razsvetljava kot skrajne meje, katere bi se dale v najugodnejšem slučaju še doseči. Z ozirom na sedanje optične pripomočke

<sup>1)</sup> Ako se namesto cedrovega olja rabi „monobromnaphthalin“ z lomnim eksponentom  $1.66$ , je omenjeno zadnjo podrobnost možno znižati še na  $0.12 \mu$ . Zaradi raznih ovir pa te leče niso pripravne za vsakdanjo rabo.

veščaki nimajo dosti upanja, da bi možnost modernih drobnogledov še naprej znatno povečali.

Kolika pa mora biti povečava, da zameremo take podrobnosti še ugledati? Izkušnja je pokazala, da je mogoče odprtino objektivna do skrajnosti izkoristiti in tudi predmet zadostno povečati, ako se goriščina razdalja zniža na  $3-2 \text{ mm}$ . Objektivni z goriščino razdaljo  $3 \text{ mm}$ , oziroma  $2 \text{ mm}$  nam podajajo s srednjemočnimi okularji približno povečave  $500-800$ , in v istini nam pokažejo te povečave — ako je odprtina objektivna do skrajnosti izrabljena, in so tudi druge napake odstranjene — vse podrobnosti, katere je mogoče sploh s kakim drobnogledom še zaznati. Za posamezne slučaje, zlasti ako je treba podrobnosti natanko meriti, ali njihovo množino prešteti, so močnejše povečave koristne. Dosežemo jih deloma z močnejšimi okularji, deloma pa tudi še z nekoliko manjšo goriščino razdaljo. Vendar pa so povečave pri modernih drobnogledih redkokdaj večje od  $1500-2000$ . Izvunredno močni objektivni nekaterih angleških (Powell & Lealand; goriščina razdalja  $0.3 \text{ mm}$ ) in ameriških (Tolles;  $0.33 \text{ mm}$ ) tvrdk so zbudili svoječasno sicer mnogo pozornosti, toda po izjavi veščakov (Frey, Dippel) niso imeli za navadno rabo nikake vrednosti. Vse podrobnosti, katere so se pri njihovih velikanskih povečavah ( $15.000$ ) pokazale, je bilo možno z neprimerno manjšimi povečavami ( $1000-1500$ ) prav tako razločno zaznavati.

### Preizkušnja drobnogleda.

Teoretična izvajanja nam kažejo, kakšne lastnosti mora imeti dober drobnogled, oziroma kaj smemo od njega zahtevati. A večjega pomena je, da praktično vemo, na katere reči nam je paziti, ako hočemo kakovost in rabljivost drobnogleda zlasti gledé njegovega optičnega dela prav spoznati, oziroma njegovo optično možnost preizkusiti. Veščaki so si že od nekdanj izbirali razne predmete, na katerih so preizkušali jakost drobnogleda in njegove optične lastnosti. Take

predmete so imenovali preizkuševalne predmete (Probeobjecte). Izurjen strokovnjak bode rabljivost drobnogleda spoznal že na nekaterih navadnih predmetih in le tedaj segel po preizkuševalnih predmetih, ako velja optično vzmožnost kacega drobnogleda spoznati do skrajnosti, ali pa primerjati en drobnogled z drugim.

Pri preizkušnji drobnogleda se je treba ozirati na vse ono, od česar je odvisna optična vzmožnost drobnogledova, torej v prvi vrsti na to, kako sta odstranjeni hibi navadnih leč t. j. sferični in hromatični odklon, drugič pa na to, kakšna je numerična odprtina. Objektiv, pri kojem sta imenovani hibi odstranjeni, nam kaže jasne, razločne in brezbarvene slike; čim večja pa je njegova numerična odprtina, tem manjše podrobnosti bomo ž njim zaznavali.

Vzemimo tenko stekleno ploščico in držimo jo nad plamenom sveče ali svetilke toliko časa, da se na nji napravi neprozorna plast sâj. (Poslužimo pa se tudi lahko ploščice, na katero smo dejali nekoliko kapljic črnila ali tuša.) V to posušeno plast sâj zarišimo s šivanko nekoliko prav tenkih črtic, in položimo ploščico pod drobnogled. Ako je sferični odklon dobro odpravljen, morajo biti robovi zarisanih črtic popolnoma razločni, brez vsake obrobne meglice. Ako rob ni popolnoma jasen, marveč obdan z lahko meglico, katera se še bolj razširi, če objektiv nekoliko približamo ali oddaljimo, je to znamenje, da je sferični odklon slabo odstranjen, in tak objektiv nam ne bo dajal popolnoma jasnih, razločnih slik. — Isti robovi tudi ne smejo kazati nikake barve. Da pa barveni odklon še natančneje preizkusimo, odmaknimo razsvetljevalno ogledalce toliko na stran, da vpadajo svetlobni trakovi na rise kolikor mogoče od strani. Omenili smo o hroma-

tičnem odklonu, da se dadó s sestavo dveh leč iz flintovega in kronskega stekla razpršeni svetlobni trakovi zopet združiti. Tega združenja pa ni moči doseči popolnoma, temuč neki sekundarni šar — vedno preostane. Ako odmaknemo zrcalce v stran, se smejo ob robovih črt kazati samo barve sekundarnega šara, namreč vijoličasta ali pa rdečkasta in pa zelenkasta. Ako se nam kaže rob v rumenkasti, modri ali pomerančasti barvi, so to prvotne razpršene barve, ki nam svedočijo, da je hromatični odklon slabo odpravljen. — Prav razločno se vidi odstranitev hromatičnega odklona pri zeló tenkem prerezu smrekovega ali borovčevega lesa, ali pa pri škrobu od krompirja. Ako od krompirja nekoliko vsebine odstržemo z nožem, to združimo s kapljico vode in na predmetni ploščici pokrijemo s tenkim pokrivalcem, se mora škrob pod drobnogledom videti v podobi podolgovatih ali zaokroženih, na eni strani nekoliko debelejših zrn brez barvenega roba. Ako so pa zrna rumenkasta, višnjevo-obrobljena, je hromatični odklon slabo odstranjen. Isto opažamo tudi na tenkih lesenih prerezhih.

Sferični odklon provzroči, kakor smo že omenili, da se svetlobni trakovi ne združujejo v eni sami točki, temuč se razsipljejo po večjem ali manjšem prostoru. Namesto ene same slike nastane cela kopica slik druga za drugo. Vsled te napake se vidi skupna slika nejasna, da, od mnogih podrobnosti celo prave podobe videti ne moremo. Ako je pa ta razsip svetlobnih trakov odstranjen, se združujejo istinito vsi trakovi v eni sami točki, in slika mora postati vsled tega jasna in razločna. Čim bolj jasne in točne slike nam tedaj riše objektiv, tem bolj je odstranjen njegov odklon. Tako lahko zmerom z gotovostjo sodimo. (Dalje.)

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)

Predmeti za preizkušnjo sferičnega odklona pa ne morejo biti za razne objektivne isti, temuč se izbirajo po jakosti leč. Za objektivne z večjo goriščino razdaljo rabimo druge, kot za močne objektivne s kratko goriščino razdaljo. Veščaki so razdelili objektivne v razne skupine, in potem za vsako skupino odbrali nekoliko preizkuševalnih predmetov.

V prvo skupino prištevamo slabejše objektivne z goriščino razdaljo 40—10 mm in s 25 do 100kratnimi povečavami. Ker se ti objektivni rabijo najbolj za prvi pregled predmetov, se zahteva od njih kolikor mogoče ravno in čisto brezbarveno obzorje. Njihova numerična odprtina navadno ne presega 0,40; zato se tudi zlasti z ozirom na nizke povečave ne terja od njih, da bi kazali najmanjše podrobnosti, pač pa je potrebna odstranitev sferičnega odklona. Kot predmeti za preizkušnjo služijo rožena gornja krila hroščev, na katerih se nahajajo male, dostikrat krasno-svetle luske in dlačice. Objektiv mora posamezne luske in dlačice točno narisati. Cvetlični prašek raznih rastlin (*Malvae*) ima na svojem površju mnogo izrastkov in bodic, katere se morajo že pri nekoliko močnejših povečavah razločno spoznati. Tudi škrobova zrnja se morajo točno obrobljena spoznavati, bodisi na svetlem ali na temnem obzorju. Prerezi smrekovega in borovčevega lesa so jako primerni za to preizkušnjo. Mrežasto staničje se mora takisto razločno zaznavati. Ako obmejne črte niso razločne, temuč meglaste in nejasne, je to znak, da sferični odklon ni dobro odstranjen. Ako objektiv sploh ne kaže razločnih črt, tedaj je razsip svetlobnih trakov le slabo odstranjen.

V drugo skupino spadajo objektivni z goriščino razdaljo 10—3 mm in s povečavami pri srednjemočnih okularjih 100—300. Numerična odprtina znaša 0,40—0,80. Objektivni

te vrste se pri raznovrstnih raziskavanjih najbolj rabijo; zato morajo tudi raznim zahtevam ustrezati. Oni so pri uporabi drobnogleda glavno orodje zdravnikovo in naravoslovčevu. Večja odprtina kaže sicer več podrobnosti, nekoliko manjša odprtina pa podaja bolj globoke, plastične slike. Za nekatera raziskavanja je potreba večje odprtine, za mnoga druga pa veliko bolj ugajajo objektivni z manjšo numerično odprtino. Da bi se ustreglo raznim zahtevam, napravljajo nekateri izdelovavci drobnogledov objektivne iste goriščine razdalje in iste povečave z večjo in manjšo odprtino.

V preizkušnjo, je-li odklon dobro odstranjen, rabimo pri tej drugi vrsti tanki podolžni prerez smrekovega ali borovčevega lesa. Lesno staničje je počez med sabo združeno po jako majhnih predorih, ki se kažejo pod drobnogledom obdani z nekoliko večjim krogom. Ta krog mora podati dober objektiv razločno zarisan. Hrbtna dlaka miši in netopirjev se mora pokazati jasno in razločno v stanice razdeljena. Ugodna za to preizkušnjo so tudi krila raznih muh. Tako krilo je sestavljeno iz več močnejših stremen, čez katere je razpeta tanka, čisto prozorna mrežnica. Ta mrežnica sama je precej na gosto poraščena s sila majhnimi dlačicami. Dober drobnogled nam natančno zariše dlačice same, zlasti pa točko, kjer so priraščene na mrežnico. Jako krasni in zanimivi predmeti so luske iz metuljevih kril. Nekaterne luske imajo na površju majhne, stožcem podobne izrastke, druge imajo po vsej dolžini začrtane proge, med katerimi se nahajajo povprek sila majhne črtice in pikice, katere je možno le z najboljšimi objektivni te vrste popolnoma ugle dati. Najprimernejše so luske od metuljev *Pieris Brassicae* (kapusov belin), *Lycaena Argus* in *Alexis* (plavček) in *Macroglossa stellatarum* (velerilec).

V tretji skupini so najmočnejši objektivni brez imerzije z goriščino razdaljo 3—2 mm in z odprtino 0·80—0·90; nadalje vse lečevtapljavke, bodisi za vodo ali olje z goriščino razdaljo 3—1 mm, in numerično odprtino 1·0—1·40. Povečave teh leč znašajo pri srednjemočnih okularjih 300—600, z najmočnejšimi okularji se pa doseže tudi 1500—2000kratne povečave. Objektivni te vrste se primeroma mnogo manj rabijo, kot oni druge skupine, in služijo skoraj izključno v raziskavanju najmanjših podrobnosti in točk v predmetih. Bakteriologu in zasledovavcu najmanjših prikazni v razvoju prvotnih skrivnosti narave so sicer neogibno potrebni; vendar pa njihova uporaba, zlasti prirejanje primernih predmetov, ni lahko delo in zahteva že mnogo vaje in ročnosti. Dočim pri objektivih prvih dveh skupin ni umestno numerične odprtine in s tem združene možnosti v spoznavanju najmanjših podrobnosti tirati do skrajnosti, izkušajo pri objektivih tretje skupine, zlasti pa pri lečah potapljavkah, doseči kolikor mogoče največjo odprtino. Pri tem se pa ne sme škodovati brezbarvenosti in jasnosti slike. Izdelovanje najmočnejših objektivov je vkljub vsej moderni tehniki še vedno zelo zamudno delo, in zato so ti objektivni še dandanes precej drago orodje.

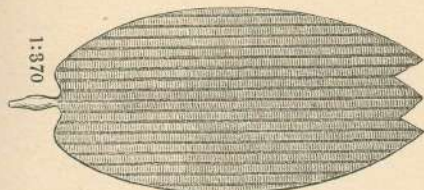
Jako priljubljeni preizkuševalni predmeti za to skupino so kremenčaste lupinice diatomej, na katerih je z dobrimi lečami možno spoznavati mnogo podrobnosti. Med najboljše predmete spadajo luske že imenovanega metulja *Pieris Brassicae*. Slabejši objektivni kažejo na luskah po dolgem vzporedne črte, med katerimi opazimo povprek lestvici podobne majhne črtice. Najboljši objektivni nam kažejo dolge vzporedne črte, posute s sila majhnimi kroglicami. Vmes med temi vrstami se nahajajo tudi enake kroglice, ki napravijo vsled svoje lege pri slabejših objektivih vtis malih črtic. Chevalier je s svojelastnimi drobnogledi prvi spoznal pravo obliko teh lusk; pozneje so njegova opazovanja potrdili tudi drugi raziskovavci (Dippel, Brewster).

Vzmožnost drobnogleda pri zaznavanju podrobnosti je — kakor povedano — od-

visna od numerične odprtine dotičnega objektivna. Veščaki so teoretično izračunali, kolike podrobnosti nam more objektiv z neko določeno odprtino še pokazati. Praktično se pa na preizkuševalnih predmetih prepričamo, je-li objektiv v resnici kos svoji nalogi ali ne. Pregledovanje preizkuševalnih predmetov je zelo poučno, ker uprav na njih spoznavamo razne podrobnosti predmetov in imamo priliko vaditi se v rabi drobnogleda; kajti pri mnogih se dá le z največjim naporom in z veliko pazljivostjo v uporabi razsvetljave doseči, da vidimo to, kar bi imel objektiv veščaku pokazati.

Ako metulja primemo za krila, nam ostane na prstih neki prah, krilo samo se nam pa vidi na mestu, kjer smo se ga doteknili, oguljeno. Položimo košček krila pod drobnogled in videli bomo, da sestoji iz tenke mrenice, katera je pa na obeh straneh pokrita z majhnimi raznobarvenimi luskami, ki leže redno v vrstah, kakor opeka na strehi. Oglejmo si te luske malo natančneje pod drobnogledom. Z majhnim čopičem podrsajmo po krilu metuljevem. Čopiča samega se pri tem oprime več lusk. Vzemimo predmetno ploščico in ji približajmo čopič. Ako potrkamo nalahko na čopič, ali pa z iglo ščetinice nekoliko privzdignemo, se vsujejo luske iz njega in padejo na ploščico. Te luske pokrijmo s tankim steklenim pokri valcem in jih na ploščici prenesimo pod drobnogled. Videli bomo, da je oblika teh lusk raznovrstna. Največ so podolgovato-okrogle, včasih bolj ali manj štiri- ali trikotne, na spodnjem koncu nekoliko nazobčane; proti robu krila prehajajo polagoma v franžaste dlačice. Njihova velikost znaša približno 0·1—0·3 mm in so na površju raznovrstno načrtane. Starejši drobnogledci (Amici, Mohl) so po možnosti, kako da drobnogled kaže te črtice, sodili njegovo jakost in rabljivost. Slika 13. nam predočuje lusko od metuljčka *Hipparchia Janira* (Sandauge). Močnejši vzporedni pasovi, katerih gre 5—6 na 0·01 mm, so med seboj zvezani z jako tankimi povprečnimi črticami, katerih gre 1200 na 1 mm. Še krog srede minulega

stoletja se je trdilo (Mohl), da je treba jako dobrih leč in najmanj 250—300 kratne povečave, ako hočemo ugledati omenjene črtice.



Slika 13.

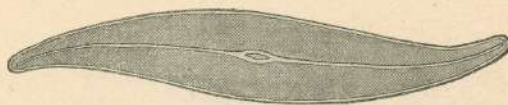
S sedanjimi, izboljšanimi lečami z numerično odprtino 0,35 mm dosežemo to v ugodnem slučaju pri 120—150 kratni povečavi. Še lažje je opaziti črtice pri luskah velerilčevih (*Macroglossa stellatarum* — Taubenschwanz), ker so nekoliko bolj redke in močnejše zarisane. Jako težko jih je pa ugledati pri navadnemu plavčku (*Lycaena Argus*) zlasti na svetlejših luskah, ki imajo to zanimivost, da se nam, sicer višnjeve, v prosojni svetlobi kažejo rumene. Podolžne črte so bolj goste, 8—9 na 0,01 mm, poprečno pa 12—14 na 0,01 mm. Ker so poslednje jako rahlo zarisane in vrhutega zelo prosojne, je treba približno 300 kratne povečave in ugodne razsvetljave, da jih zagledamo.

Ko so poznejši izdelovalci drobnogledov objektivne vedno bolj izpopolnjevali, in so prišle zlasti leče-vtapljavke v rabo, omenjeni preizkuševalni predmetje niso več zadoščali. Jeli so veččaki iskati drugih nežnejših predmetov in so privzeli — diatomeje.

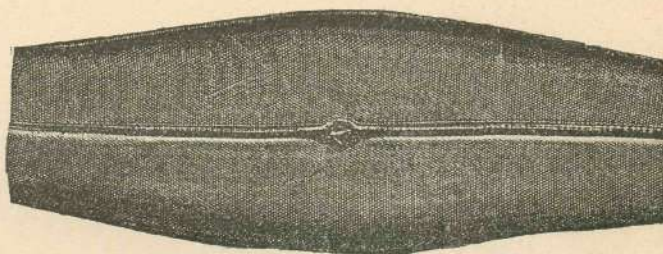
Kaj pa so diatomeje? Diatomeje so zelo majhne, enostanične rastlinice, katere prištevajo med alge. Nahajajo se največ v stoječih vodah, v kalužah, posebno pa v morju. Mnóžijo se tako, da se vsaka rastlinica razpolovi v dve novi rastlinici. Od tod ime. Celo rastlinico obdaja kremenčast oklep, ki je raznovrstno načrtan in zarisán. Kjer so razmere ugodne, se diatomeje jako bujno množé in ker kremenčaste lupinice ne strohné, se nabirajo v debele zemeljske plasti, da, v cela grmovja. Mesto Berlin n. pr. je sezidano na samih diatomejah. Oblika diatomej je raznovrstna in premnogokrat zeló lična. Nekatere so okrogle,

druge tri- ali štirioglate, še druge podolgaste, podobne čolničku, polmeseču, palčici itd.; skoraj vse brez izjeme pa so z raznimi črticami in krožci okrašene. Ker so že diatomeje same zeló majhne, (navadno ne presegajo 0,2 mm), je umevno, da so črtice na njih tako goste, da jih je z najboljšimi mikroskopovimi objektivmi težko razločiti. Izmed mnogoštevilnih diatomej, katere se rabijo kot preizkuševalni predmeti, oglejmo si le nekatere malo natančneje.

Najbolj v rabi je brezdvomno *Pleurosigma angulatum* (sliki 14. in 15). Nje zunanja oblika je podobna na obeh koncih zašpičenemu, ne-



Slika 14.



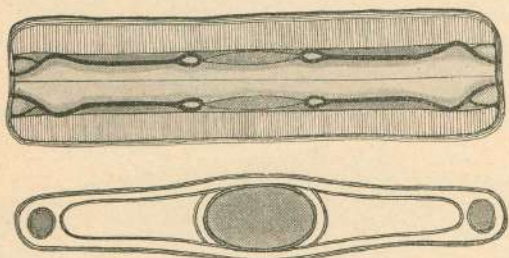
Slika 15.

koliko upognjenemu čolničku, katerega močnejši pas deli v dva enaka dela. S srednjimi povečavami (200) se nam kaže lupinica popolnoma gladka; le ako odmaknemo zrcalce v stran, da svetlobni trakovi poševno vpadajo, se nam polagoma začnó prikazovati razne jako tanko zarisane črtice. Ako sučemo ploščico okrog optične osi, opazimo, da teh črtic ni samo ena vrsta, temuč tri vrste, ki so za 60° druga k drugi nagnjene. Te črtice so tako nagosto druga pri drugi, da jih gre 22—23 na 0,01 mm. Z močnejšimi povečavami (300—400) je možno pri centralni razsvetljavi opaziti vse tri vrste črt, ki tvorijo med seboj mrežico, sestavljeno iz samih ličnih, sila majhnih šesterokotov. Leče vtapljavke z odprtino nad 1,0 nam kažejo mesto šesterokotov kroge, ki se pa pri stranski razsvet-

ljavi izpremené v čveterokote. Vzrok tej izpremeni ni še popolnoma pojasnjen. Naša sličica nam kaže lupinico Pleurosigme v 700kratni povečavi.

Da moremo na tej diatomeji pri osrednji razsvetljavi vse črte razločno zaznavati, mora znašati numerična odprtina objektiva vsaj 0.85, dočim je možno pri stranski razsvetljavi ugledati nekaj potez z objektivi, ki imajo odprtine 0.60.

Nekaj jako zanimivih predmetov nam podaja vrsta grammatofor (Grammatophorae). Oblika ji je podolgovato - čveterokotna z nekoliko zaokroženimi vogli. Slika 16. nam kaže diatomeje od vrha in od strani. Ob



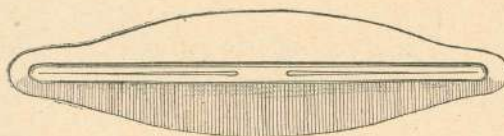
Slika 16.

straneh opazimo jako nagosto narisane črte, ki pa niso pri vseh vrstah enako goste. Grammatophora marina ima približno enako nagosto zarisane črtice, kakor Pleurosigma; ugledamo jih tudi z istimi objektivi. Gr. subtilissima je pa dokaj manjša v svoji obliki in ima silno goste in tanke črtice. Njih število znaša 32—34 na 0.01 mm in jih je mogoče ugledati le z dobrimi lečami-vtapljavkami in še to pri poševni svetlobi. Ako leži diatomeja po strani, tedaj se na srednji ovalni ploskvi z najboljšimi objektivi (vtapljavci) pokažejo pri zelo ugodni razsvetljavi črtice, ki se med seboj križajo. Grammatophora subtilissima zahteva pri stranski razsvetljavi objektivov z numerično odprtino vsaj 1.0.

Med najlepše in najboljše preizkuševalne predmete se prišteva Surirella Gemma. Podobna je najbolj precej zategnjeni elipsi ali pa čolničku. Podolgem jo deli močna črta v dva enaka dela. Na vsaki strani opazimo 20—24 razločnih črt, ki vso ploskvo delijo

v neenake trapece. Vse to zaznavamo na lupinici že s 25—30 kratno povečavo. Z močnejšo povečavo se nam začne dozdevati, da postajajo čveterokotne ploskve nekako motne, in ako uporabimo pri 250—300 kratni povečavi še poševno razsvetljavo, se nam prikažejo z močnimi poprečnimi črtami še druge zelo goste vzporedne črtice, katerih gre 24—25 na 0.01 mm. Ako pa vzamemo potem lečo-vtapljavko in predmet zasučemo pravokotno, opazimo pri ugodni razsvetljavi še druge, jako tanke črtice, ki ravnokar omenjene vzporedne črte pravokotno križajo, in katerih gre na 0.01 mm 32—34. Pod drobnogledom se nam kaže lupinica kakor krasna pletenina. Le dobre vtapljavne leče, z numerično odprtino nad 1.0 nam morejo podati to sliko.

Še nekoliko težje je opaziti črtice pri Frustulia saxonica (slika 17). Teh gre šestintrideset na 0.01 mm, in niso le zelo tesno



Slika 17.

druga pri drugi, temuč tudi zelo rahlo začrtane. Razen najboljše vtapljavne leče je treba tudi zelo ugodne in dobro urejene razsvetljave, da je mogoče spaziti te podrobnosti. Ta diatomeja ima tudi po dolgem sicer zelo rahle, pa vendar nekoliko bolj razločne rise, kakor so omenjene povprečne črte.

Najtežavnejši preizkuševalni predmet, kolikor se je doslej moglo dognati, je pa Amphipleura pellucida (slika 18). V primeri s svojo dolžino zelo ozka lupinica je tudi po dolgem



Slika 18.

razdeljena v dva dela. Povprek se nahajajo zelo goste črtice, katerih gre 40—42 na 0.01 mm, ali 4000—4200 na 1 mm. Te črtice



je možno zaznati le z najboljšimi lečami, ki se vtapljajo v olje, obenem pa moramo imeti tudi skrajno poševno razsvetljavo. Numerična odprtina objektivova mora znašati 1:15 do 1:20.

Preizkušnja drobnogleda, zlasti najmočnejših objektivov, ni prav lahko delo in zahteva že precej vaje in ročnosti. Vsekako je treba, da si preizkuševavec, ki si je morda omislil svoj drobnogled, najpoprej ogleda na drugih drobnogledih razne preizkuševalne predmete; potlej bo šele svoje orodje prav presodil. Pri lečah, ki niso prirejene za vtapljanje, je treba paziti tudi na debelost pokrivalca. Ako je pokrivalce izvunredno debelo ali tanko, tedaj tudi najboljši objektiv ne bo pokazal onih podrobnosti, katere bi se drugače mogle zaznavati. Deloma se ta nedostatek odstrani s tem, da imajo vsi boljši drobnogledi cevko, prirejeno za podaljšanje ali pa za skrajšanje. Pri debelejšem pokrivalcu moramo cevko skrajšati, pri tanjšem pa podaljšati.

Omeniti nam je pri tej priliki tudi Nobert-ove umetne ploščice za preizkuševanje drobnogledov. Nobert je zarisal (z demantom?) na ploščico zelo nagosto tanke črte. Napravil je več skupin, in sicer na ta način, da so bile v vsaki naslednji skupini črtice gostejše. Starejše ploščice so imele po trideset skupin in v vsaki skupini približno 20—40 črtic. Njihova gostota je polagoma naraščala, in sicer so bile črtice v prvi skupini tako goste, da bi jih šlo 550 na 1 mm, v trideseti skupini pa celo 3600. Pozneje je izdelal še bolj umetne plošče z devetnajstimi skupinami. V prvi skupini je šlo 445 črtic na 1 mm, potem je gostota vedno rastla, in v zadnji skupini je bilo 4430 črtic na 1 mm. V tej zadnji skupini so stale torej črtice še bolj goste, kot pri najfinjših diatomejah. Preteklo je pa tudi nekaj let, predno so izdelovalci drobnogledov izdelali objektivne, s katerimi je bilo mogoče tudi črtice v zadnji skupini zagledati. Na vsak način so te Nobertove plošče velik umotvor. (Dalje.)

## Finale.

Srcé, ne vprašaj več po njih,  
ki čaši tvoje so mladosti  
prilili boli in bridkosti...  
Srcé, ne vprašaj več po njih!

Dovolj ti je pekočih ran,  
dovolj ti bridkih je spominov,  
posljenih hčerâ in sinov,  
dovolj ti je pekočih ran!

Izbičaj njih spomine proč...  
Odženi nepokoja brate,  
mladostne sreče krute tate,  
izbičaj jih, odženi proč!

In kraljeval bo v srcu mir!...  
Na tihem grobu tvoje sreče  
pognalo trnje bo bodéče,  
a v srcu — kraljeval bo mir...

Ljudmila.

## Moči!

Mirú, mirú! sem vzdihoval...  
Zakaj? Da bi udobno spal,  
da v sanjah bi objemal srečo  
s to dušo večno hrepenečo —

O, misel, želja samopašna!  
Nič več, nikdar! Oko, poglej,  
odpri srce se na široko,  
da ti prodre do dna globoko

trpljenje bratov, beda strašna,  
laži nebroj, gorjé brez mej!...

Srce, ti ljubiš plameneče  
uboge tisoče trpeče,  
zato moči — miru nič več —  
z neba odslej želelo boš,  
da kakor kres v nebó žareč  
za blagor njih gorelo boš!

Leo Levič.

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)

### Pomožni aparati.

Pri drobnogledu se uporablja tudi mnogo pomožnih orodij, in sicer deloma pri prirejanju predmetov za drobnogled, deloma pri raziskavanju samem. Ako hočemo zelo majhne predmete primerno prirediti in položiti pod sestavljeni drobnogled, potrebujemo pri tem pomoči enostavnega drobnogleda ali lupe. Sicer je bolj ali manj dobra za to pomoč vsaka vzbokla leča, vendar narejajo izdelovalci drobnogledov v to svrhu posebne, iz dveh ali več leč sestavljene dublete ali triplete, katerih smo že nekoliko omenili pri enostavnem drobnogledu. Posebno močnih povečav nam tu ni potreba; navadno zadoščuje 10 — 20 kratna povečava; pač pa je želeli svetle slike in precej velikega ter ravnega obzorja. — Ker pa rabimo pri raztelevanju raznih majhnih predmetov obe roki, moramo lupo pritrditi na primerno stojalo, da moremo gledati skozi njo in predmet poljubno prirediti. Mehaniki so izdelali v ta namen razna primerna stojala, pridejali k lupi predmetno mizico z zrcalom in poskrbeli tudi za to, da se lupa ob mizici premika. Tak enostaven drobnogled nam kaže slika 19.

Na predmetno mizico  $G$  se polaga predmetna ploščica, katero od spodaj razsvetljuje zrcalo. Nad mizico je lupa  $L$  tako pritrdjena, da se s pomočjo kolesec  $f f'$  lahko poljubno mizici približa ali pa od nje oddalji. Na eni strani mizice vidimo pritrdjeno naslanjalo  $H$ , na katero se pri raztelevanju majhnih predmetov naslanja roka, da popolnoma mirno dela na ploščici. Na drugi strani mizice je enako naslanjalo, katero je pa v naši sliki odstranjeno. Razen tega vidimo v sliki tudi Abbe-jevo pripravo za risanje, o kateri bomo še pozneje nekoliko izpregovorili. Poleg takih stojal izdelujejo mehaniki tudi še dru-

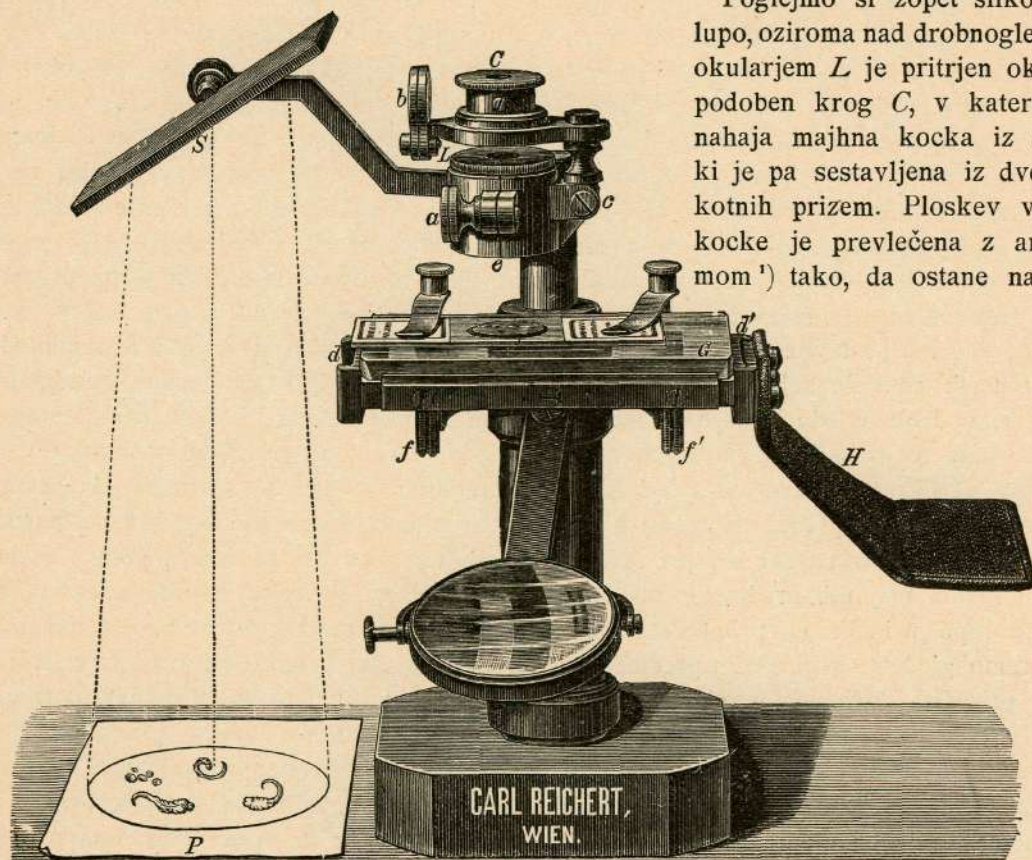
gačna, bolj preprosta, ki raznim zahtevam kolikortoliko ustrezajo.

Pri tej priliki bi utegnil kdo vprašati: čemu pa za raztelevanje še posebno stojalo; saj mi lahko služi pri tem baš tako dobro, če ne še bolje, navadni sestavljeni drobnogled, zlasti ako uporabim najmanjše povečave? To je sicer res; vendar pa ne smemo pozabiti, da nam kaže sestavljeni drobnogled narobe obrnjene slike. Kar vidimo na sliki na desni strani, to je na predmetu v istini na levi strani, in ako hočemo n. pr. s tanko iglo kako stvar pod drobnogledom premakniti in iglo približamo predmetu z desne, jo ugledamo pod drobnogledom na levi, in čestokrat se, zlasti početniku v pripravljanju predmetov, primeri, da premika stvarco pod drobnogledom baš na napačno stran ter tako ves predmet pokvari. Sicer je resnično, da se roka in oko sčasoma pravemu privadita. Vendar je vedno nasprotno gibanje vselej nekako okorno. Zategadelj so izkušali tudi za drobnogled napraviti okularje, ki bi slično, kakor pri daljnogledu, kazali slike pokončno-obrnjene. Terestrični okular daljnogledov je pa v to svrhu nekoliko predolg in opazovavec ima pri delu roke malo predaleč od očesa. Razni optiki so si pomagali na ta način, da so vstavili v okular prizmo iz stekla, katera je sliko popolnoma zaobrnila in jo v pravi legi pokazala očesu. Tak okular s prizmo je mnogo boljši nego navedeni terestrični, ima pa drugo hibo, da namreč obzorje nekoliko zmanjšuje.

Za opazovavca je koristno, dostikrat potrebno, da to, kar v drobnogledu vidi, tudi lahko nariše. Ker kaže drobnogled, zlasti pri močnih povečavah, sliko skoraj v matematični ploskvi, nam predočuje samo one predmete, ki se nahajajo v eni in isti razdalji od očesa. Zato je treba cev z optičnim

aparatom višje in nižje premikati, da dobimo pravo telesno podobo predmetovo. Dober risar bode sicer lahko narisal predmet, ako s prosto roko slika, kar vidi v drobnogledu. A žalibog, da niso vsi raziskovavci narave obenem tudi izvežbani risarji! Nasvetovalo se je, naj opazovavec z enim očesom gleda v drobnogled, z drugim pa na papir na mizi in izkuša tako oba vtisa združiti v eno sliko.

ploskvo na mizi obenem s sliko v drobnogledu. Isto dosežemo tudi s primerno urejenimi zrcalci. Takih priprav so optiki prav veliko iznašli; vse služijo bolj ali manj popolno istemu, napomnjenemu namenu. Preobširno bi bilo popisovati vse iznajdbe v tej stroki. Slika nam kaže eno izmed najboljših po sestavi prof. Abbèja; pojasnimo si le-to natančneje.



Slika 19.

Tako gledanje je pa zelo težavno; marsikomu se sploh ne posreči. Zato so se optiki trudili, da bi sestavili orodje, katero bi sliko v drobnogledu z risalno ploskvo na mizi združilo v eno podobo.

To je bilo mogoče na dvojen način: s pomočjo zrcalc ali s pomočjo prizem. Znano je, da ploskve ob prizmi svetlobne trakove prav tako odbijajo, kakor ogledalo. Ako pritrđimo dvoje trikotnih prizem nad okularjem tako, da se svetlobni trakovi dvakrat lomijo in odbijajo, potem bomo ugledali risalno

ravno nad okularjem majhen predorček, skozi katerega gledamo od vrha naravnost v drobnogled. Kocka je tako vložena, da je zrcalova ploskev za  $45^{\circ}$  nagnjena, in vzprejema od strani skozi malo luknjico svetlobne trakove, ki se v vodoravni smeri odbijajo od zrcala *S*. Ako gleda opazovavec od vrha v priočnico *C*, vidi razen drobnogledove slike tudi mizno ploskev, oziroma nanjo položeno,

<sup>1)</sup> Amalgam je srebrna plast, ki povzroča, da zrcalo popolnejše odbija svetlobo.

svinčnik držečo roko, ter lahko polagoma zariše podobo na papir. Med ogledalom *S* in priočnico *C* je vstavljeno dvoje temnih stekel *b*, da je mogoče tudi razsvetljava risalne ploskve prilagoditi bolj ali manj razsvetljenemu predmetu v drobnogledu.

Ker je priprava za risanje najboljši pripomoček za to, da določimo povečavo drobnogleda, povejmo na tem mestu, kako določimo ali izračunimo to povečavo.

Ako gledamo z enim očesom v drobnogled, z drugim pa na mizico pri drobnogledu, vidimo oboje, mizno ploskev in pa povečani predmet. Vzemimo v roko merilo (meter) in poizkušajmo izmeriti, koliko centimetrov velika slika se nam kaže. Morda se nam kmalu posreči določiti, da je slika na mizici velika osem centimetrov. Ako meri predmet pod drobnogledom ravno en milimeter, je torej dotična povečava 80 kratna. Ta račun bi bil jako enostaven, ali žal, da pa je negotov. Vsako oko ima namreč to lastnost, da predmete v neki gotovi razdalji najboljše razloči. Kratkovidnež si bode domneval, da vidi predmet prav blizu pred očesom, n. pr. 10 *cm*, dalekovidec pa ga bode iskal v trikrat večji razdalji. Ako bodeta ta dva merila povečavo, vsak za svoje oko, bode poslednji izračunil trikrat večjo kot prvi. Potemtakem je jasno, da se moramo pri merjenju povečave ozirati na razdaljo, v kateri se nam slika kaže. V ta namen so večščaki določili nekako osrednjo razdaljo za normalno človeško oko, namreč 250 *mm*. (Angleži in Amerikanci so vzprejeli deset angl. palcev = 254 *mm*). V tej razdalji od očesa moramo torej predmet meriti, ako hočemo zadeti pravo povečavo pri svojem drobnogledu. Te razdalje ni jemati od vrhnje leče okularjeve, kajti svetlobni trakovi se ne sečejo v leči, temuč na očesni mrenici. Treba je torej upoštevati tudi še razdaljo gorenje leče od očesne mreže. Ta razdalja se določi s pomočjo preprostega računa; vendar pa na povečavo ne bode dosti vplivalo, če cenimo to razdaljo za navadno normalno oko na 24 *mm*. Teh 24 *mm* nam je potem odšteti od 250 *mm*. Zgornja okularjeva leča naj bode od površine mizice od-

daljena za 226 *mm*. To razdaljo priredimo lahko natančno s pomočjo bolj ali manj debelih knjig, katere položimo na desno stran drobnogleda.

Pod drobnogled položimo mikrometer, stekleno ploščico, na kateri je milimeter razdeljen v sto delov. Na okular pritrdimo ravnokar popisano, ali pa kako drugo risalno pripravo. Ako pogledamo skozi okular, vidimo na mizni ploskvi podrobne dele mikrometrove in lahko tudi natanko določimo, kako velika se nam kaže po različnosti povečave desetinka ali stotinka milimetra. Še natančneje določimo povečavo, če vzamemo v roko navadno šestilo in z obema ostema ujamemo določeno število mikrometrovih razdelkov ter to izmerimo z navadnim merilom. Ako se nam kaže n. pr. desetinka milimetra v velikosti 30 *mm*, znaša povečava 300. Z večkratnim ponavljanjem je mogoče povečavo skoraj do skrajnosti natančno določiti.

Za tako določitev pa risalno orodje ni neizogibno potrebno. Doseže se isto, čeprav nekoliko težje, s prostimi očmi. Ako gledamo z enim očesom v drobnogled, z drugim pa na mizno ploskev, bodemo tudi predmet v drobnogledu in pa mizno ploskev obenem ugledali. Vzemimo šestilo v roko in poizkusimo zajeti ž njim nekoliko mikrometrovih črtic. Nevajenemu očesu se morda to delo ne bode takoj posrečilo; toda polagoma se oko takemu gledanju privadi in prej ali slej bomo ujeli velikost slike in določili pravo povečavo. Zadosti natančno najdemo povečavo, ako ponovimo omenjeni poizkus petdo desetkrat zapored in določimo potem iz vrste posameznih skupno srednje število.

Sicer se dá povečava preračunati tudi iz goriščinih razdalj objektiv in obeh okularjevih leč ter iz medsebojne razdalje posameznih leč; toda pri tem opraviu bi bilo treba vse te razdalje natančno določiti in premeriti, kar bi bilo pa povod različnim napakam, vsled katerih bi tudi končni rezultat ne bil zanesljiv. Varnejše je torej, povečavo naravnost izmeriti. Ko smo določili povečavo za en okular in en objektiv, potem

pa izračunimo prav lahko povečavo različnih objektivov z istim okularjem. Povečave so v nasprotnem razmerju s številom mikrometrovih črt v obzorju drobnogleda. Ako

znaša premer obzorja pri enem objektu 1 mm pri drugem pa 0,5 mm, je povečava drugega objektiva pri istem okularju za polovico večja. (Dalje.)

## Sen.

Na travi poleg reke  
utrujen sem zaspal.  
Zazibal me je v spanec  
ljubo šumeči val.

Priteknil se je skoro  
skrivnostno-grozen sen,  
da bil sem daleč nekam  
od reke preložen

na postelj črnoruh  
v preprosto hišo sam . . .  
Sijala mi je luna  
skoz okno v tihi hram.

Bedel sem jadne duše,  
kar otlogromek jek  
začujem zunaj hiše:  
,Končan bo svet na vek!'

Na stolpu bližnje cerkve,  
obkoljene z grobmi,  
tedaj zapoje navček,  
ki mrtvecem zvoni.

Kot zmija me napade  
vsiljiva misel ta,  
da se je zadnji človek  
poslovil od sveta,

Gorjé mu, kdor bi živel  
na zemlji sam! — Ah, vem:  
ljudje so vse človeku,  
a človek nič ljudem —

da jaz edin ostal sem  
od drugih vseh ljudi,  
ki nisem še dopolnil  
usojenih mi dni.

Zavpijem, kakor ranjen,  
iz hiše planem ven:  
,Kje ste, ljudje, o, kje ste!?'  
Zbeži od mene sen.

Iz trave znojen skočim.  
(Spreletal me je mraz.)  
O, kaj ljudje so meni,  
o, kaj ljudem sem jaz!

*Anton Medved.*

## Na planino!

Na planini, na planini  
tiha noč sloni,  
na planino, na planino  
duša hrepeni.

Tam po mestih, šumnih mestih  
laž ima z resnico boj,  
na planini, na planini  
vlada svet pokoj.

Da v bolestnih urah duša  
bi vzleteti mogla tja —  
tam bi morda pozabila,  
kar prebila je gorja . . .

*Ivo Danič.*

## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)<sup>1)</sup>

### Kako določimo velikost predmetov pod drobnogledom?

Pogosto čitamo ali čujemo, da meri kak predmet toliko in toliko stotink ali tisočink milimetra. Marsikomu se zdi taka vest malo verjetna ter dvomi, da bi bilo sploh mogoče tako malenkostne predmete tako natančno izmeriti. In vendar je to mogoče s pomočjo drobnogleda. Način je dvojen.

Pri popisu najbolj izpopolnjenih drobnogledovih stoyal smo omenili, da se dá predmetna mizica s pomočjo jako tanko vrezane vijaka v vodoravni meri semtertja premikati. S to mizico se nam v obzorju drobnogleda premika tudi predmet. Ako mi je znano, kako nagosto je vrezan vijak, vem tudi, za koliko se je mizica, oziroma predmet premaknil, če vijak enkrat okrog njegove osi zasučem. Na vijaku je nasajeno majhno kolesce, ki ima na obrobju zarisane črte, katere kažejo, za koliko smo vijak obrnili. Ako meri en obhod vijaka n. pr. 0,5 mm, tedaj se je predmet prav za toliko premaknil, ko smo vijak enkrat zasukali. Ako je pa na vijaku nasajano kolesce razdeljeno na sto delov, in zasučemo vijak za eno črto, tedaj se je mizica s predmetom vred premaknila le za 0,005 mm. Navadno rabimo pri tem merjenju okular, ki ima na zaslonki napeto tanko nit, katero tako naravnamo, da se v obzorju ravno dotika predmeta, katerega hočemo meriti. Nato vijak toliko zasučemo, da se predmet navidezno prestavi na drugo stran niti. Iz števila vijakovih obhodov zamoremo natančno določiti velikost dotičnega predmeta.

Mikrometer na vijak mora biti zelo natančno izdelan in je vsled tega tudi primeroma zelo draga naprava. Mnogo cenejši in pri-

pravnejši za rabo je takozvani o k u l a r n i mikrometer, ki je tudi skoraj še zanesljivejši, kot zgoraj omenjeni; zategadelj je tudi poslednji pri novejših drobnogledih skoraj brez izjeme v porabi.

Vzemimo tanko okroglo stekleno ploščico, na kateri so z demantom zelo nagosto vrezane fine črtice, po deset na en milimeter. To ploščico položimo v okular na zaslonko vmes med obe leči. Ako pogledamo zdaj skozi okular v drobnogled, bomo opazili mikrometrove črtice preko obzorja. Vrhnja priočna leča je tako urejena, da jo mikrometru lahko nekoliko približamo ali pa od njega oddaljimo. Na ta način je mogoče mikrometrove črtice spraviti v isto razdaljo, da so za različna očesa dobro in razločno vidne.

Če se nahaja predmet pod drobnogledom, ga vidimo skupno z mikrometrom v okularju in prav lahko in brez truda štejemo, koliko mikrometrovih črtic pokriva predmet. To se zgodi tem lažje, ker okular z mikrometrom v drobnogledovi cevki poljubno zasučemo in na ta način lahko predmetovo velikost na vsako stran zmerimo. Toda s tem še nismo dobili prave velikosti predmetove. Kajti okularni mikrometer nam kaže razdelitev v obzorju vedno enako veliko — naj že rabimo najmanjše ali pa najmočnejše objektivne — ker se nahaja v okularju, ne pa na predmetni mizici. Treba nam je torej še določiti, koliko zavzema v resnici en razdelek v okularju pri raznih objektivih na predmetni mizici.

V ta namen potrebujemo še drugega predmetnega mikrometra, na katerem je milimeter razdeljen v sto delov. Starejši mikrometri so bili večinoma z demantom zarisani v steklo; sedaj jih prav lično izdelujejo fotografičnim potom. Ta mikrometer položimo pod drobnogled tako, da vidimo v

<sup>1)</sup> Glej št. 1—6.

obzorju drobnogleda dva mikrometra, katerih prvi se nahaja v okularju, drugi pa pod objektivom. Zasučimo okular tako, da sta obe razdelitvi vzporedni in se krijeta. Prav lahko bomo določili, koliko črtic zgornjega mikrometra pokriva gotovo število razdelkov spodnjega mikrometra. Ako pokriva  $n$ . pr. en razdelek v okularju  $0,05\text{ mm}$  na predmetni mizici, treba je s to veličino pomnožiti število razdelkov mikrometra v okularju, ki pokrivajo predmet. Pri večjih drobnogledih, ki imajo 3—5 raznih objektivov, je seveda treba to veličino določiti za vsak objektiv posebej; potem pa si lahko napravimo tablo, v katero zaznamujemo te mere, da jih imamo po potrebi takoj pri rokah. S temi mikrometri je možno velikost predmetov na tisočinke milimetra natanko določiti.

### Priprava za opazovanje s polarizovano svetlobo.

Za opazovanje s polarizovano svetlobo nam služita dve sestavljeni prizmi, ki se po izumitelju Nicol-u imenujeta Nicolovi prizmi. Prva, „polarizatorica“, se nahaja pod predmetno mizico, druga „analizatorica“, pa nad okularjem ali v okularju. Ako zasučemo okular z analizatorico okrog optične osi, se nam obzorje dvakrat zatemni, potem pa zopet razsvetli in sicer vedno, ako smo okular s prizmo zasukali za  $90^\circ$ , t. j. pravokotno. Ako nad predmet položimo še tanko ploščico iz gipsa ali kremenca, se nam prikažejo zapored prizmatične ali mavrične barve. Te barve pa niso pri vseh predmetih enake, temuč se po vsebini predmetov med seboj razločujejo. Opazovanje s polarizovano svetlobo nam kaže razne kemične in fizikalne lastnosti organskih predmetov, katere bi drugače le s težavo ali pa celo ne mogli doznati. Zlasti je taka priprava mineralogu pri raziskovanju rudnin neizogibno potrebna. Pri mnogih rudninah je namreč pod drobnogledom s pomočjo polarizovane svetlobe mogoče določiti, iz katerih prvotnih snovi so sestavljene.

Zelo razvita je v sedanjem času fotografija. Nepregledna množica amaterjev se bavi s to umetnostjo, in tuintam z najboljšim uspehom. Samo ob sebi je umevno, da so izkušali rabiti fotografijo tudi pri drobnogledu in tako nekako nadomestiti risanje s prosto roko. In res! Možno je fotografični aparat združiti z vsakim boljšim drobnogledom. Komur je navadni fotografični aparat znan, njemu bode stvar takoj jasna. Na cev drobnogleda se pritrudi kamera, katera ima na zgornji strani kaseto s svetločutno ploščo. Ako je predmet zadostno razsvetljen, nam bode podal drobnogled — katerega moramo seveda tako uravnati, da napravlja pravo, realno sliko zunaj okularja — pravo predmetovo podobo na svetločutni plošči. Vse nadaljno delo je popolnoma isto, kakor pri navadni fotografiji.

Mnogo popolneje deluje tu prav nalašč za to prirejeni aparat. In sicer rabijo z najboljšim uspehom objektivne apohromate in pa posebno v to prirejene okularje. Za sliko navadna dnevna svetloba ne zadošča; treba je umetne luči, bodisi že elektrike, plinove ali acetilenove luči; tudi dobra petrolejna svetilka je rabljiva. Da je obzorje enakomerno razsvetljeno, se postavi pred predmet večja vzbokla leča, ki združuje večjo množino svetlobnih trakov in tako svetlobo povečuje. S svetlobo pa raste v gorišču tudi vročina, katera bi utegnila predmet uničiti. Da se to zabrani, vstavljajo pred predmet posodico z vodo, skozi katero morajo svetlobni trakovi prehajati; toplino pa voda vsrkava.

Fotografija z drobnogledom se je v zadnjih letih zelo razvila in nam podala že krasne zbirke najrazličnejših povečanih slik. Vendar pa risanja s prosto roko ne more popolnoma nadomestiti. Fotografična slika kaže namreč le to, kar se vidi v eni optični ploskvi; podobe so premalo plastične. Spreten risar pa ne bode narisal le tega, kar se mu pokaže na eni ploskvi, temuč bode razne vtise združil v eno sliko. Fotografija kaže pač natančno vse, kar se nahaja pod drobnogledom; pri tem pa seveda tudi predmete,

ki ne spadajo k sliki, kakor so prah, smeti itd., kar sliko večkrat pokazi.

Lahko rabimo isti okular pri obeh, objektivna pa se razločujeta v tem, da ima daljnogled



Vodnikova koča na Velem polju.

Fotogr. Lergetporer.

### Uporaba drobnogleda.

Drobnogled in daljnogled ste si sorodni orodji. Njihova optična sestava je enaka.

zelo veliko, drobnogled pa majhno goriščino razdaljo; s prvim povečamo oddaljene predmete, z drugim pa bližnje. In vendar je vkljub tej sorodnosti način uporabe obeh



orodij tako zelo različen. Za uporabo daljnogleda — izvzemši astronomična opazovanja — ni treba nikakih priprav, nikakih znanosti. Ako je ozračje čisto in oddaljeni predmet dovolj razsvetljen, nam ga pokaže daljnogled povečanega brez vsakih drugih okoliščin. Tudi popolnoma neizobražen človek bode daljnogled rabil prvi hip brez vsake težkoče.

Vse drugače je pa z drobnogledom. Marsikdo, ki si je drobnogled omislil v nadi, da bode opazoval nanj razne drobne zanimivosti, o katerih je morda čital v knjigah, ga je presenečen odložil. Drobnogled mu ni kazal tega, kar je od njega pričakoval, in kar je v raznih knjigah videl naslikanega. In kaj je temu vzrok? Vzrok je ta: ker dotičnik ni umel predmetov tako pripraviti in prirediti, kakor je potrebno. Uporabljati drobnogled, temu se je treba še-le priučiti; tudi je treba nekaj vedeti iz naravoslovja, n. pr. o živalski in rastlinski morfologiji in anatomiji itd. Kakor najboljše godbeno orodje v neveščih rokah nima nobene vrednosti, tako tudi drobnogled ne bode služil neveščemu človeku.

V naravi se nahaja primeroma malo predmetov, katere bi mogli brez vsakega pripravljanja položiti pod drobnogled in opazovati; ogromna večina drobnih stvaric potrebuje različne, dostikrat zelo zamotane manipulacije, preden so tako prirejene, da jih je mogoče opazovati pod drobnogledom.

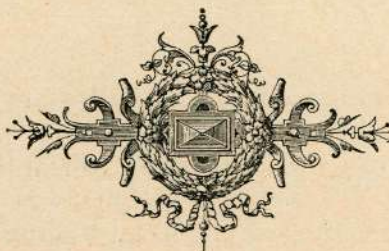
Predmete, katere hočemo opazovati, pokladamo na stekleno ploščico in jih pokrivamo navadno s tankim steklom pokrivalcem; to vse skupaj položimo na predmetno mizico pod objektiv. Predmetne ploščice se vrežejo iz navadnega tankega stekla, ki naj je belo ali

zelenkasto, da je le čisto in nima mehurčkov ali madežev.

Navadno se takim ploščicam ostri robovi nekoliko obrusijo. Oblika in velikost ploščic mora biti taka, da predmete na njih lahko prirejamo, jih pod drobnogledom, obračamo in da ostane še nekaj prostora za kak napis. Le ako nameravamo predmete stalno hraniti, le tedaj je koristno, če imajo vse ploščice enako obliko in velikost; tako jih je namreč mnogo lažje razvrstiti po primernih predalčkih. Zato si tudi raziskovavci prizadevajo podati vsem ploščicam nekako enotno obliko in velikost. Najbolj razširjena je dandanes takozvana *angleška* oblika. Ploščice so *76 mm* dolge in *26 mm* široke ter ustrezajo skoraj vsem zahtevam. Pri nas se tudi rabi *dunajska* oblika, ki je pa nekoliko manjša (ploščice so *65 mm* dolge in *25 mm* široke). Na teh ploščicah se predmet položi prav na sredo, na obeh straneh pa se prilepijo majhne znamke, na katere lahko napišemo ime predmeta in še kaj drugega malega.

Predmet na ploščici pokrijemo s tankim steklom-pokrivalcem. Pokrivalce je koristno, ker ta ali oni predmet poravna v tanko horizontalno plast; neobhodno potrebno pa je vselej, kadar hočemo dotični predmet trajno hraniti. Debelost pokrivalca znašaj po največ *0.12—0.2 mm*. Ker je tudi večina modernih objektivov že prirejena na uporabo teh pokrivalc, je umestno, da se jih poslužujemo. Njihova oblika je okrogla, ali pa čveterovoglata, velikost pa dosti manjša, kot ona predmetnih ploščic (največ *15—20 mm* v premeru). Vendar so v rabi tudi mnogo večja ali manjša pokrivalca.

(Dalje.)



## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Dalje.)<sup>1)</sup>

Prav majhne predmete torej položimo kar na ploščico, jih pokrijemo s steklenim pokrivalcem in denemo pod drobnogled. Ko smo zrcalce tako zaobrnili, da odbija svetlobo naravnost v predmet, premikamo cev z roko ali z vijakom tako dolgo, da nam drobnogled pokaže jasno podobo. Da pa pri tem ne trčimo z objektivom ob predmet in ga ne potaremo, oziroma, da celo objektivna ne poškodujemo, je najbolje, da od strani gledaje cev prav na tesno približamo predmetu, potem pa jo polagoma odmikamo, dokler se nam ne pokaže v obzorju jasna slika. Pri nekoliko močnejših povečavah se poslužujemo v ta namen vijaka. Mnogo predmetov pa ni zadostno prozornih, da bi jih zamogli opazovati s prosojno razsvetljavo. Nekateri predmeti postanejo bolj prozorni, ako se vložijo v primerno tekočino, n. pr. v vodo, glicerin, kanadski balzam, nageljnovo olje i. t. d. Na predmetih je potem mogoče opazovati manjše podrobnosti.

Vse to velja pa le pri prav majhnih predmetih. Večjih predmetov, n. pr. posameznih delov živalskega trupla, rastlinskih debel in njihove notranje ustrojbe na ta način ne moremo opazovati. Drobnogled nam kaže jasno in razločno le one stvari, ki se nahajajo v eni optični ploskvi; kar je nad njo ali pod njo, je nejasno ali celo popolnoma nevidno. Že pri manjših telescih moramo premikati vijak, da si predočimo zapored njihove vrhnje dele, srednje plasti in spodnje dele in dobimo tako šele s temi zapovrstnimi vtisi pravo, skupno obliko predmetovo. Pri večjih predmetih je pa tako ravnanje nemogoče, zlasti ker niso dovolj prozorni. Tu se je treba posluževati drugačnih pripomočkov —: napravljati je treba tanke prereze posameznih predmetov.

<sup>1)</sup> Glej št. 9.

Vzemimo rastlinsko steblo, o čigar notranjem sestavu se hočemo poučiti. Ker je steblo samo na sebi preveliko, da bi je mogli celo preiskovati, in ker je tudi neprozorno, odrežimo ž njega z ostrim nožem, najbolje z britvijo, tanko plast in jo položimo na predmetno ploščico. Steblo primimo s prsti leve roke tako, da ga držimo navpično po koncu; z desnico pa izkušajmo posneti kolikor mogoče tanke odrezke. Najboljše se nam bo stvar posrečila, ako obrnemo ostrino noža proti sebi in jo obenem nekoliko naslonimo na noht prsta, s katerim steblo držimo. Predmet in nož smo že poprej zmogli v vodi ali v alkoholu. — Navadno napravimo po več prerezov drugega za drugim in jih s čopičem polagamo v majhno posodico z vodo. Seveda se nam precej prvi prerezi ne bodo popolnoma posrečili; toda med večjim številom taistih bomo gotovo našli nekatere, ki bodo dovolj tanki, prozorni in rabljivi. Ako si potem tak prerez ogledamo pod drobnogledom, bomo zlahka opazovali posamezne dele in plasti, iz katerih je steblo sestavljeno. Razločili bomo zunanjo kožo, notranje staničje, povezke stanic, stržen i. t. d. — Bolj trde predmete, kakor les i. dr. močimo v vodi nekoliko dni, da se zmehčajo.

Večje težkoče kakor rastlinski predmeti, napravljajo deli živalskega telesa, ki so navadno tako mehki, da tudi najboljša ostrina ne pogodi tankega in enakomernega prereza. Te predmete položimo nekaj dni, preden bi jih radi deli pod drobnogled, v posodico z alkoholom. Alkohol jim odtegne vodo in jih toliko strdi, da je mogoče dobiti z nožem primernih prerez. Ako si preskrbimo potem takih finih prerez v različnih smereh, se bomo lahko natančno poučili o notranjem sestavu tudi živalskih predmetov.

Napravljati dobre prereze ni lahka reč; to hoče mnogo vaje in ročnosti. Zategadelj so si mehaniki že davno prizadevali, da bi iznašli za to primerno pripravo. No, izdelali so jo in nazvali mikrotom.

Sestavov te priprave je že brez števila; vsi še dosti dobro služijo svojemu namenu. Starejša in bolj enostavna oblika takega „drobnorezca“ ima 3—5 cm široko cev, v katero je vrezan zelo tesen vijak. Predmet se vloži v cev in se z vijakom prav po malem dviga nad rob cevi, kjer se z ostrim nožem gladko odreže. Novejša oblika mikrotomov je pa jako členovita. Sicer se tudi pri teh predmet dviga s pomočjo finega vijaka; s tem vijakom je pa združena priprava, ki nam predmet obrne, kakor hočemo. Posebej v to svrhu napravljen, britvi podoban nož, se premika po ravnem tiru semtertja ter reže liki mizarski stružec; ali pa je nasajen na ročaju, kateri se suče na pokončni osi. Da je tak mikrotom precej drag (50—150 K), je lahko umevno. A ž njim je mogoče napraviti zelo nežne prereze (v debelosti 0·91—0·001 mm.)

Kadar hočemo prerezati drobne predmete, vlagajmo jih v bezgov stržen ali v plutovino. Kos plutovine namreč podolgem prerežimo v dva enaka dela, vmes pa denimo predmet. Potem napravimo z nožem skozi vse skupaj tanke prereze; v vodi pa jih ločimo od plutovine, oziroma od stržena. — Večji predmeti, zlasti od živalskih teles, se morajo — kakor že omenjeno — najprvo strditi v alkoholu. Potem jih vložimo v raztopljen parafin ali v kako drugo primerno snov, katera se dá shlajena rezati, ter jih pustimo toliko časa na toplem, da se ves predmet napoji z raztopino, kar se zgodi navadno v nekoliko urah ali vsaj v enem dnevu. Shlajeni strjeni parafin s predmetom se potem pritrdi v mikrotom in se napravijo prerezi. Parafin se odstrani s xylolom. Namesto parafina rabijo še mnoge druge snovi, zlasti celoidin, zmes lanenega olja z voskom i. t. d. Tako pripravljanje prerez je sicer precej zamudno, a ima prav lepe uspehe. Prerezi so sila tanki in enakomerni.

Ako položimo na ta način prirejene predmete na ploščici v kako tekočino, zlasti v glicerin ali v kanadski balzam, postanejo že itak zelo prosojne plasti, skoraj popolnoma prozorne, tako da n. pr. tankih staničnih mrenic skoraj ni mogoče več ugle dati. Tu je treba poseči zopet po drugem pripomočku, ki nam napravi posamezne podrobnosti bolj vidne, in to so razna barvila. Docela prozorne predmete je treba s primerno barvo napojiti, da se razne, sicer nevidne podrobnosti, zopet pokažejo. — Še lepše dosežemo toisto, če uporabimo pri istem predmetu dve različni barvi, n. pr. rdečo in višnjevo. Barvila, ki služijo v ta namen, so za razne slučaje dognano različna.

Iz vsega, kar smo povedali, razvidimo, da je pripravljanje nekaterih predmetov za drobnogled, zelo zamudno delo. Treba je dosti vaje, zlasti pa precejšno mero potrpežljivosti. Umevno je, da raziskovavec s toliko trudom prirejenega predmeta ne bode zavrgel, potem ko si ga je enkrat ogledal, marveč ga bo skrbno ohranil. Predmeti, ki se v svojem prvotnem stanju ohranijo nepokvarjeni, n. pr. luskinice metuljev, živalska dlaka, prerezi raznih lesov, itd. se lahko kar na ploščici pokrijejo s pokrivalcem, in se to ob robu z lepilom zalepi. Tako ne zaide prah v predmet. Semtertjam je kot lepilo dober vosek, boljši pa je seveda nalašč zato napravljen klej. Toda velika večina predmetov se v tem stanju ne da ohraniti. Treba jih je vložiti v kako prozorno tekočino ali snov, katera jih obvaruje pred vplivom zraka. Za predmete, ki imajo v sebi dosti mokrote, se s prav z dobrim uspehom rabi glicerinova gelatina. Navadnemu glicerinu pridenemo ravno toliko v vodi razmehčane gelatine ter oboje nad ognjem toliko ogrejemo, da se gelatina popolnoma razpusti in z glicerinom dobro pomeša. Da zabranimo plesnobo, pridenimo zraven še par kapljic karbolne kisline. Dobro je tudi, da vso snov precedimo še toplo skozi gosto platno. Na ta način napravljena glicerinova gelatina se v zaprti široki steklenici ohrani neizpremenjena veliko let.

Kadar hočemo torej kak predmet vložiti v gelatino, denimo na dobro osnaženo ploščico po potrebi košček gelatine, katero nad plamenom toliko ogrejmo, da se razpusti. Potem položimo vanjo predmet, katerega smo poprej omočili v glicerinu, ter še toplo gelatino pokrijmo s pokrivalcem, katerega smo tudi nekoliko ogreli. Da se predmet lepo horizontalno vleže, je dobro na pokrivalce položiti kako majhno utež. Prav dobro služi v ta namen podolgovata svinčenka.

Gelatina se pa ne strdi tolikanj, da bi se pokrivalce, če tudi se ga le na rahlo zadenemo, ne razmaknilo in predmeta ne pokvarilo. Treba je zato pokrivalce s primernim klejem ob robu prilepiti k ploščici. Taki kleji se dobé po zalogah mikroskopiških reagentij. Ko smo ob robu pokrivalca z mokro rutico previdno obrisali preostalo gelatino, vzamemo s čopičem nekoliko kleja in prevlečemo ž njim rob pokrivalca. Čez par dni, ko se je prva plast posušila, storimo to še enkrat, in če treba še tretjič.

Še bolj kot gelatina, je pa dandanes v rabi kanadski balzam. Kanadski balzam je smolnata snov svetlo rumenkaste barve; pri navadni temperaturi je popolnoma trd. Za mikroskopično uporabo se mu primeša toliko xylola, kloroforma ali terpentina, da postane tekoč kot navadno olje. Predmeti, katere je vložiti v kanadski balzam, ne smejo imeti v sebi čisto nič vode. Živalskim ali rastlinskim predmetom se voda odtegne, kakor smo že povedali. Iz alkohola se denojo predmeti za trenutek v xylol, oziroma kloroform, potem pa na ploščico, na katero smo kanili primerno kapljico kanadskega balzama. Ko se je zopet vse skupaj nekoliko ogrelo, se pokrije tudi z nekoliko ogre-

tim pokrivalcem. Pri teh predmetih navadno ni potreba pokrivalca s klejem prilepiti, ker balzam, ko se je potrdil, jako dobro drži in predmet izborna zavaruje proti vsakršnemu zunanjemu vplivu.

\*

Morda da se utegne kateremu bravcu teh vrstic vzbuditi želja, da bi rad ogledoval čudesa drobnega sveta. Toda ne ve, kje in za kakšno ceno bi si omislil primeren, rabljiv drobnogled. Dandanes je drobnogledov na izbiro; skoraj vsaka prodajalnica optičnih orodij ima tudi kak mikroskop v zalogi. V listih se dostikrat priporočajo za smešno nizko ceno „salonski drobnogledi“ z velikanskimi povečavami. — Pri nabavi takih stvari je treba vedno nekoliko previdnosti. Dobro orodje ne more biti ceno. Žalibog, da je mnogo tvrdk, ki izdelujejo in prodajajo v tej stroki stvari, katere imena drobnogled ne zaslužijo. Radi tega je svetovati vsakomur, kdor sploh hoče kako svoto v ta namen žrtvovati, da si naroči drobnogled od popolnoma zanesljivih tvrdk. Priznana prva avstrijska tvrdka za drobnogled je Karel Reichert-ova na Dunaju, ki se lahko kosa z najboljšimi nemškimi, francozkimi in angleškimi tvrdkami. Prav izvrstne drobnogled izdelujejo tudi tvrdke C. Fritsch, Merker, Ebeling in pa stara tvrdka Plössl na Dunaju. Med mnogimi inostranskimi tvrdkami imenujemo le svetovnoznane Zeiss v Jeni, Leitz in Seibert v Wetzlar-ju in pa Nachet in Chevalier v Parizu.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Pisatelj teh vrstic bode drage volje postregel z nasvetom vsakomur, kdor bi glede nabave drobnogleda želel pojasniti

(Konec.)



## Drobnogled in drobni svet.

Spisal kanonik *Ivan Sušnik*.

(Konec.)

Uporaba drobnogleda je odkrila človeku čisto nov svet. Neka skrivnostna vrata so se odprla, oko je zazrlo nepregledno množico bitij — življenj, o katerih se našim pradedom niti sanjalo ni. In ta drobni svet je v svoji sestavi prav tako mnogovrsten, kakor svet, katerega gleda neoboroženo oko, je v svoji medsebojni zvezi prav tako harmoničen, kakor je n. pr. rastlinstvo in živalstvo, ki ga doseže prosti vid. Drobnogled nam kaže njega najmanjše podrobnosti: staničje, mre-nice, iz katerih so sestavljena živalska in rastlinska telesa, kaže nam njihovo skrito delovanje, uspevanje, rast in množenje. Drobnogled nas prepričuje o pristnosti ali pokvarjenosti živil, nam služi v raziskovanje nebrojnih tehničnih in industrielnih proizvodov. Z isto zanesljivostjo segata po drobnogledu zdravnik in kriminalist. V premnogih slučajih je drobnogled neovrgljivo dokazal, da so bile n. pr. neznatne, rjave lise na obleki, na zidu — človeška kri, da je bilo nekoliko las, ki so jih našli med prsti umorjenca, popolnoma istovrstnih z lasmi morilčevimi itd.

Še pred par desetletji je bil drobnogled orodje, katero se celo omikanci opazovali z nekim strahom; toda z vsestransko koristjo se je mikroskop tako priljubil omikanemu svetu, da vedno rajši sega po njem, bodisi v znanstveno raziskovanje, bodisi tudi le za zabavo. Človeku je že nekako prirojeno, da rad opazuje naravo, da se izkuša tudi nekoliko globlje vtopiti v njene skrivnosti. Nobeno orodje pa človeku tako zelo ne pomaga pri tem kot ravno drobnogled. Naj bi se zato zlasti omikani svet tudi pri nas pridno bavil z drobnogledom!

Toda kje pa najdemo primernih predmetov za opazovanje pod drobnogledom? Oglejmo si n. pr. vodo! V bistrem studenčku, v žuborečem potoku, sploh v

našlo tekoči vodi pač ne bomo našli majhnih rastlinic in živalic za drobnogled; tem večji pa bode naš uspeh pri stoječih mlakužah ali tudi v leno tekočih vodah. Kako neprijeten je pogled na umazano mlako, prevlečeno s sluzasto mreno in poraslo z raznimi večjimi in manjšimi rastlinicami! Toda zajmimo s kozarcem nekoliko te vode in preiščimo njeno vsebino. Že prosto oko dozrè, da je voda kalna večinoma vsled raznih komaj vidnih, nitim podobnih rastlinic, ki v mlakuži rasto iz tal ali pa prosto plavajo v vodi. Denimo nekoliko te vode pod drobnogled. Že srednja povečava (50—100krat) nam pokaže veliko množino raznovrstnih rastlinic, sestavljenih iz raznih stanic, ki so napolnjene z zelenim barvilom (chlorophyll). Nekatere rastlinice so okrogle ali pa zvezdicam podobne, druge imajo obliko čolničev ali dolgih trakov, ki so zopet sestavljeni iz lepo urejenih, večinoma čveterokotnih stanic. Večina jih leži mirno v vodi; druge zopet plavajo malomarno semintja, kakor bi iskale ugodnih razmer za svojo ohranitev. Večino teh alg imajo naravoslovci označene z imenom desmidije (Desmidiaceae). Kolika je njih množina, je razvidno ponekoliko iz tega, da navzlic svoji malenkosti prostranim ribnjakom dajo zelenkasto barvo.

Še lepši in po svoji obliki mnogovrstnejši predmet za drobnogled so diatomeje, o katerih smo že govorili pri preizkušnji drobnogleda. Zelenega barvila sicer nimajo, kakor desmidije, zato pa imajo majhno kremenceasto lupinico, ki ima raznovrstno obliko. Nekatere so čisto okrogle, polne malih luknjic, kakor sito, ali pa načrtane liki pajkova mreža. Druge so trivoglate ali čveterokotne, ali imajo podobo malih ladjic (Navicula), ali pa so podolgovate in polahko zaupognjene (Pleurosigma).

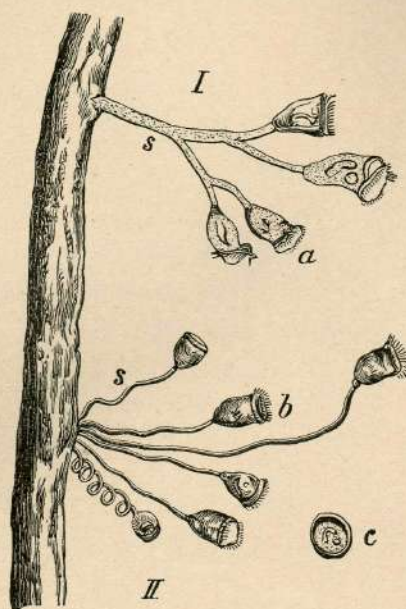
Vse te kremenčaste lupinice so raznovrstno načrtane in porisane, nekatere tako nežno, da je treba najboljših objektivov in najmočnejših povečav, ako hočemo ugledati drobne potezice na njih. Tudi diatomeje prištevamo med alge. Število do sedaj poznatih diatomej znaša že nad 5000.

Zelo zanimivo je opazovati z drobnogledom drobno živalsko življenje v vodi. Tudi tega v bistrotekočih vodah ni — kot smo že omenili. Pač pa so majčkene živalice v stoječih vodah, v posodah z rastlinami, katere obseva in pregreva solnce, in sicer v taki množini, da njihovega števila skoraj ni opisati. Sami si lahko na jako preprost način preskrbimo teh živalic, infuzorij. Pest senenega drobu denimo v posodo, nalijmo vanjo vode in pustimo to stati na toplem, poleti najbolje na solncu. Čez par dni denimo pod drobnogled kapljico te vode. Najbolje takozvano „visečo kapljo“. V košček trdega papirja ali kartona — navadna vizitka je dobra — vrežimo 8–10 mm široko luknjico in ga potem položimo na ploščico. Ko smo deli kapljico vode na stekleno pokrivalce, poveznimo slednje tako nad predor skozi papir, da leži steklo s svojim krajnim robom na papirju, kapljica pa prosto visi na spodnji strani pokrivalca. Ako še papir nekoliko zmočimo z vodo in s tem preprečimo, da kapljica v zaprtem prostoru ne more izhlapeti, opazujemo lahko „malo življenje“ v kapljici več ur zapored. Kolika živahnost! Kako hitijo razne močelke druga mimo druge, se prekopicujejo, izpreminjajo dostikrat svojo obliko i. t. d. Med večjimi se nahajajo sila majhne monade, mali mehurček s tankim, vedno živahnim repkom. In kolika množina! Ker meri taka živalica komaj stotinko milimetra v premeru, je umevno, da jih v mali kapljici vode lahko živi več tisoč. Med temi pritlikavci pa se gibljejo druge, mnogo večje močelke. Nekatere imajo obliko na enem koncu nekoliko debelejšje kumare (Trachelocera); druge so podobne trobentici (Stentor) ali kapici (Colpoda). Te močelke jadrajo v kapljici brzo semtertja in si iščejo s pomočjo tankih

„Dom in Svet“ 1901, št. 12.

dlačic in niti živeža. Druge pa zopet ne plavajo prosto semtertja, temuč so pritrjene na nekakšni podlagi. Opazovanja vredna je zlasti zvončica (Vorticella). (Slika 20.) Podobna je majhnemu zvončku na dolgem peclju, katerega lahko v spiralko zvitega skrči in zopet raztegne. Ob robu je porasla s tankimi dlačicami, ki neprestano migljajo. S pomočjo teh vsrkava živalica živež vase.

Razen omenjenih močelk hrani voda v sebi še nedoznano množino družih majhnih živali (Rhizopoda Radislariae). Nekatere oddaja kremenčast ali apnen oklep. Jako zanimivi predmeti za drobnogled so vodne bolšice



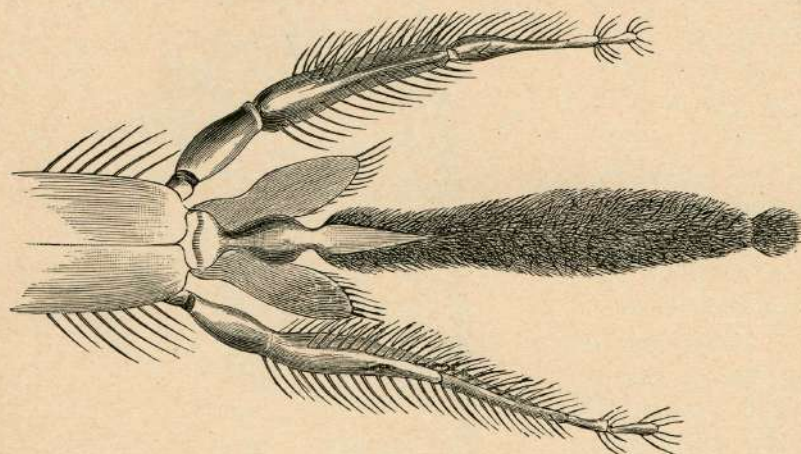
Slika 20.

Zvončica (Vorticella) pod drobnogledom.

(Daphnia), ki se nahajajo v veliki množini v raznih stoječih vodah; le-te so tudi s prostim očesom vidne in posebno radi tega zelo primerne za opazovanje, ker jih je možno v kozarcu vode po več tednov ohraniti pri življenju.

Kako se človek v navadnem življenju malo briga za žuželke! Večinoma jih smatra za nepotreben mrčes, ki je človeku le v škodo in nadlego. In vendar koliko zanimivih predmetov nam podajajo ravno žuželke za drobnogled! Kako modro so te živali ustvarjene in urejene za svoj namen! Navadna muha je

gotovo med tistimi mrčesi, ki so radi nadležnosti povsod nepriljubljeni. No kolika zabava ž njo pod drobnogledom! Denimo njeno oko, oziroma majhen del vrhne očesne mrenice pod drobnogled. Človek méni, da zre pred seboj čebelni sat, tako pravilni šesterokoti se mu pokažejo na ti mrenici. Neznatni mušji rilček je krasno sestavljen iz raznih spiralkasto zavutih mišic; kaže nam jako lepo sliko. Tudi mušja noga je zelo umetno sestavljena. Na koncu ima dva ostra kremplja, s katerima se muha oprijemlje neznatnih razpok. Da pa more laziti tudi po čisto gladkih stenah, po steklu itd., ima muha na nogi dvoje z zelo tankimi



Slika 21.

Čebelin jezik pod drobnogledom.

dlačicami poraslih ploskev, iz katerih se cedi neka klejasta snov.

Znamenito sestavo nam razkrije drobnogled n. pr. pri čebelinem jeziku. (Slika 21.) Porasel z gosto dlako, je podoben nekakemu omelcu, na koncu ima pa škropilnici podobno bunčico z neštevilnimi luknjicami, skozi katere vsrkava strd. Pri tem delu si pomaga še z dvema drugima členoma.

Krasni in poučni predmeti za drobnogled so luskinice na perutnicah metuljev in nekaterih hroščev, rilčki raznih mušic in metuljev, želó ose in čebele itd.

Drobnogled nam kaže sestave rastlinskih teles. Kakor živalsko, tako je tudi rastlinsko telo sestavljeno iz jako majhnih, mehurčkom

podobnih stanic. Najmanjše rastlinice, nekatere alge in glivice imajo po eno samo stanico; ogromna večina rastlin pa obstoji iz nebrojne množine raznih stanic. In kolika razlika v njihovi obliki! Nekatere so skoraj popolnoma okrogle, druge poligonalne, zategnjene, neprimerno dolge. Le malo jih je vidnih prostemu očesu; večinoma so zelo majhne, vendar se dadó opazovati že z 20- do 30 kratno povečavo. Na površju so drugačne kakor v notranjščini, olesenele se zopet bistveno razločujejo od sočnatih. Tukaj so na videz popolnoma neredno stisnjene skupaj, zopet drugod tvorijo lepe pravilne oblike ali pa so združene v povezke. Seveda

je le primeroma malo staničja mogoče opazovati brez vsakaterih posebnih priprav (listi mahov, troski kriptogam, cvetlični prašek); velika množina zahteva dobrih prereзов. Zanimive oblike nam kaže škrob. Njegova zrnca se po raznih rastlinah zelo razločujejo med seboj. Pšenični se loči od rženega, bobov od grahovega ali krompirjevega itd.

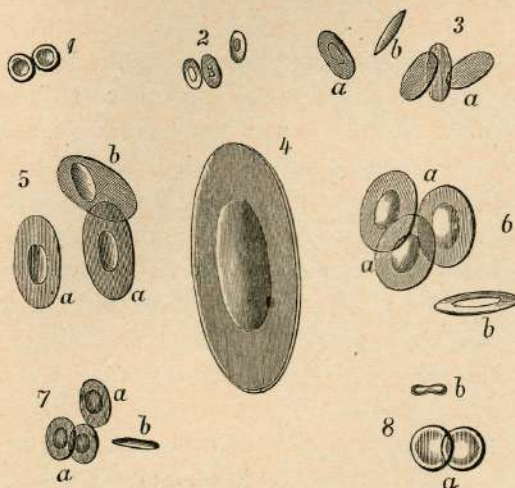
Prav tako se pod drobnogledom razločujejo med seboj posamezne tkanine.

Platnenovo lakno se strogo loči od bombaževega ali volnenega. Takisto ima vsaka živalska dlačica svojo posebnost. Človeški las se loči od živalske dlake, in dlaka ene živali skoraj v vsakem slučaju od dlake drugih. Zanimive so pod mikroskopom podobe raznih živalskih dlak, lisičje, bobrove, zajčje, veveričine, netopirjeve itd.

Tudi človeško kri razloči drobnogled od živalske. Kri je namreč napolnjena z jako majhnimi, okroglimi krvnimi telesci. Ta telesca pa niso pri vseh živalih enako velika in tudi ne popolnoma enake oblike. Pri človeku so zelo majhna in čisto okrogla, večja so že pri ptičih, največja in podolgovata pri hladnokrvnih živalih. Največja

krvna telesca (slika 22.) so opazovali pri podzemski ribici ali močerilcu (Proteus, Olm).

Izvanredno krasno nam kaže drobnogled tok krvi po žilah. Živo žabico povijmo v mokro rutico, tako da molf iz nje ena nožica.



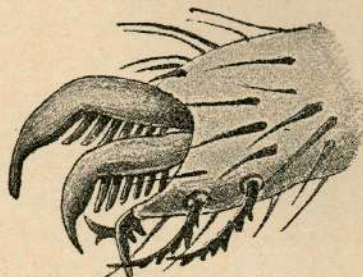
Slika 22.

Krvna telesca. 1. človeška, 2. kamelina, 3. golobja, 4. močerilčeva (Proteus), 5. močeradova, 6. žabja, 7. 8. pupkova (Triton).

Vso žival na lahko povežimo in pritrdimo na malo deščico, ki ima blizu enega konca 5–10 mm veliko luknjico. Ako položimo nožico ravno nad luknjico in vse skupaj postavimo pod drobnogled, zagledamo v plavutni kožici več tankih žilic, po katerih se

kri pretaka. Ker je plavutna mrenica do cela prozorna, opazujemo prav izlahka krvna telesca, kako drvé in hité v gosti gnječi neprestano naprej. To opazovanje je tem zanimivejše, ker nam tega življenja nobena podoba predočiti ne more.

Omenili smo le nekatere predmete, katere si lahko pripravi za drobnogled vsak prijatelj narave. Premnogo raznih drugih predmetov



Slika 23.

Pajkova noga.

pa zahteva veliko tehnične izvežbanosti in jih torej posamezniku ni lahko izdelovati. V ta namen so se ustanovili posebni zavodi, ki se pečajo sosebeno z izdelovanjem bolj težavnih mikroskopičnih predmetov. Najimnitnejši takšni zavodi so: Bourgogne v Parizu, Möller v Wedelnu na Holsteinskem in Kaiser v Berlinu. Tu je vedno dobiti v zalogi na tisoče najbolj raznovrstnih predmetov iz živalstva, rastlinstva in rudninstva.

## To bi čudno gledal svet!

Ko je prvič modro morje  
modro videlo nebo,  
kakor da je brata našlo,  
vprašalo ga je tako:

„Ali nisva dve očesi  
neizmernega sveta?  
Ti si desno, jaz sem levo,  
saj na barvi se pozna,  
ti si polno svetlih smehov,  
jaz pa temnih sem solzá.“

A nebo je visokosti  
svoje se zavedalo,  
kakor oče otročička,  
doli je pogledalo:

„Morje, ti si modre barve,  
a nemodrih si besed;  
da sva res mu dve očesi,  
to bi čudno gledal svet:  
z desnim gorke kakor solnce,  
z levim mrzlo kakor led...“

Silvin Sardenko.