

A fénymikroszkóp rövid története és magyarországi használatának elterjedése a geológia területén

CSATH Béla
(sajtó alá rendezte JÓZSA Sándor)

History of using the optical microscope in Hungarian geology

Abstract

You can't know for sure who and when they made magnifying tools for the first time. But when people noticed and experienced the effects of such certain natural phenomena, and they were able to produce the right instrument, human curiosity about the wonders of infinitely large, distant, and infinitely small worlds, it has led to incredible technical progress in this area too. In the present work, we will outline this process until the end of the 1800s, started from the lenses made 4–5000 years ago of simple rock crystal, glass, or a container full of water, to the simpler, then more and more complex microscopes giving more beautiful image. Then we get to the penetration of polarization microscope and petrography, and the activities of greatest Hungarian geologists, Miksa Hantken, József Szabó and Vilmos Zsigmondy.

Keywords: magnifying glass, microscope, petrography, thin section, József Szabó

Összefoglalás

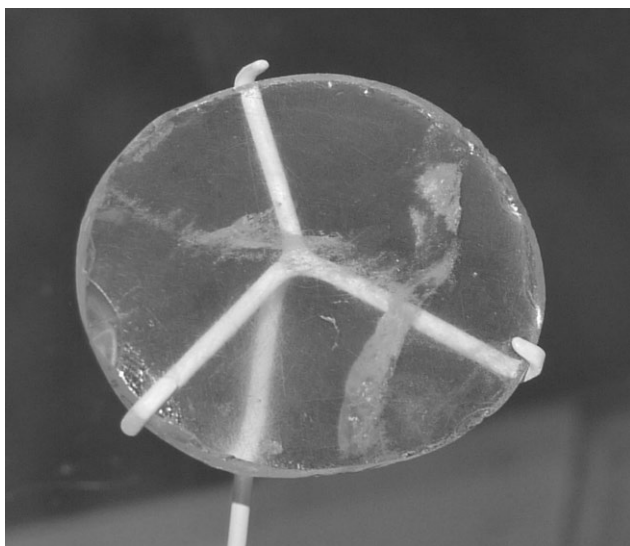
Nem tudjuk biztosan, hogy kik és mikor készítettek nagyításra alkalmas eszközöket először, de amikor észrevették az emberek egyes természeti jelenségek ilyen hatását, majd ezek mintájára a megfelelő eszközt elő is tudták állítani, a végtelenül nagy, távoli és végtelenül kicsi világok csodáira vonatkozó emberi kíváncsiság ezen a területen is hihetetlen technikai fejlődést eredményezett. Jelen munkában csak a közelmúltig, az 1800-as évek végéig vázoló fel ezt a folyamatot a 4–5000 évvel ezelőtti, egyszerű hegyikristályból, üvegből vagy vízzel teli edény segítségével készített lencsétől az egyszerűbb, majd egyre bonyolultabb és egyre szebb képet adó mikroszkópokig. Eljutunk a polarizációs mikroszkóp és a petrográfia térhódításához és a legnagyobb magyar geológusok, Hantken Miksa, Szabó József és Zsigmondy Vilmos mikroszkóppal kapcsolatos tevékenységéhez.

Tárgyszavak: nagyítólencse, mikroszkóp, petrográfia, vékonycsiszolat, Szabó József

Az első leletek és írásos emlékek

A fénymikroszkóp története a nagyításra alkalmas lencsék készítésével kezdődik. Az első ismert lencsét a Kr. e. 2620–2400 közötti időszakban Egyiptomban csiszolták, de a Mediterrán régióból, Peruból és Skandináviából is számos hasonló lelet került elő (pl. BARKER 1930; ENOCH 1998, 2000; GERHARD 2021; BARDELL 1986, 2004; SINES & SAKELLARAKIS 1987). Ilyen például az asszíriai Nimrud város egyik palotájának ásatásakor az Austen Henry Layard által 1850-ban talált, Nimrud lencse néven ismert hegyikristály lencse is (LAYARD 1853) (1. ábra).

Az első írásos emlékek az ókorból maradtak fenn. Például Seneca, a Római Birodalom filozófusa apró betűk vízzel töltött, üveg félgömbökkel történő olvasásáról ír (SENECA 65), de már jóval korábban, Arisztófanész Kr. e. 423-ban írt egyik vígjátékában is arról értesülünk, hogy kanóc meggyújtásához árusítanak nagyítólencsét (DOVER 1970, SEGAL & DOVER 1971). A ma is érvényes fénytalan alapjait Abu Ali Muhammad ibn al-Haszan ibn al-Hajszam al-Baszri, ismeretebb nevén Alhazen középkori arab fizikus és matematikus írta meg hétkötetes értekezésében 1021-ben (NASR 1968, BARDELL 2004, NADER EL-BIZRI 2005), amely az optikáról és más tudományterületekről szól. Ebben a műben többek



1. ábra. A British Múzeumban őrzött, kb. 2700 éves, 38 mm átmérőjű „Nimrud lencse” (http6)

Figure 1. The Nimrud lens on display in the British Museum (http6)

között a szem és az üveglencse működési elvét is részletezi (NADER EL-BIZRI 2005). Talán e művet is megismerve Roger Bacon angol ferences szerzetes és filozófus, az Oxfordi Egyetem előadója lencsákat készített, és a 13. század végén segített az első szemüveg kifejlesztésében. Tudományos munkásságát, többek között az optikával kapcsolatos ismereteit legnagyobb művében, az *Opus Majus*ban (Nagy Mű) foglalta össze (BACON 1267, BARDELL 2004).

Az első távcsövek és mikroszkópok

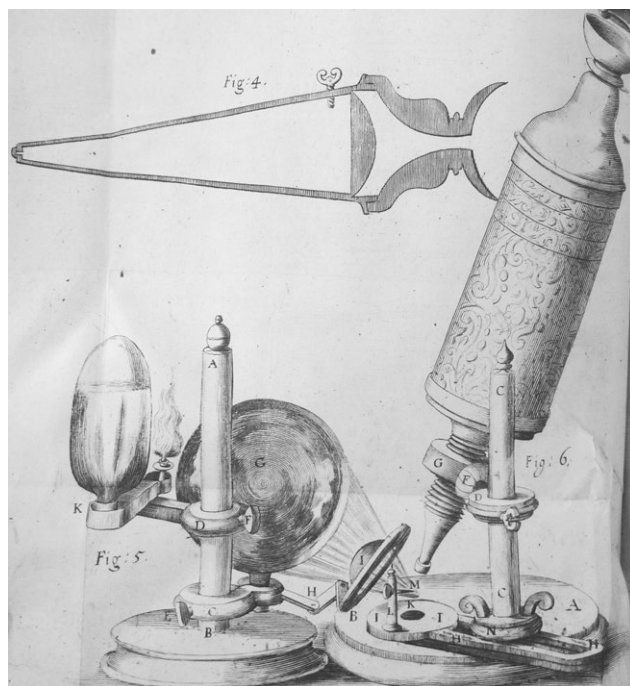
A mikroszkóp (górcső) és teleszkóp (távcső) történetének kezdete összefonódik. A legkorábbi ilyen eszköz készítője vitatott (BARTHA 1993). Az első távcsővel kapcsolatos írásos adat egy 1608-as szabadalmi beadvány, amelyet Hans Lippershey német–holland szemüvegcsiszoló nyújtott be (BARDELL 2004, KING 2003). Azonban sok kutató szerint nem őt, hanem a holland szemüvegkészítő Janssen család apa és fiú tagjait, Johannes (Hans) és Zacharias Janssent illeti az elsőség kb. 1595-ben (KALDERON 1983, KRISS & KRISS 1998, DAVIDSON 2009). Fennmaradt azonban egy olyan írás is, amelyben már Bacon utal arra, hogy optikai eszközzel távoli tárgyak közelinek látszódnak (BARTHA 1993).

Az első mikroszkóp készítőjének személye is vitatott. A 17. század első felétől többen, például a Janssen család is készítették mikroszkópot (BRADBURY 1967, 1968; BALL 1966). Galileo Galilei az 1609-ben készült mikroszkópját ‘occholino’-nak nevezte, rovarokat is megfigyelt vele (BEDINI 1967), de őt – mint ismeretes – inkább a csillagok világa érdekelte (BALL 1966, BARDELL 2004). Cornelis Drebbel már az 1600-as évek elején üvegcsiszoló géppel készített lencsákat Nyugat- és Dél-Európában elterjedt mikroszkópjaihoz (SNELDERS 2004, BALL 1966). A mikroszkóp kifejezés a görög mikrosz (kicsiny) és szkopeó (figyel) szavak összetétele

(http1), elnevezése Johann (Giovanni) Fabertől, VIII. Orbán pápa orvosától származik 1625-ből (PURTLE 1973).

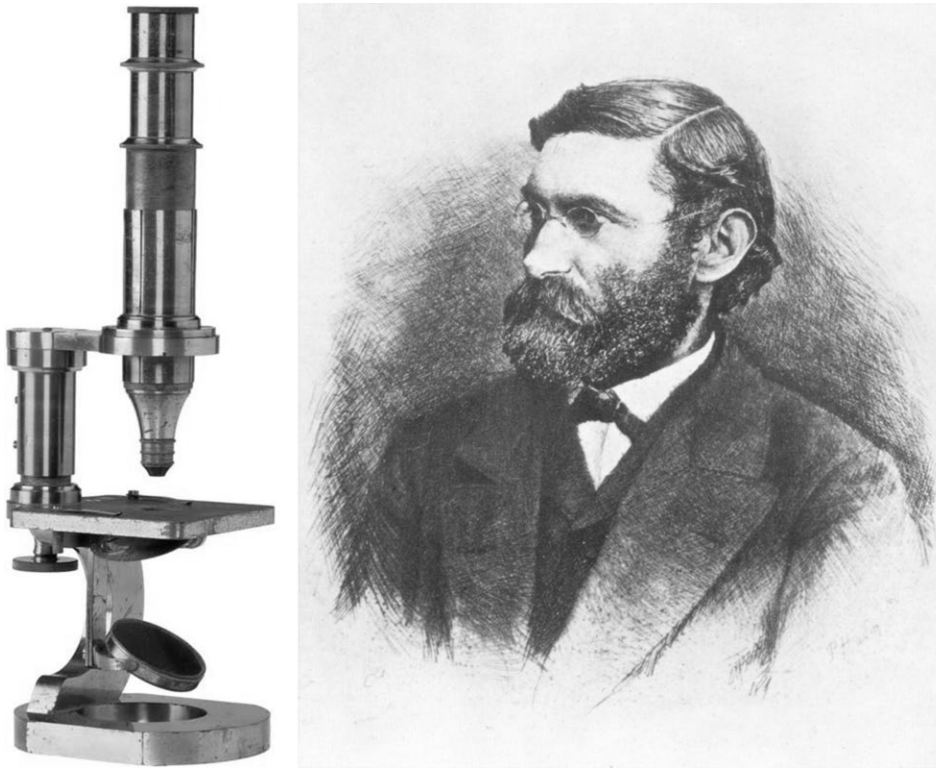
Az első klasszikus értekezés mikroszkóppal való vizsgálatokról az angol polihisztor tudós, Robert Hooke 1665-ben megjelent, *Micrographia* című munkája volt (PURTLE 1973, KALDERON 1983, BARDELL 2004). Ebben szerepel mikroszkópjának rajza is, amelyhez a fényt olajmécses szolgáltatja, amit egy vízzel teli, gömbölyű lombik és egy plánkonvex lencse gyűjtött egy pontba (2. ábra) (HOOKE 1665). Hooke kortársa, a holland amatőr zoológus, Antonie van Leeuwenhoek egy sokáig megfjetlen módszerrel készített, különleges lencsével korszakában egyedülállóan nagy nagyítású (266-szoros), egylencsés, átvilágító, rendkívül egyszerű mikroszkópot gyártott nagy mennyiségben (BOLT et al. 2018). Ezekkel korszakalkotó mikrobiológiai megfigyeléseket tett, de nem tudományos céllal (VAN ZUYLEN 1981, RADNAI 2011). Marcello Malpighi itáliai orvosprofesszor pedig a mikroszkóp segítségével értékes felismerésekhez jutott a biológia és anatómia területén (WEST 2013). Johan és Samuel von Musschenbroek nevéhez is több technikai újítás fűződik, az egyik a gömbcsuklókkal mozgatható mintatartó kar (BRADBURY 1967, 1968). John Cuff pedig 1730 és 1745 között megépítette kora legnépszerűbb, stabil talapzattal rendelkező mikroszkópjait (HANSEN et al. 1974).

1846-ban Matthias Schleiden kutató meggyőzte Carl Zeiss jénai vállalkozót a mikroszkóp technológiájának továbbfejlesztéséről. Zeiss szerződtette a fiatal Ernst Abbé kutatót, akinek működése nagy ugrást jelentett a mikroszkóp teljesítőképességében (3. ábra). Így Zeiss mikroszkópgyártó műhelyével született meg a későbbi Zeiss Optikai Művek (WIMMER 2017, GERHARD 2021; http3).



2. ábra. Robert Hooke mikroszkópja (http7)

Figure 2. Robert Hooke's microscope. From Scheme I. of his *Micrographia* (1665) (http7)



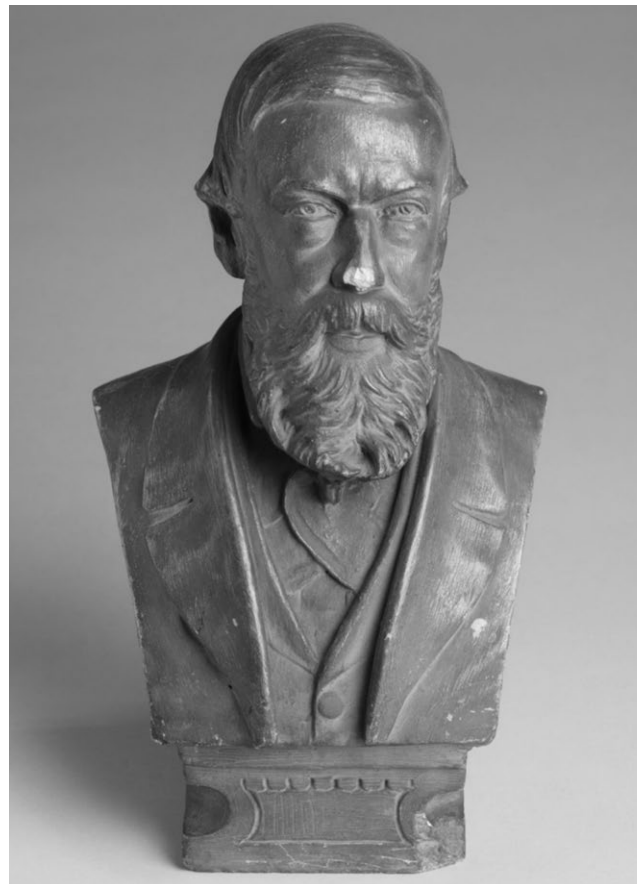
3. ábra. Az 1875-ös Zeiss mikroszkóp (balra) (<http8>) és Ernst ABBE (jobbra) (<http9>)
 Figure 3. Zeiss microscope from 1875 (left) (<http8>) and Ernst ABBE (right) (<http9>)

Vékony fametszeteket mikroszkópi vizsgálathoz már az 1700-as évek vége felé készítettek (HILL 1770), ásványmetszetek korai, akár 1819 előtti készítéséről William Nicol skót geológus és fizikus, a Nicol-prizma feltalálója tudósít (NICOL 1834). Cikkében megemlíti, hogy a vékonycsiszolat készítésének módszerét George Sandersontól tanulta (FALCON-LANG & DIGRIUS 2014). Elsőként Nicol készített fosszíliaiból vékonycsiszolatot, és ő alkalmazott vizsgálatukhoz polarizált fényvel működő, átvilágító mikroszkópot (uott). Kőzetminták vékonycsiszolatos vizsgálati módszeréről először Henry Clifton Sorby értekezik (SORBY 1851, JUDD 1908). Az ő kutatásait David Forbes kémikus és mineralógus támogatta és védte meg személyét az új módszer ellenlábasaival szemben (WORLEY 2009, FALCON-LANG & DIGRIUS 2014, FORBES 1867, KERBEY 2013, PETERSON 2009). Nem sokkal később ez a módszer elindult hódító útjára (MIDDLETON 2003, <http2>).

Szabó József és a mikroszkóp

Selmezbányai akadémiai tanulmányai után Szabó József 1846-ban kezdte meg hivatalos működését. 1848-ban, egy sikertelen tanszéki pályázatot követően Kossuth Lajos pénzügyminisztériumának bányászati osztályán segédfogalmazó, majd salétromfelügyelő lett. A szabadságharc után, 1850–1855 között a Pesti Tudományegyetem Ásványtani Tanszékén helyettes tanár, majd 1855-től először a Budai Állami Főreál Iskola, később, 1858-tól a Pesti Kereskedelmi Akadémia tanára lett (KOCH 1895, BRICHT 1896, VADÁSZ 1970, PAPP & BUDA 2003).

1858-ig a magyar geológusok kutatásaikat, kőzettani tanulmányaikat – akárcsak Szabó – makroszkóposan, azaz szabad szemmel vagy egyszerű kézi nagyítóval, azaz lúpeval végezték. Így tett Hantken Miksa és Szabó József is, amikor bejárták a baróti Ördögkő környékét, és kőületeket gyűjtöttek. Szabó tudta, hogy Hantken Dorogon dolgozik, erről Hantken 1871-es könyvéből értesülünk (HANTKEN 1871). A mikroszkópos vizsgálat lehetősége 1859-ben merült fel, amikor Szabó tudomást szerzett arról, hogy Angliában, Sheffieldben egy gazdag szerszámkészítő iparos fia, Sorby (4. ábra) már jó egy évtizede alkalmazza a mikroszkópot vékony lemezekre csiszolt drágakövek és kőzetek vizsgálatához (JUDD 1908, WORLEY 2009, FALCON-LANG & DIGRIUS 2014).



4. ábra. Henry Clifton Sorby portréja (<http10>)
 Figure 4. Portrait of Henry Clifton Sorby (<http10>)

A mikroszkóp használatának elterjedése hazánkban és Európában

1852-től Hantken Miksa bányatisztet a dorogi bányászatonál alkalmazták. Itt találkozott Zsigmondy Vilmosmal, volt selmecebányai akadémiai társával, aki a gr. Sándor Móric tulajdonában lévő annavölgyi szénbánya vezetője volt. Hantken felismerte, hogy a vetődéssel zavart széntelep folytatását csak akkor találhatja meg, ha a vidék földtani viszonyait részletesebben analizálja. Ez indította a széntelep azonosítására felhasználható puhatestűek és foraminiferák tanulmányozására (HANTKEN 1871). Kezdetben valószínűleg nem használt még mikroszkópot, de nem sokkal később már rendszeresen dolgozott vele, többek között az alábbi idézetek tanúsága szerint, amelyek foraminiferák határozásáról szólnak: 1. „... de még is a legnagyobb részhez górcső szükségeltetik.” (HANTKEN 1861), 2. „... azoknak legnagyobb részét csak a microscop segítségével észlelhetni.” (HANTKEN 1867), 3. „... igen kicsinyek s ennél fogva csak tetemes nagyítás mellett kivehető, ...” (HANTKEN, 1868), 4. „Ezen 13 foraminifera ... is kivehető... úgy hogy górcső nélkül is a legtöbb esetben meg lehet határozni:...” (HANTKEN 1868). Hantken felfedezte a foraminiferák szintjelző szerepét, és a tudomány ezen területén világhírű szaktekintré vált (DERSZIB 1962).

A szakirodalomból ismeretes az a vélemény – melyet az idősebb generációtól vettek át az utódok – hogy „Hantken kutatásait Szabó József is felkarolta és 1858-ban mikroszkópot is kapott tőle” (MAJZON 1962). Ezt a tényt maga Hantken közölte 1871-ben megjelent könyvében (HANTKEN 1871, PAPP & BUDA 2003) az alábbiak szerint: „Mind ezek a vizsgálatok 1858 és 1859-ben történtek meg és csak azáltal lettek lehetségesek, hogy Szabó József akkoriban a pesti kereskedelmi akadémia igazgatója (akkor még csak tanára, 1859/60-ban társigazgatója, 1860-tól igazgatója: a szerző [KOCH 1895]), ki a legnagyobb figyelemmel kísérte vizsgálódásaim eredményét, egy górcső megszerzéséről gondoskodott, melyet rendelkezésemre bocsátott.” Sajnos az utódok közül senki nem nézett utána az események pontosításának. Ugyanis Szabó József 1858-ban, mikor már a Budai Állami Főreáliskola és a Pesti Kereskedelmi Akadémia rendes tanára volt, értesülhetett Sorby működéséről (VENDL 1926) és az általa használt mikroszkópról. Végül Hantken szerint a fentebb említett vizsgálatokra az 1858–1859. évben került sor, s ha kapott volna is mikroszkópot Szabótól, akkor sem használhatta volna sokáig, mert Hantken 1858-ban hagyta el a dorogi szénmedencét. Számos cikkből (VADÁSZ 1970, DERSZIB 1962, INKEY 1895) van tudomásunk arról, hogy Hantken 1858-ban Dorogról Pestre kerülve a Duna jobb parti zugában elterülő hegység földtani felvételével és őslénytanai kutatásokkal foglalkozott. Meg kell azonban azt is jegyezni, hogy Hantken szoros együttműködésben dolgozott Victor Leopold von Zepharovich osztrák geológussal, és közös munkájukban említik, hogy M. Obermayer Thomas-roithból származó mintáit mikroszkópi vizsgálathoz készítették elő (HANTKEN 1853).

Szabó József kezdettől fogva figyelemmel kísérte ezeket a vizsgálati módszereket. Erre utal későbbi levelezésének

tanúsága is. SZÁDECZKY-KARDOSS (1961) erről így ír: „Sorby 1862-ben rajnai utazása közben megismerkedik a porosz bányaiskola nemrég végzett tanítványával, Zirkellel, akinek sokat beszél a mikroszkóp ásványtani alkalmazásáról, és megmutatja néhány magával hozott csiszolatát; elmagyarázva annak készítési módját. [...] Ettől kezdve a kőzetleírásban Zirkel a mikroszkópot rendszeresen alkalmazza...”. Abban az évben Zirkel Bécsbe ment, ahol a Birodalmi Geológiai Intézet kémiai laboratóriumában Hauer Károly mellett dolgozott (WALSH & DAMOMMIO 2013, http2).

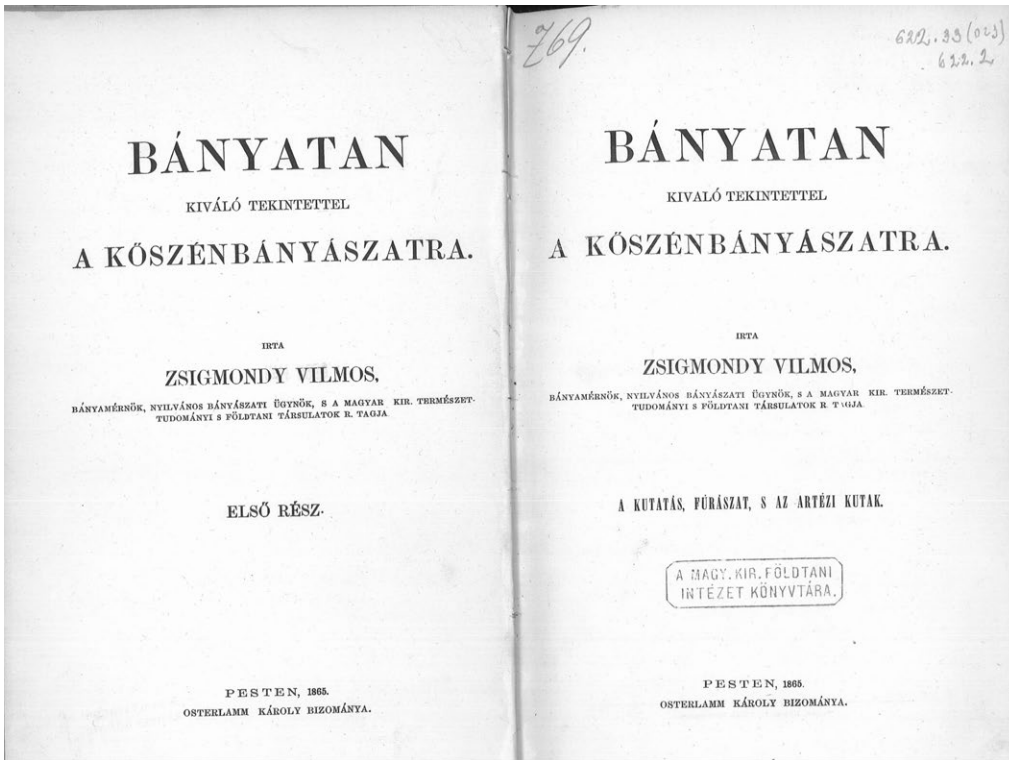
A mikroszkópos vizsgálatokat többek között Ferdinand Zirkel (5. ábra) fejlesztette tovább (ZIRKEL 1866), aki ebben az időszakban a Lembergi Egyetem professzora volt (EBERSPACHER et al. 2015, http2, http5). 1863-ban Szabó József ismereteinek és céljainak megfelelően kezdte meg a legkorosabb kutatási módszerek alkalmazását és fejlesztését. Szabó az elsők között ismerte fel a mikroszkópia jelentőségét a kőzethatározásokban (Szádeczky-Kardoss 1961). A hazai szakirodalomban a „górcső” elnevezéssel legkorábban Hantken több művében (lásd fent HANTKEN 1861, 1868) és Zsigmondy 1865-ben megjelent *Bányatanában* találkozunk (6. ábra), amidőn így ír: „A fűrvég kőzetének – onnan nyert szilárd darabok alapjani – meghatározása kevés nehézséggel jár, míg ellenben annak iszapja utáni megállapítása a legóvatosabb eljárást kívánja meg. Vegytani segéd-eszközökön kívül mindég a górcső is alkalmazandó...” (ZSIGMONDY 1865).

Szabó József Zirkel mellett tudomást szerzett mindazokról, akik a mikroszkópnak, mint az új módszer alkalmazásának művelői voltak. Ilyen volt például Zirkel sógora,



5. ábra. Ferdinand Zirkel professzor (http11)

Figure 5. Professor Ferdinand Zirkel (http11)



6. ábra. Zsigmondy *Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra* c. könyvének címlapja

Figure 6. Title page of the book Zsigmondy (1865)

Hans Vogelsang tanár Hollandiában, aki a kőzettanban a görcső hármass feladatát – KOCH (1870) munkájából szó szerint idézve – az alábbiak szerint definiálta: „A görcsői kőzettan föladata lényegben véve kettős: először, az egyes elegyrészek pontosabb megismerése és jelénnyezése (Charakteristik), és másodsor, a kőzetek görcsői szerkezetének, azaz, az elegyrészek egymás iránt való viszonylagos elhelyezésének kipuhatólása. Ennek nyomán következtetni lehet: először, az egyes összetevő ásványok kiképződésmódjára és azon másodlagos változásokra, melyeknek alávetve voltak; másodsor, az elegyrészek együttes kiképződésére (paragenesis); harmadsor, a kőzettömeg alakai és anyagi képződésmódjára.”

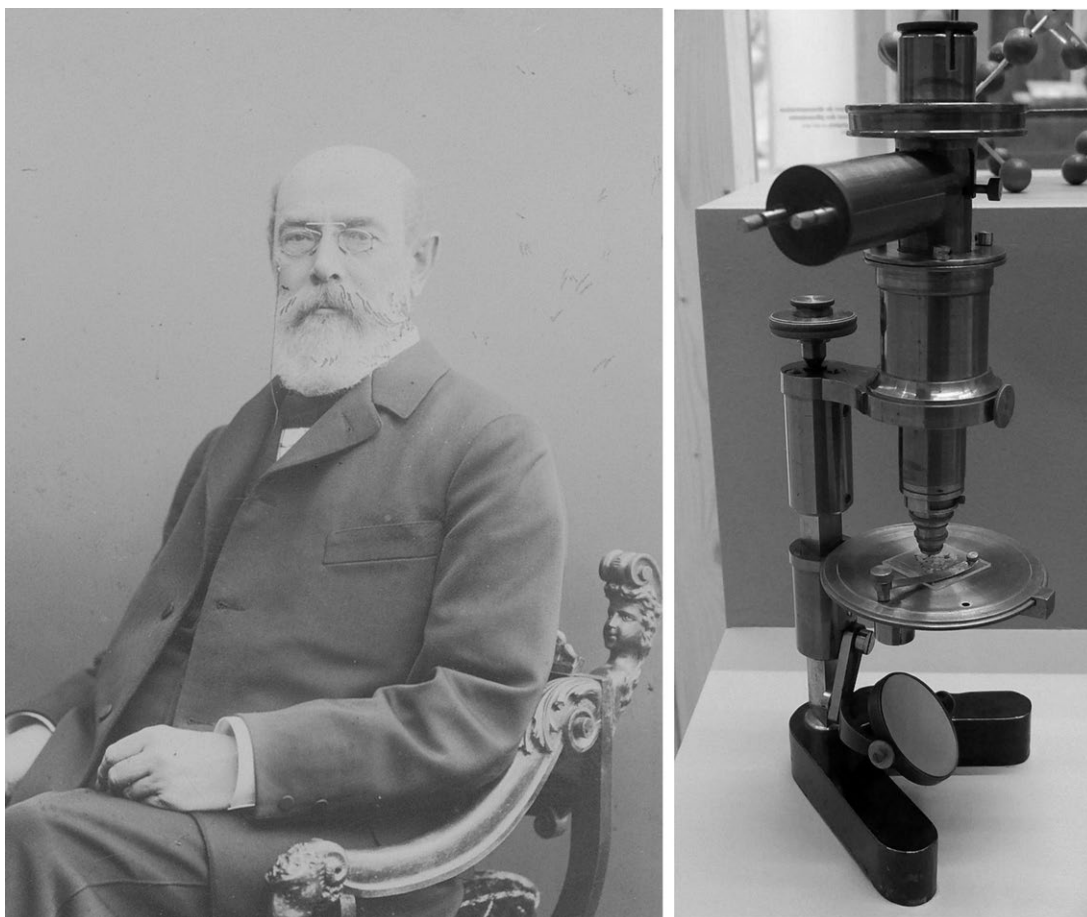
Vogelsangon kívül Freiburgban, a badeni nagyhercegségben élő Heinrich Fischer egyetemi tanár szintén az első művelők közé tartozott. 1868 és 1873 között jelentette meg eredményeit *Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien* című kötetében (pl. FISCHER 1869). Szabó hozzá fordult levélben és kérte, hogy közölje vele eljárását. Hosszú válaszában Fischer nemcsak részletesen leírta a mikroszkóp használatát, hanem rajzokkal is ellátta a vékonycsiszolatok készítésének és vizsgálatának módját. Feltehető, hogy Szabó megszerezte az említett Fischer-kiadványokat. Fischer levele alapján Szabó így írt: „... rám nézve emlékezetes az okirat, mert annak alapján lett az új módszer ápolása megindítva a vezetésem alatt álló ásvány- és kőzettani egyetemi intézetben, s azóta itt is megvan a tudomány előbbre vitelére szolgáló munkálkodás honosítva ...” (SZABÓ 1881). Ez alapján megállapíthatjuk, hogy a kőzetelemek csiszolását és mikroszkópiái vizsgálatát nemcsak maga sajátította el, ha-

nem egyetemi oktatás tárgyává is tette.

Szabó József az általa használt hagyományos (Bunsen-féle) mód szer alkalmazása (Szádeczky-Kardoss 1961) mellett nem hanyagolta el a kőzetmikroszkópiát, de azt sem, hogy ennek elterjedéséről rendszeresen tájékoztasson. Igyekezett megszerezni az irodalomban megjelenő eredményeket, a csiszolatok készítésének leírását, így Zirkel és Karl Heinrich Ferdinand Rosenbusch petrográfiai szakkönyveit is (JUDD 1914; ZIRKEL 1866; FISCHER, 1869; ROSENBUSCH, 1873, 1877) (7. ábra). Ám a könyvek nem voltak elégségesek a mikroszkópiái ismeretek teljes elsajátításához, hiszen ehhez alkalmas csiszolatgyűjtemények és mikroszkópok is kellenek.

Heinrich Ludwig Fuess mechanikus és optikus vékonycsiszolatok gyártására vállalkozott, melyeket páratlan tökéletességgel dolgozott fel mikroszkópjával (EBERSPÄCHER et al. 2015). Fuess Szabót kérte fel egy magyarországi kőzetgyűjtemény összeállítására, melynek ő eleget is tett (SZABÓ 1876). Eközben Szabó a francia Ferdinand André Fouqué professzor és Auguste Michel-Lévy mérnök neveivel is megismerkedett. Érdeklődött a legújabb és legjobb mikroszkópokról, és igyekezett azokat a pénzügyi nehézségek ellenére is beszerezni.

Zsigmondy a városligeti fúrás befejezése után, 1878-ban adta ki a *A városligeti artézi kút Budapestben* című könyvét, amelyben a mikroszkóppal kapcsolatban közölte, hogy a városligeti fúrás alkalmával a föld mélyéről kikerült furadékanyagot maga vizsgálta. Ahogy írta: „... a fúróiszap napon-ta ki lett mosva, és ennek maradéka általam a görcső alatt meg lett vizsgálva a fúrás kezdetétől annak bevégeztéig” (ZSIGMONDY 1878). Honnan volt Zsigmondynak már 1868 novemberében – a fúrás megkezdésekor – mikroszkópja, és kitől kaphatta azt? A „bevégeztéig” kifejezés ellentmond Böckh János Zsigmondy-életrajzának: „... Ezt a műveletet (a görcsővezést) egészen 1876-ig végezte, mikor súlyos és fájdalmas szembaja bal szeme látásától meg nem fosztotta.” (BÖCKH 1890). Hogy Zsigmondy használta a mikroszkópot, bizonyítja a *Magyarország és a Nagyvilág* egyik újságírója, „Porzó” alias Ágai Rudolf, aki a fúrásnál található „földkéreg leletekről” így tájékoztattott: „David ur, a vállalatnak kilencz év óta ép oly képzett mint lelkes vezetője, egy szippa-



7. ábra. Karl Heinrich Rosenbusch geológus (balra) és mikroszkópja (jobbra) (http12)
 Figure 7. Karl Heinrich Rosenbusch geologist (left) and his microscope (right) (http12)

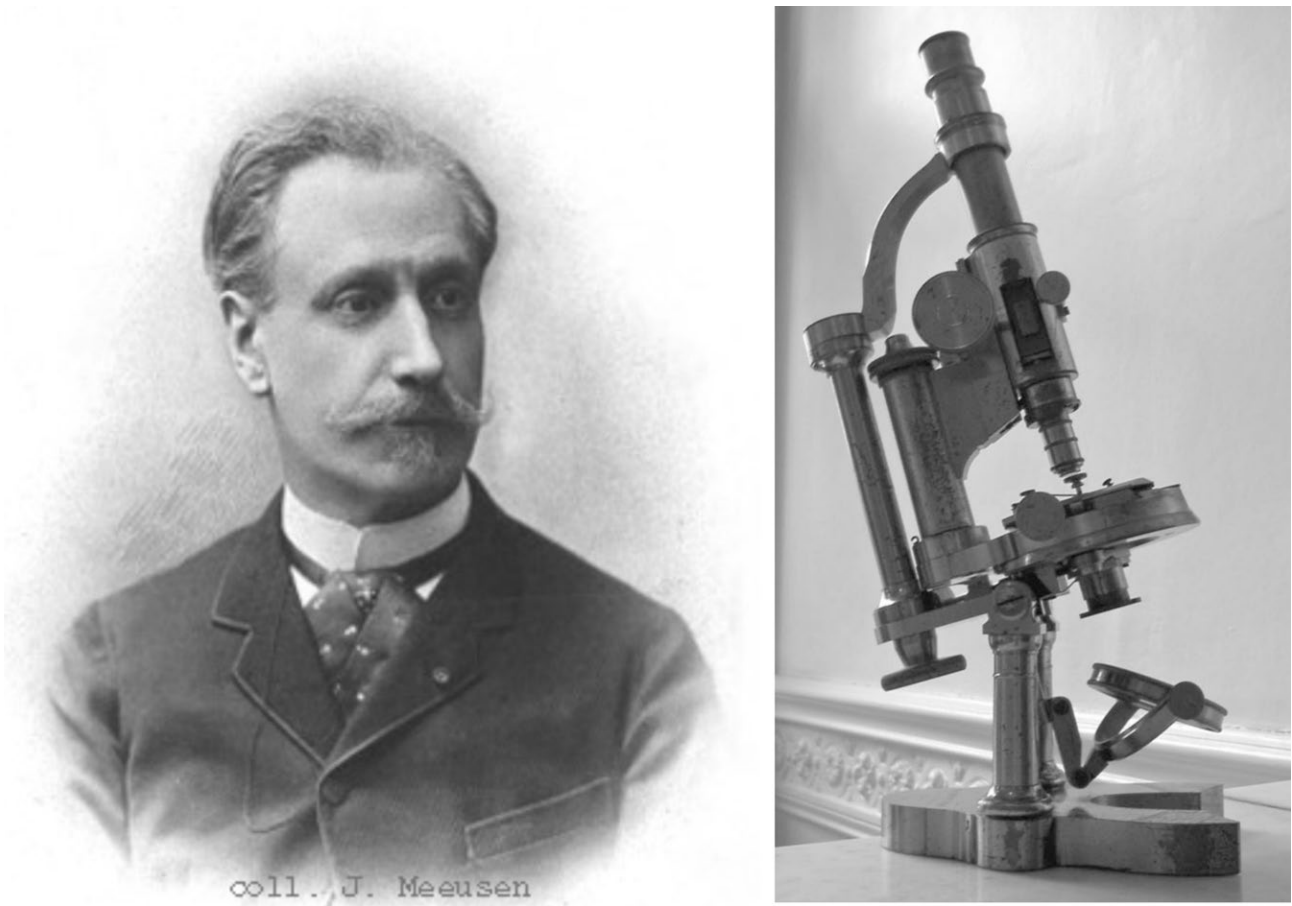
natnyi fővenyt illeszt az objectiv lenszéje alá, s ha a felső végén (ocular) benézesz...kagylók halmazát látod, szép rovatkos külsővel...Minden egyes fordulón (egy fűrőrúd hossza [a szerző]) ásatagjából legott egy maréknyit tettek fére, hogy belőle meghatározzák, a mélységes talajnak milyen volt a faunája és flórája, állat- és növény-élete akkor, amidőn e mikroszkopikus állatkákat és növénykéket még a nap sütötte, a levegő legyezte s a tenger himbálta. ” (ÁGAI 1878).

A mikroszkópot, mint láttuk, először leginkább biológiai megfigyelésekhez alkalmazták, a kőzetek tanulmányozásához célirányosan továbbfejlesztett berendezésekre volt szükség. Sokan ezért tovább változtattak az eszközön. Ezt elsőként 1876-ban Ludwig Rudolf Fuess tette meg Rosenbusch tanár terve alapján (http4). A Fuess-féle javítások során felmerült hibák kiigazítása a párizsi Alfred Nachet optikusra várt, aki apja műhelyében vált szakemberré, és annak támogatásával dolgozta ki mikroszkópiai elképzeléseit. Számos szabadalom után, 1870 végén Nachet egy újfajta polarizáló mikroszkópot tervezett (MEEUSEN 2008). Szabó József az 1878. évi párizsi világiállításon ismerkedett meg Nachettel, és előzetes megbeszélések után egy mikroszkópot rendelt tőle – talán olyat, amilyen itt látható (8. ábra). Ez a továbbfejlesztett eszköz 1879 nyarán készült el, és maga Nachet akarta elvinni Szabó Józsefnek. Karlsruheig jutott, de onnan „visszatelegrafál-

ták”, így levél kíséretében küldte el a mikroszkópot (SZABÓ 1881).

Szabó József 1880. január 21-én előadást tartott a Természettudományi Társulat estjén *A mikroszkóp a geológiában* címmel. Röviden körvonalazta a mikroszkóp jelentőségét, és ismertette, hogy minden összetett kristályos kőzet behatóbb tanulmányozására alkalmas, de használható egyszerű kőzeteknél is. Felhívta a figyelmet, hogy a mikroszkópot alkalmazzák már Németország mellett Franciaországban is. Megemlítette, hogy ugyanazon évben jelent meg egy fontos tanulmány dr. Thanhoffer Lajos orvos, egyetemi tanártól *A mikroszkóp alkalmazása* címmel, melyet az általános szövettani technika vezérfonalának szántak orvosok és egyetemi hallgatók használatára (THANHOFFER 1880). Mindezekről Szabó az 1881-ben, *A mikroszkóp a geológiában* címmel megjelent munkájában írt. Zárószavában így foglalta össze céljait: „...a tudománybarátoknak be akartam mutatni egy olyan nemét a szellemi foglalkozásnak, mely akár barátcellában, vagy pusztán magányban is gyakorolható” (SZABÓ 1881).

Szabó József az 1882. márciusi válaszmányi ülésen bemutatott két új mikroszkópot. Az egyik Reichert bécsi optikus gyárából származott, a másik göröcső a Nachet-től kapott volt. Részletesen ismertette a két eszköz szerkezeti felépítését, és közölte az árakat is. Az első 220 ft., a

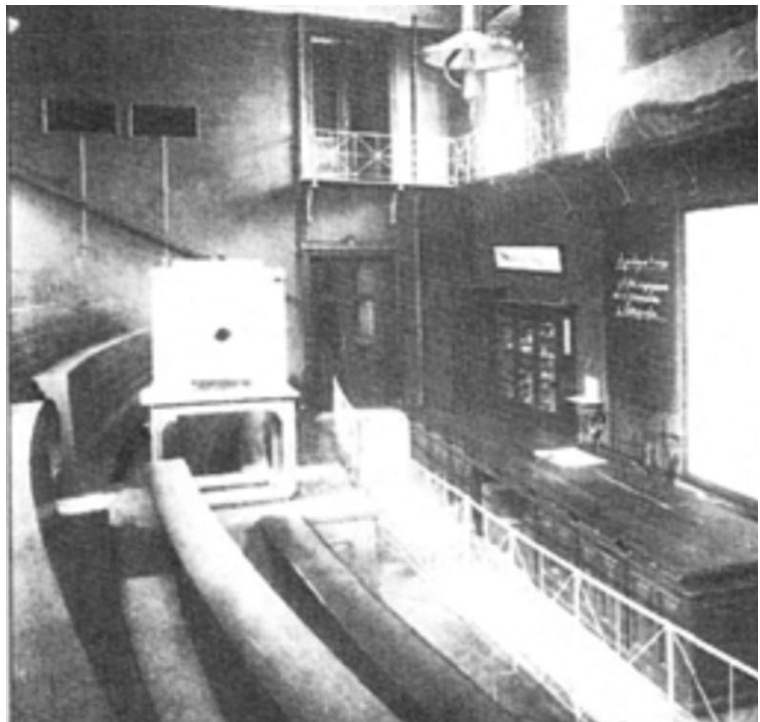


8. ábra. Alfred Nachet optikus balra és polarizáló mikroszkópja jobbra

Figure 8. Alfred Nachet optics (left) (<http13>) and his polarized optical microscope (right) (<http14>)

második 1200 frank volt. Szabó a tanszék fejlesztése céljából – amikor 1886-ban már átköltöztek a Múzeum körüli új, az ún. természettajzi épületbe – számos laboratóriumot rendezett be. Így hat szobában többek között mikroszkópiai vizsgálatok is folytak. Az intézet korszerű műszereket vásárolt, 1886-ban 11 db. Leitz-féle polarizációs mikroszkóppal rendelkezett a tanszék, és ezeken történt az ásványtani–kőzettani gyakorlatok oktatása. Előadásai során 1889-től a maga korában csúcstechnológiát képviselő demonstrációs berendezést, egy akkumulátoros, ívfényes, kivetítő mikroszkópot is alkalmazott (9. ábra).

Szabó József a 19. század magyar földtudományának egyik legelső külföldön is elismert geológus-természettudósa, a hegységek, kőzetek és ásványok hivatott kutatója volt. Nagy felkészültsége tette lehetővé, hogy munkái a földtani vizsgálat korszerű módszereinek és eszközeinek ismerete és alkalmazása által hazai és külföldi viszonylatban is úttörők voltak (SZÁDECZKY-KARDOSS 1961, HÁLA & ROMSICS 2003).



9. ábra. Az akkumulátoros, ívfényes, kivetítő mikroszkóp

Figure 9. Projection microscope illuminated by a battery-operated arc lamp

Irodalom – References

- ÁGAI R. („Porzó”) 1878: Karlsbad Budapesten. – *Magyarország és a Nagyvilág* (1878. V. 28.) **21**, 330–331.
- BACON, R. 1267: *Opus Majus*. – angol fordítása: BURKE, R. B. 1962, Russell and Russell, New York, 574 p.
- BALL, C. S. 1966: The Early History of the Compound Microscope. – *Bios* **37/2**, 51–60.
- BARDELL, D. 1986: The first practical application of optical magnification. – *The Physics Teacher* **24**, p. 202. <https://doi.org/10.1119/1.2341984>
- BARDELL, D. 2004: The Invention of the Microscope. – *Bios* **75/2**, 78–84. <https://www.jstor.org/stable/4608700>
- BARKER, W. B. 1930: Lens work of the ancients II: The Nineveh lens. – *British Journal of Physiological Optics* **4**, 4–6.
- BARTHA L. ifj. 1993: Csillagászat-történet. Ki készítette az első távcsövet? – *Meteor* **1993/3**, 39–43.
- BEDINI, S. A. 1967: The instruments of Galileo Galilei. – In: McMULLIN, E. (ed.): *Galileo, man of science*. Basic Books, New York, 257–292.
- BOLT, M., COCQUYT, T. & KOREY, M. 2018: Johannes Hudde and His Flameworked Microscope Lenses. – *Journal of Glass Studies*, **60**, 207–222. <https://www.jstor.org/stable/26678014>
- BÖCKH J. 1890: Zsigmondy Vilmos (1821–1888). – *Földtani Közlöny* **22/8–10**, 257–366.
- BRADBURY, S. 1967: *The Evolution of the Microscope*. – Pergamon Press, Oxford, New York, 357 p.
- BRADBURY, S. 1968: *The microscope: past and present*. – Pergamon Press Oxford, New York, 272 p.
- BRIGHT L. 1896: *A Budapesti Kereskedelmi Akadémia története alapításától 1895-ig*. – Singer és Wolfner könyvkereskedők bizománya, Budapest, 305. p. <https://mek.oszk.hu/15300/15351/15351.pdf>
- DAVIDSON, M. 2009: Pioneers in Optics: Zacharias Janssen and Johannes Kepler. – *Microscopy Today* **17/6**, 44–47. <https://doi.org/10.1017/S1551929509991052>
- DERSZIB J. 1962: Megemlékezés Hantken Miksáról. – *Bányászati Lapok* **1962/7**, 489–493.
- DOVER, K. J. 1970: *Aristophanes: Clouds*. – Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780198143956.book.1>
- ENOCH, J. M. 1998: Ancient lenses in art and sculpture and the objects viewed through them, dating back 4500 years. – In: ROGOWITZ, B. & PAPPAS, T. (eds): *Human Vision and Electronic Imaging III*, San Jose, CA, Proceedings SPIE 3299, 424–430.
- ENOCH, J. M. 2000: In Search of the Earliest Known Lenses (Dating Back 4500 Years). – In: FOTAKIS, C., PAPAZOGLU, T. G. & KALPOUZOS, C. (eds): *Optics and Lasers in Biomedicine and Culture. Series of the International Society on Optics Within Life Sciences*. **5**, Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-56965-4_1
- EBERSPÄCHER, S., LANGE, J.-M., ZAUN, J., KEHRER, C. & HEIDE, G. 2015: The Historical Collection of Rock Thin Sections at the Technische Universität Bergakademie Freiberg and Evaluation of Digitization Methods. – <https://www.researchgate.net/publication/273118591e> (elérés: 2023. 02. 27.)
- FALCON-LANG, H. J. & DIGRIUS, D. M. 2014: Paleobotany under microscope: history of the invention and widespread adoption of the petrographic thin section technique. – *Quekett Journal of Microscopy* **42**, 253–280.
- FISCHER, H. 1869: *Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien*. – Universitäts-Buchhandlung von C. Troemer. Új kiadása: Nabu Press, Germany, 2010, 242 p.
- FORBES, D. 1867: *The Microscope in Geology*. – Popular Science Review, 355–368.
- GERHARD, C. 2021: On the History, Presence, and Future of Optics Manufacturing. – *Micromachines* **12**, p. 675. <https://doi.org/10.3390/mi12060675>
- HÁLA J. & ROMSICS I. (szerk.) 2003: „A legnagyobb magyar geológus”, Szabó József emlékkönyv. – *Kalocsai Múzeumi Értekezések* **8**, 160 p.
- HANSEN, S., SCHRADER, W. A. Jr. & COWAN, W. R. 1974: *The Billings Microscope Collection of the Medical Museum Armed Forces Institute of Pathology*. – Armed Forces Institute of Pathology, Washington, 286 p.
- HANTKEN, M. 1853: Petrefacten aus den Graner Braunkohlen Gebilden. – In: VON ZEPHAROVICH, V. R. 1853: Verzeichniss der an die k. k. geologische Reichsanstalt gelagten Einsendungen von Mineralien, Gebirgsarten, Petrefacten u. s. w. – *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt, Wien* **IV/XII**, 403–405. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/191537>
- HANTKEN M. 1861: Geológiai tanulmányok Buda s Tata között. (Studia Geologica partis plágae Buda-Tataiensis). – *Mathematikai s Természettudományi Közlemények* **I**, 213–278.
- HANTKEN M. 1867: Az ipolysághi tállyag microscopi faunája. – *A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai* **3**, 86–89.
- HANTKEN M. 1868: A kis-czelli tállyag foraminiferái. – *A Magyarhoni Földtani Társulat munkálatai* **4**, 75–96.
- HANTKEN M. 1871: Az esztergomi barnaszénterület földtani viszonyai. – *M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve* **I/1**, 3–140.
- HILL, J. 1770: *The Construction of Timber, from its early growth; Explained by Microscope, and proven from Experiments, in a great Variety of Kinds*. – Baldwin, London, 273 p.
- HOOKE, R. 1665: *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon*. – Martyn, and Ja. Allestry, London, Jo. 384 p.
- INKEY B. 1895: Szabó József emlékezete. – *Akadémiai Értesítő* **6/8**, 449–464.
- JUDD, J. 1908: I.—Henry Clifton Sorby, and the Birth of Microscopical Petrology. – *Geological Magazine*, **5(5)**, 193–204. <https://doi.org/10.1017/S0016756800121909>
- JUDD, J. W. 1914: Geheimrath Prof. Karl Harry Ferdinand Rosenbusch. – *Geological Magazine* **51**, 140–141.
- KALDERON, A. E. 1983: The evolution of microscope design from its invention to the present days. – *American Journal of Surgical Pathology* **7**, 95–102.
- KERBEY, H. C. 2013: David Forbes F.R.S. 1828–1876: a chemist and mineralogist who advocated for thin section microscopy. – *The Geological Curator* **9–10**, 515–527.
- KING, H. C. 2003: *The History of the Telescope*. – Courier Corporation, 246 p.
- KOCH A. 1870: A göröcső alkalmazása a közzetanban. – *Értekezések a Természettudományok köréből* **I/17**, 1–44.

- KOCH A. 1895: Szabó József (1822–1981). – *Földtani Közlöny* **25/9–10**, 273–302.
- KRISS, T. C. & KRISS, V. M. 1998: History of the Operating Microscope: From Magnifying Glass to Micro neurosurgery. – *Neurosurgery* **42/4**, 899–907. <https://doi.org/10.1097/00006123-199804000-00116>. PMID 9574655.
- LAYARD, A. H. 1853: *Discoveries in the ruins of Nineveh and Babylon: with travels in Armenia*. – G. P. Putnam and Co., 197–198
- MAJZON L. 1962: Hantken Miksa emlékezete. – *Földtani Közlöny* **92/3**, 258–267.
- MEEUSEN, J. 2008: In memoriam: Alfred Nachet (1831–1908). – https://www.meeusen.com/alfred_nachet/ (elérve: 2023. február 27.)
- MIDDLETON, G. V. 2003: Sir William Dawson: Early Contributions to Carbonate Petrology. – *Journal of Geoscience Education* **51/3**, 322–324. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-51.3.322>
- NADER EL-BIZRI 2005: A philosophical perspective on Alhazen's optics. – *Arabic Sciences and Philosophy* **15**, 189–218. <https://doi.org/10.1017/S0957423905000172>
- NASR, S. H. 1968. *Science and civilization in Islam*. – Harvard University Press, Cambridge, 384 p.
- NICOL, W. 1834: Observation of on the structure of recent and fossil coniferae. – *Edinburgh New Philosophical Journal* **16**, 310–314.
- PAPP G. & BUDA GY. 2003: Szabó József ásványtani oktatói és kutatói munkássága. – In: HÁLA J. & ROMSICS I. (szerk.): „A legnagyobb magyar geológus” Szabó József – emlékkönyv. *Kalocsai Múzeumi Értekezések* **8**, p. 160.
- PETERSON, S. E. & BETANCOURT, P. P. 2009: *Thin-Section Petrography of Ceramic Materials (Vol. 2)*. – INSTAP Academic Press. p. 27. <https://doi.org/10.2307/j.ctt3fgvbq>
- PURPLE, H. R. 1973: History of the microscope. – In: GRAY P. (ed.): *The Encyclopedia of Microscopy and Microtechnique*. New York, Van Nostrand Reinhold, 252–260.
- RADNAI Gy. 2011: A mikrovilág első felfedezői I. – *Fizikai Szemle* **2011/4**, 123–131.
- ROSENBUSCH, H. 1873: *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*. – E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), Stuttgart, 398 p.
- ROSENBUSCH, H. 1877: *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, 4 Vols., Band II., Massige gesteine*. – E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch), Stuttgart, 398 p.
- SEGAL, C. & DOVER, K. J. 1971: Aristophanes, Clouds. – *American Journal of Philology* **92/1**, p. 100.
- SENECA, L. A. 65: *Naturales quaestiones*, 1.6.5–7. Angol fordítás: CORCORAN, T. H. 1971: Harvard University Press, Cambridge, 297 p.
- SINES, G. & SAKELLARAKIS, Y. A. 1987: Lenses in Antiquity. – *American Journal of Archaeology* **91/2**, 191–196.
- SNELDERS, H. A. M. 2004: Drebbel, Cornelis (1572–1633), inventor and mechanical engineer. – Oxford Dictionary of National Biography, 1–4. <https://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-8044> (letöltve: 2023. 02. 26.)
- SORBY, H. C. 1851: On the microscopical structure of the calcareous grit of the Yorkshire coast. – *Quarterly Journal of the Geological Society*, 1–6.
- SZABÓ J. 1876: Magyarország és Serbia néhány jellegzetes vulkáni kőzetének mikroskopi tanulmányozása. – *Földtani Közlöny* **6/1**, 1–15.
- SZABÓ J. 1881: A mikroskóp a geológiában. – *Népszerű természettudományi előadások gyűjteménye* **4/29**, 189–222.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1961: Szabó József, az ásvány- és kőzettudós. – *Földtani Közlöny* **91/3**, 251–263.
- THANHOFFER L. 1880: *A mikroszkóp és alkalmazása*. – A szerző kiadása, Budapest, 370 p.
- VADÁSZ E. 1970: *Szabó József*. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- VAN HELDEN, A., DUPRÉ, S., VAN GENT, R. H. & ZUIDERVAART, H. J. (eds) 2011: The Origins of the Telescope. – *History of Science and Scholarship of the Netherlands* **12**, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW), Amsterdam, University Press, 368 p.
- VENDL A. 1926: *A M. Tud. Akadémia tagjainak hatása az ásványtan és kőzetan fejlődésére hazánkban*. – MTA kiadása, Budapest, 1–21.
- WALSH, K. & DAMOMMIO, A. 2013: History and recent developments in the visual presentation of optical microscopy. – <https://www.researchgate.net/publication/322103878> (elérve 2023. 02. 27.)
- WEST, J. B. 2013: Marcello Malpighi and the discovery of the pulmonary capillaries and alveoli. – *American Journal of Physiology. Lung Cellular and Molecular Physiology* **304/6**, 383–390. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00016.2013>
- WIMMER, W. 2017: Carl Zeiss, Ernst Abbe, and Advances in the Light Microscope. – *Microscopy Today* **25/4**, 50–57. <https://doi.org/10.1017/S155192951700058X>
- WORLEY, N. 2009: Henry Clifton Sorby (1826–1908) and the development of thin section petrography in Sheffield. – In: QUINN, P. S. (ed.): *Interpreting Silent Artefacts*. Archeopress Archeology, Oxford, 1–9.
- ZIRKEL, F. 1866: *Lehrbuch der Petrographie*. – Új kiadása: Wentworth Press, Germany, 2018, 645 p.
- ZUYLEN, J. VAN 1981: The microscopes of Antoni van Leeuwenhoek. – *Journal of Microscopy* **121/3**, 309–328. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.1981.tb01227.x>.
- ZSIGMONDY V. 1865: *Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra*. – Budapest, 183 p.
- ZSIGMONDY V. 1878: *A városligeti artézi kút Budapesten*. – Légrády testvérek, Budapest.

Internetes hivatkozások

- http1: Magyar etimológiai szótár: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-magyar-etimologiai-szotar-F14D3/>
- http2: Ferdinand Zirkel German geologist. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Ferdinand-Zirkel> (elérve: 2023. 02. 27.)
- http3: <https://www.zeiss.com/corporate/int/about-zeiss/history/technological-milestones/microscopy.html>
- http4: Karl Heinrich Ferdinand Rosenbusch. <https://www.britannica.com/biography/Karl-Heinrich-Ferdinand-Rosenbusch> (elérve: 2023. 02. 27.)

- http5: Ferdinand Zirkel. – https://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Zirkel /1/ http3: A mikroszkóp története. <https://light-microscope.net/hu/a-mikroszkop-toertenete/> (elérve: 2023. 02. 27.)
- http6: https://en.wikipedia.org/wiki/Nimrud_lens#/media/File:Nimrud_lens_British_Museum.jpg (elérve: 2023. 03. 05.)
- http7: <https://scolarcardiff.files.wordpress.com/2012/08/p1190259-e1346165421961.jpg> (elérve: 2023. 03. 05.)
- http8: (<https://www.cambridge.org/core/journals/microscopy-today/article/carl-zeiss-ernst-abbe-and-advances-in-the-light-microscope/AB7931A055A6AA1399E3DD731DDAC960>) (elérve: 2023. 03. 05.)
- http9: <https://analyticalscience.wiley.com/doi/10.1002/was.0004000199> (elérve: 2023. 03. 05.)
- http10: <https://artuk.org/discover/artworks/henry-clifton-sorby-18261908-lld-frs-259113> (elérve: 2023. 03. 05.)
- http11: https://en.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Zirkel#/media/File:Ferdinand_Zirkel_1838-1912.jpg (elérve: 2023. 03. 05.)
- http12: https://de.wikipedia.org/wiki/Karl_Heinrich_Rosenbusch (elérve: 2023. 03. 05.)
- http13: https://www.meeusen.com/alfred_nachet/ (elérve: 2023. 03. 05.)
- http14: https://www.mineralogy.eu/optical/microscopes/Nachet_nonumber.html

Kézirat beérkezett: 2020. 10. 12.