

**Activities of volcanist and neptunist
'natural philosophers' and their observations in the
Tokaj Mountains (NE Hungary)
in the late 18th century (Johann Ehrenreich von
FICHTEL, Robert TOWNSON and Jens ESMARK)**

*Vulkanista és neptunista természetbúvárok tevékenysége és tokaji-
hegységi megfigyelései a XVIII. század végén
(Johann Ehrenreich von FICHTEL, Robert TOWNSON és Jens ESMARK)*

Péter RÓZSA¹, Miklós KÁZMÉR², Gábor PAPP³

(5 figures)

Összefoglalás

Magyarország földtani megismerése a XVIII. század utolsó negyedében kezdődött el. BORN Ignác mellett további három kiváló tudós játszott ebben úttörő szerepet: Johann Ehrenreich von FICHTEL, Robert TOWNSON és Jens ESMARK.

Johann Ehrenreich von FICHTEL Pozsonyban született 1732-ben. Jogot tanult, de nyolcévnyi praktizálás után állami szolgálatba lépett. Főként Erdélyben hivatalnokoskodott, de két alkalommal (1762–68 és 1785–87) Bécsben vállalt állást. Természettudományt sohasem tanult egyetemi szinten, a Kárpátok geológiájával kapcsolatos átfogó ismeretei a hivatalos utazásain végzett terepi megfigyeléseinek alapultak. 1775-től tiszteletbeli tagja volt a berlini természettudományi társulatnak (Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin), 1781-től tagja volt a lipcsei Ökonomische Societätnek, később az 1786-ban Szklenón alapított Societät der Bergbaukündének is. Bécsben hunyt el 1795-ben.¹

Első könyve az 1780-ban megjelent *Beytrag zur Mineralgeschichte von Siebenbürgen* főként az erdélyi kőzetekkel foglalkozik. 1791-ben publikálja a *Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen* című kétkötetes művét, az első olyan munkát, mely az egész Kárpátok leírására tesz kísérletet (1. ábra). Az első kötetben a Körmöci-, a Selmeci-, a Tokaji-hegység, a Gutin, a Kelemen- és a Görgényi-havasok, valamint a Hargita vulkáni eredetét igyekszik bizonyítani. A második kötetben először a kárpáti vulkánok általános leírását adja, valamint magyarázza fő téziséit, mely szerint a vulkáni kőzetek többsége emelkedés révén került a felszínre. Számos olyan kőzet vulkáni eredete mellett foglal állást, amelyet a neptunisták akkoriban gyakran vízi eredetűnek tekintettek, így pl. a mandulakő, porfir, bazalt, trapp, s az általa bevezetett vulkáni zeolit. Végezetül az ország vulkáni termékeinek szisztematikus leírását közli (PAPP 1998). Utolsó könyve, a *Mineralogische Aufsätze* 1794-ben jelent meg, részben mint válasz a *Mineralogische Bemerkungen*-re érkezett bírálatokra. Az egyik tanulmányban ezt írja: „Nagy örömmre szolgál, hogy [...] a magyar vulkáni zeolit legtöbb típusát az itáliai aktív vagy éppen kihunyt, kétségtelen vulkánokból bemutathatom. Bárcsak a mineralógusok inkább az ilyen vitán felül álló és világos utalásokat fogadnák el analóg vulkáni jelenségekre a szegényes, méltatlan fecsegés, s néhány mai munka kiállhatatlanul képtelen elmefuttatásai helyett [...]”²

Robert TOWNSON (2. ábra) a ma Londonhoz tartozó Richmondban született 1762-ben. 1777 és 1783 között Manchesterben tanonckodott, majd utazni kezdett. 1787-ben Párizsban Balthasar Georges

¹Department of Mineralogy and Geology, University of Debrecen, H-4010 Debrecen, P.O. Box 4.

²Department of Paleontology, Eötvös Loránd University, H-1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/c

³Department of Mineralogy and Petrology, Hungarian Natural history Museum, H-1431 Budapest, P.O. Box 137.

SAGE-nál az École des Mines-ben kémiát és elemzést tanult. 1788-ban beiratkozott az edinburghi egyetemre, ahol orvostudományt és kémiát, majd később botanikát hallgatott. 1791-ben James HUTTON javaslatára a Royal Society of Edinburgh tagjává választották. Ugyanezen évben beiratkozott a göttingi egyetemre, ahol természettudományt hallgatott. Göttingeni diákoskodása alatt, 1793-ban tett utazást többek között Magyarországon is. 1795-ben visszatért hazájába, ahol LL.D (jogi doktor) fokozatot kapott az edinburghi egyetemen majd megírta a *Travels in Hungary* (1797), a *Philosophy of Mineralogy*, az *A Poor Man's Moral* (mindkettő 1798) és a *Tracts and Observations in Natural History* (1799) című műveit. Próbálkozása, hogy tervezett indiai mineralógiai tanulmányútjához a Kelet-Indiai Társaságtól támogatást kapjon, nem járt sikerrel, s 1805-ben úgy döntött, hogy Ausztráliába költözik. Ott azonban, a kormányzó hozzáállása és az ország akkori elmaradott közállapotai miatt föl kellett adnia tudományos terveit. Végül birtokot szerzett Varroville-ben, Sydney közelében, s ott halt meg 1827-ben³.

Robert TOWNSON magyarországi utazását részben FICHTEL *Bemerkungen*-je inspirálhatta. Bár néhány esetben ironikusan ír FICHTEL „égő ásványtani szenvedélye”-ről, nyilvánvalóan respektálta az általa személyesen is ismert tudóst. TOWNSON magyarországi útjára Bécsből indult, majd Győr és Esztergom érintésével Pest-Budára ment. Innen Egerbe utazott (tett egy rövid kirándulást a Mátrába is), ahonnan Debrecenbe, Nagyváradra majd Tokajba folytatta útját. Mintegy egy hetes mineralógiai kirándulás után, Kassára majd a Magas-Tátrába ment. A tátrai kirándulást követően (egy rövid wieliczki kitérő után) ellátogatott Körmöcre és Selmecre, s végül Pozsonynál hagyta el az országot (4. ábra, erről lásd bővebben RÓZSA & KASÉLYÁK 1999; PAPP 2002). Townson könyvében, mely igazi úti beszámoló, figyelemreméltó tudományos megállapításokat is tett⁴. Önálló gondolkodásának megfelelően nem tekinthető sem vulkanistának sem neptunistának. Példaként idézzünk egy mátrai, FICHTEL által vulkánnak leírt geomorfológiai alakzattal kapcsolatos megjegyzését: „Úgy gondolom e 'kráter' vizsgálata révén nem erősíthető meg az a feltételezés, hogy e hegyekben korábban vulkán volt. [...] Ám [...], noha egy kráter létezése egy korábbi vulkán létezését bizonyítja, nem léte nem bizonyít semmit: ezek pusztulnak el legkönnyebben az összes vulkáni maradvány közül.”⁵

Jens ESMARK (3. ábra) 1763-ban a dániai Houlbjaergben született. Először teológiát, majd természettudományt és orvostudományt tanult Koppenhágában. Néhány évig kórházban dolgozott, majd beiratkozott a kongsbergi bányászati akadémiára. Tanulmányai után hatéves külföldi tanulmányi ösztöndíjat kapott, s Freibergbe ment, ahol Abraham Gottlob WERNER előadásait hallgatta. Rövidebb időt töltött Selmecen is, ahol ásványelemzést, s fűvöcsöves vizsgálatot tanult. 1794-ben tanulmányutat tett Magyarországon. Útja Pozsonyban kezdődött, ahonnan az alsó-magyarországi bányavárosokba, majd Pest-Budára látogatott. Onnan a Bánságba, majd az Erdélyi-érchegységbe utazott. Útját Nagyszeben és Kolozsvár érintésével a Gutin bányavárosaiba folytatta. Innen Tokajba ment, s kirándulást tett a Tokaji-hegységben. Ezután néhány szepes-gömöri bányavárost látogatott meg, majd Galícia felé elhagyta az országot. (4. ábra, az útvonalról lásd még PAPP 2002). Visszatérve Freibergbe publikálta *Kurze Beschreibung einer Mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Bannat* című könyvét, mely megalapozta tudományos hírnevét. 1797-ben visszatért Dániába. 1802-ben a kongsbergi bányászati iskola felügyelője, valamint a mineralógia, fizika és kémiai tanára lett. 1814-ben az újonnan alapított christiani (oslói) egyetemen a mineralógia és bányászat professzorává nevezték ki. ESMARK vezette be a norit közet- és datolit ásványnevet. Számos tudományos társaság tagja volt, s tagjai közé választotta a dán és a norvég akadémia is. Christianiában (Oslo) halt meg, 1838-ban.⁶

Kurze Beschreibung-jában ESMARK a neptunista szemlélet mellett száll síkra, s támadja FICHTEL vulkáni elképzeléseit. Könyve bevezetőjében ezt írja: „[...] Bécsben különösen FICHTEL úr munkáit tanulmányoztam, mivel ezek nemcsak a legfrissebbek, hanem a legrészletesebbek is voltak ebből az országból. [...] Azonban számos durva és szembetűnő tévedést [...] fedeztem föl, már olvasásuk során. [...] S mennyire meg voltam lepődve, midőn saját megfigyelésem alapján azt találtam, hogy FICHTEL legtöbb megfigyelése és leírása hibás. Ezek arra indítottak [...], hogy közzé tegyem a magyar hegységekben tett saját megfigyeléseimet [...]; részben, hogy megkönnyítsem a jövőbeni utazók megfigyeléseit, s alkalmat adjak nekik arra, hogy eldöntsék vajon nekem, vagy FICHTEL úrnak van-e igaza; részben pedig, hogy fölnyissam a fiatal magyarországi mineralógusok szemét, akik most FICHTEL állításait végleges és kétségbevonhatatlan igazságoknak tekintik, s hogy felhívjam figyelmüket a természet valódi viselkedésére [...]”⁷

Magyarország jelenlegi területén a Tokaji-hegység volt az egyetlen melyet mindhárman meglátogattak (4. ábra). Valószínű, hogy FICHTEL beszámolója, s különösen az általa leírt vulkáni zeolit keltette föl TOWNSON és ESMARK érdeklődését. A „vulkáni zeolit” elnevezést FICHTEL Bemerkungenjában azokra a kőzetekre vezette be, melyek a forrasztócső előtt fölfúvódnak. A vulkáni zeolit mai értelemben különféle savanyú vulkáni kőzettípusoknak és -változatoknak felel meg (riolittufa, horzsaköves riolit, perlit, riolitos perlit stb.) (5. ábra); FICHTEL szerint e vulkáni zeolitok képezik az Eperjes–Tokaji-hegység tekintélyes részét. Vulkáni zeolitjait hat csoportba osztotta, s megállapítja, hogy e zeolitok egymásba fonódnak, s kijelenti, hogy „gyűjtöttem egy 14 darabból álló mintaorozatot, amelyben mindegyik változat szorosan kapcsolódik a másikhoz, s nemcsak a szín, hanem a szövét tekintetében is”.⁸ A hegység keletkezéséről ezt írja „[...] egyetlen nyilvánvalóan nem vulkáni eredetű kőzettípus – pl. gránit⁹, mész, pala, homokkő vagy breccsa – sincs az egész 12 mérföld hosszú és 3–4 mérföld széles hegyláncban, legalábbis én nem találtam, s nem kaptam innen származót; ellenben minden hegy vagy traszból, afterporfirból¹⁰, bazaltból vagy üveges vulkáni zeolitból épül föl, azaz olyan kőzetekből, melyeket minden igazi litológus vulkáninak tekint.”¹¹

Tokajból Keresztúrra haladva mind TOWNSON, mind ESMARK említést tesz egy bizonyos fogadóról, s ott felismerik FICHTEL vulkáni zeolitját. E hely az úgynevezett lebuji, jelenleg védett perlitfőltárás. FICHTEL e kőzetet úgy írta le, mint „hamuszürke, szemes, kerekded vagy tompítottan szögletes, gyöngyszerű, üveges, néha kissé üreges szemekből összeálló, olvadtnak látszó zeolit [...]”. Nagyító alatt ez a zeolit sajátos üveges jelleget mutat, mely más ásványhoz nem hasonlítható.¹² Utolsó könyvében (FICHTEL 1794a) szemcsés vulkáni zeolitját Peter SIMON PALLAS (1741–1811) marekanitjával hasonlítja össze.

TOWNSON ezt írja róla: „Ez bizonyosan igen különös fosszília [értsd: ásvány], s az is kétségtelen, hogy kőzeteket alkot. De vajon vulkáni-e, s ha igen, zeolit-e vagy nem? Nos az első kérdést mindenki a plutoni vagy a neptuni teóriák iránti elfoglaltsága szerint fogja megválaszolni, a másodikat pedig annak alapján, hogy miként definiálja a zeolitot.”¹³ Ezután egy rövid, korrekt leírást közöl: „Hamuszínű, itt-ott vörössel tarkított, nagyon törékeny, s a szövete olyan, mintha meglehetősen zsíros fényű, rossz alakú koncentrikus hártálykból álló gyöngyszemek tömegéből állna. [...] Egyes helyeken a különféle héjából álló kis gömböcskék obszidián magokat tartalmaznak.”¹⁴ Néhány példányt is gyűjtött, s ezek elemzésére Martin Heinrich KLAPROTHOT (1743–1817) kérte meg. A nedveskémi elemzés eredményét közli könyvében, s ez a kőzet első publikált főelem összetétele.¹⁵ TOWNSON is fölismerte az e kőzet és PALLAS marekanitja közötti rendkívüli hasonlóságot. Hosszan idéz PALLAS Nordische Beiträgejéből¹⁶, s végül ez írja: „A Kamcsatka környéki fosszília [értsd: kőzet] leírása oly csodálatosan egyezik a Tokajból származó jellegetességeivel, hogy saját leírásomat szándékosan lerövidítettem, mivel az egyik megfelel a másiknak.”¹⁷ Telkibánya közelében FICHTEL szálas, horzsakőszerű zeolitját ismeri föl.¹⁸ TOWNSON itt összegzi véleményét, s ezt a vulkáni-neptuni vita egyik figyelemreméltóan higgadt állásfoglalásának tekinthetjük. Ezt írja: „Mely országokban találunk ilyen fossziliákat, s mely katalógusokban találkozhatunk efféle fossziliák leírásaival? Nemde a kétségtelenül vulkáni vidékeken, ahol gyakran a tűz még most is tombol, s ezek termékeinek katalógusaiban? A neptunizmus, melynek készséggel tulajdonítom bolygónk nagyobb részének – vagyis inkább annak külső héjának, amelyet egyedül ismerünk – kialakítását, valahol véget kell érjen, s ott kezdődik a vulkanizmus. A probléma csak az – s ebben oly csekély az egyetértés a tudósok körében –, hogy hol ér véget az egyik, s hol kezdődik a másik? Jómagam mindig a nagy LINNAEUSzal érttem egyet 'Ubicumque pumices copiosiores, ibi quondam vivi vulcani exstiterent, licet dudum emortui & oblivioni traditi'.¹⁹ (Azaz: ahol bőségben található horzsakő, ott valaha élő vulkánok léteztek, még ha régen kihunytak s elfeledték is őket.)

Egy év múlva ESMARK is észrevette FICHTEL vulkáni zeolitját a Lebuji közelében. Leírása szerint az „[...] sötét hamuszürke, gyakran többé-kevésbé feketésszürkébe hajló; azután vér- és téglavörös közötti változatok is előfordulnak. Mindezek a színek keresztmetszetben sávós rajzolatokat mutatnak. Felszínük matt, belsejük kissé fénylő, valamennyire a gyöngyházfényhez közelítő zsírfényű.”²⁰ Felismerte s leírta az obszidián magokat is. Ő használta először a perlit nevet Perlstein formában. Megemlíti, hogy korábban zeolitos obszidián néven írta le a kőzetet, mivel obszidiánba való tökéletes átmenetét figyelte meg. Azonban, mint megjegyzi: „Éppen midőn Freibergbe érkeztem, kapott WERNER bányatanácsos úr Szibériából egy ugyanolyan fossziliát, mint amelyet én találtam Tokaj és Keresztúr között, s azt találóan Perlsteinnek [gyöngykő] nevezte el [...], ezért én is ezt a nevet használom.”²¹ E kőzetekről ESMARK is Telkibányánál fejt ki véleményét: „Mint ismert, FICHTEL ezeket

vulkáni zeolitoknak nevezte el. Azonban azt gondolom, hogy e név nem megfelelő, mivel ezek, a forrasztócső előtt [...] a tekintélyes fölfúvódástól eltekintve, a zeolitokhoz semmilyen hasonlóságot sem mutatnak. Még kevésbé felel meg az általa használt 'vulkáni' jelző, mivel ezek nem vulkáni, hanem mindannyian neptuni eredetűek.²² A horzsakövet sem tekintette vulkáni eredetűnek. Kijelentette: „Meggyőződésem, hogy nemcsak a magyar, de a kereskedelemben kapható legtöbb lipari-szigeteki horzsakő, sőt valószínűleg minden valódi horzsakő neptuni eredetű.”²³ Következésképp tagadta a Tokaji-hegység vulkáni eredetét is. Maliciózan írja: „Bárhon, ahol FICHTEL hamut és salakot látott, jómagam a tűzi eredetű termékeknek még a legcsekélyebb nyomát sem találtam, kivéve egy helyet Tokaj és Tállya között, ahol balkéz felől egy téglaegető található, s ahol nyilvánvalóan salakot találunk.”²⁴

FICHTEL fő következtetése, azaz, hogy a hegység vulkáni eredetű, valójában teljesen helytálló volt. Föltételezzük, hogy tisztánlátása részben autodidakta voltából fakadt. Számos terepi megfigyelést tett, mintákat gyűjtött, s mivel egyetlen mester vagy tudományos szaktekintély befolyása alatt sem állt, tapasztalatait analógiák révén, s saját józan esze alapján próbálta magyarázni. FICHTELLEL szemben TOWNSON a természettudomány több ágát is tanulta (kémia, botanika, ásványtan), de – ellentétben ESMARKKAL – nem egyetlen mestere volt: Edinburgban személyes kapcsolatban volt James HUTTONnal, Párizsban tanítványa volt Balthasar Georges SAGE-nak, s WERNER műveit is ismerte (KÁZMÉR 1999). Ezek az eltérő, és sokszor ellentétes hatások tovább fejleszthették veleszületett független gondolkozásmódját. A kiváló Jens ESMARK, az egyetlen, aki közülük mint természettudós igazi karriert futott be, viszont teljesen téves álláspontot képviselt a magyar hegységek keletkezésével kapcsolatban. Valószínű, hogy ESMARK Freibergben feltétlen „WERNER-hívővé” vált, s úgy tűnik, személyes föladatának tekintette, hogy mesterét s annak teóriáját megvédje FICHTELLEL szemben.

Magyarország geológiai megismerése e figyelemreméltó természetbúvárok tevékenységével vette kezdetét. E tényt azért is hangsúlyoznunk kell, mert a magyar geológia történetében sokszor elfeledkeznek róluk, s BEUDANT, vagy még inkább SZABÓ József munkásságát tekintik kiindulópontnak. Reméljük, hogy hármójuk a magyar geológia történetében is méltó helyükre fognak kerülni.

Introduction

Knowledge about the geology of Hungary began to be recorded in the last quarter of the 18th century, the "heroic age" of geology. Beside Ignaz von BORN, the symbolic figure of Enlightenment in the Hapsburg Monarchy, three excellent, but unfairly forgotten men can be considered as pioneers of geological survey of the country. They are: the Hungarian-German Johann Ehrenreich von FICHTEL, the Englishman Robert TOWNSON and the Scandinavian Jens ESMARK. They were born in different countries; they had different educational and social backgrounds, and followed quite different paths their lives.

Johann Ehrenreich von FICHTEL

Johann Ehrenreich von FICHTEL was born in 1732 in Pozsony (in German Pressburg, now Bratislava, capital of Slovakia) then capital of Hungary and a dominantly German-speaking city. He read law, but after eight years of legal practice, he made an eminent career in state administration. He moved to Transylvania, and worked as a registrar at the Wirtschaftsdirektorium der Sächsischen Nation (Economic Direction of the Transylvanian Saxons). In 1762 he found employment in Vienna, Austria, as a clerk at the Hofrechenkammer (Court Chamber of Accounts). In 1768 he returned to Transylvania, and worked for the Thesauriat (Treasury of the Transylvanian Chamber). In 1778 he was promoted to

a royal counsellor. He dealt with the matters concerning customs, salt production and transport. Between 1785 and 1787 FICHTEL was the director of the Bankalgefälle or Mauthregie (Direction of Customs Revenue) in Vienna. In 1787 he returned to Transylvania again as counsellor at the Gubernium (Transylvanian Government). In an official journey in October–November 1794 to the Adriatic coast and the border region of Croatia adjacent to the Turkish Empire he contracted a disease and died in Vienna in 1795.

FICHTEL was a self-educated scientist. As he had never received a university-level natural history education, he obviously obtained his knowledge mainly from books, so he certainly had good acquaintance with the contemporary geological literature. His thorough knowledge of the geology of the Carpathian area was based on his field observations made during his official travels. He was honorary member of the Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin (Society of Naturalists in Berlin) from 1775, as well as member of the Ökonomische Societät in Leipzig (from 1781) and the Societät der Bergbaukunde founded in Szklénó (in German Glasshütte, now Sklené Teplice in Slovakia) in 1786.

FICHTEL's first book (Beytrag zur Mineralgeschichte von Siebenbürgen [Contribution to the Mineralogy of Transylvania]) was written due to the inspiration of MARTINI, founder and secretary of the Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, and it was published in 1780 by this society. Although this book dealt with the fossils found in the country, his volcanist approach is evident in a short mineralogical appendix. Here he described the post-volcanic sulphurous exhalations of the Transylvanian Búdös-hegy as products of a "still burning volcano".

Eleven years later, 1791, FICHTEL published his Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen (Mineralogical notes from the Carpathians) in two volumes, the first book that made an attempt to survey the whole region of the mountains (Fig. 1). In the first volume he proved the volcanic origin of the Lower Hungarian Ore Mountains (Kremnitzer Gebirge and Schemnitzer Gebirge, now Kremnické vrchy and Štiavnické vrchy in Slovakia), the Tokaj Mountains, the Gutin (Gutái,



Fig. 1 Title page of the first volume of FICHTEL's Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen

1. ábra. FICHTEL Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen című műve első kötetének címlapja

now in Roumania) and the Transylvanian Kelemen–Görgény–Hargita (Călimani–Gurghiu–Harghita) range. Thus he recognised practically all the mountains of volcanic origin in the territory where he travelled.

The second volume is a comprehensive work on volcanism. First, FICHTEL gives a general description of the Carpathian volcanoes and an explanation for his main thesis, i.e. most of the volcanic rocks were not produced by eruptions but came to the surface by an uplift process. He argues for the volcanic origin of several rocks that were frequently claimed to be of aqueous origin by the neptunists, i.e. Graustein (greystone), Mandelstein (Amygdaloid), Porphyry, Basalt, Trapp, and FICHTEL's volcanic zeolite. Finally, a systematic description of the volcanic products of the country is given (see PAPP 1998).

FICHTEL's last book (*Mineralogische Aufsätze* [Mineralogical Essays]) was published in 1794, partly as a reflection on the remarks made and criticism of his *Mineralogische Bemerkungen*. As he wrote in one of these essays: "It is a great pleasure to me [...] to be able to demonstrate most types of the Hungarian volcanic zeolite from the Italian active or just extinct, undoubted volcanoes. I wish mineralogists to prefer this kind of indisputable and enlightening analogous volcanic indications to poor, unworthy chatter and sometimes insufferably absurd obstinacy of some recent works [...]."

Robert TOWNSON



Fig. 2 Robert TOWNSON (1762–1827) (oil painting by Augustus EARLE)

2. ábra. Robert TOWNSON (1762–1827) (Augustus EARLE olajfestménye)

Robert TOWNSON (Fig. 2) was born in Richmond, Surrey (now part of London) in 1762. His parents were married over four years later. His father, a London merchant and insurer died when Robert was only 10 years old. From 1777 to 1783 TOWNSON was apprenticed in Manchester but he was not interested in mercantile trade. He set off to travel through France and Italy to Sicily. In 1787 he studied chemistry and assaying under Balthasar Georges SAGE at the *École des Mines* in Paris. In 1788 he enrolled as a student of medicine and chemistry, and later botany at Edinburgh University. In 1791 he was elected a Fellow of the Royal Society of Edinburgh, proposed by James HUTTON.

In 1791 Townson unsuccessfully applied to become government naturalist to Upper Canada and to the Sierra Leone Company. In 1791, having left Edinburgh without graduating, he enrolled as a student of natural history at the University of Göttingen. In 1793, while based in Göttingen, he took the opportunity to travel to Vienna and throughout the Hapsburg Empire. He returned to Göttingen and published his first works on reptilian physiology in 1794 and 1795. In 1795 he returned to

England, and he was awarded the degree of LL.D. by Edinburgh University. He settled in Shropshire, and wrote his books *Travels in Hungary* (published in 1797), *Philosophy of Mineralogy*, *A Poor Man's Moralist* (both published in 1798) and *Tracts and Observations in Natural History* (published in 1799). Because his attempt to obtain the patronage of the East India Company to undertake mineralogical surveys in India was also unsuccessful, he started travelling again throughout England and Europe. In 1805 his mother died and TOWNSON decided to immigrate to Australia. However, his scientific aspiration had to be given up because of the Governor's attitude and the primitive state of democracy there. Finally, TOWNSON settled on an estate at Varroville, near Sydney and became a successful farmer and vine producer. He remained there until his death in 1827.

Robert TOWNSON's Hungarian tour was partly inspired by FICHTEL's *Bemerkungen von den Karpathen*. Although, in some cases he speaks ironically of FICHTEL's burning ardour in mineralogy, TOWNSON, who was personally acquainted him, obviously respected FICHTEL. TOWNSON started to Hungary from Vienna. Through Győr [Raab] and Esztergom [Gran] he went to Buda [Ofen] and Pest. Travelling from Pest to Eger [Erlau], he made a short trip to the Mátra Mountains. From Eger he went to Debrecen and Nagyvárád [Gross Wardein] (now Oradea in Romania), and then to Tokaj. After a mineralogical tour of a week in the Tokaj Mountains, he went to Kassa [Kaschau] (now Košice in Slovakia). After a visit to the Baradla cave near Aggtelek and to the Lednica ice cave near Szilice village (now Silica in Slovakia) he went to the High Tatra Mountains. There he climbed some peaks higher than 2000 m, and made barometrical altitude measurements. Following his excursion in the High Tatra Mountains he made a short trip to the Wieliczka salt mines in Poland. Returning to Hungary he visited the Lower Hungarian mining towns (Körmöcbánya [Kremnitz] now Kremnica, Selmechánya [Schemnitz] now Banská Štiavnica, Úrvölgy [Herrengrund] now Špania Dolina in Slovakia) and the Mining Academy in Selmec. Finally, he left Hungary at Pozsony [Pressburg] (now Bratislava) (Fig. 4.; RÓZSA & KASELYÁK 1999; PAPP 2002). Townson's book is a real account of a journey. Beside his excellent descriptions on manners, dress and social conditions in Hungary, he made remarkable scientific observations mainly in botany and geology. Corresponding to his independent mind, he may be regarded as neither a volcanist nor a neptunist. As an example, let us see his remark on a geomorphologic formation in the Mátra Mountains which was described by FICHTEL (1794b) as volcanic. He wrote: "no conjecture of a volcano's former existence in these hills will be confirmed, I think, by the inspection of this crater. [...] But [...] though the existence of a crater proves the former existence of a volcano, its non-existence proves nothing: they are of all volcanic remains the most easily destroyed; they are grand and decisive testimonies when found, but, like stately pile, easily destroyed in the revolution of Nature."

Jens ESMARK

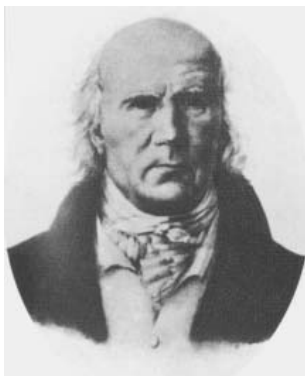


Fig. 3 Portrait of Jens ESMARK (1763–1838)

3. ábra. Jens ESMARK (1763–1838) arcképe

Jens ESMARK (Fig. 3) was born in 1763 in Houlbjaerg, Denmark. He first studied theology then natural history and medicine in Copenhagen. After a few years of hospital work he accepted the invitation of Professor Morten Olsen BRÜNNICH to study at the mining school in Kongsberg. After mining studies in Kongsberg and law and geometry studies in Copenhagen ESMARK got a six-year scholarship to study abroad and went to Freiberg. In 1791 and 92 he studied here together with Leopold von BUCH and Alexander von HUMBOLDT, attending the lectures of Abraham Gottlob WERNER. He spent some time in Selmec [Schemnitz] in Hungary (now Banská Štiavnica in Slovakia), where he studied mineral analysis and learned the then new method of blow-pipe analysis. In 1794 he made a study tour to Hungary. His Hungarian tour started at Pozsony [Pressburg] (now Bratislava, capital of Slovakia). Then he went to the Lower Hungarian mining towns. After a while, he turned to the South, and went to Buda [Ofen] and Pest. From here, he travelled to the Bánát, and then to the Transylvanian Ore Mountains (Apuseni Mountains). Through Nagyszeben [Hermannstadt] (now Sibiu, Romania) and Kolozsvár (now Cluj, Romania) he went to the mining towns in the Gutin (Gutâi) Mountains. From here he travelled to Tokaj, and made an excursion in the Tokaj Mountains. After this, he went to some mining towns in the Szepes–Gömör Ore Mountains (Slovenské rudohorie), and then turned to the North, and left Hungary for Galicia (Fig. 4; PAPP 2002).

Returning to Freiberg he published his *Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Bannat* (Short description of a mineralogical tour through Hungary, Transylvania and the Banat). This work established his reputation in scientific circles. In 1797 he returned to Denmark and accepted the position of Oberbergamtsassessor (Chief Mining Inspector) in Kongsberg. In 1802 he became lecturer of mineralogy, physics and chemistry, and also a supervisor of the mining school at Kongsberg (Norway). In 1814 ESMARK became professor of mineralogy and mining at the newly founded university of Christiania (now Oslo). He introduced the name "norite" for a gabbro variety, and he found datolite for a new mineral from Arendal. In one of his several geological publications he considered that the large boulders (erratic blocks) in Denmark and Norway and in other countries had been transported by huge ice masses. He also suggested that the Lysefjord at Stavanger is a glacial valley. ESMARK conducted regular meteorological observations. The data series he recorded in Christiania from 1816 to 1838 are the oldest for the city. He was member of several scientific societies and was elected member of the Danish Academy of Sciences of Copenhagen and the Norwegian Academy of Trondheim. He died in Christiania in 1838.

In his *Kurze Beschreibung* ESMARK strongly polemised for the neptunistic viewpoint, and attacked FICHTEL and his volcanistic theory. He wrote in the Introduction of his book that "[...] in Vienna I especially studied works of FICHTEL because these were the latest and the most detailed ones from this country [...].[...] However, I found several glaring and eye-striking blunders [...] even when I read them.[...]. And how I was astonished when I found most of the observations and descriptions of FICHTEL to be false on the basis of my own observations. These inspired me [...] to publish my observations on the Hungarian mountains [...]; partly to facilitate making observations for the future travellers, and to make it possible for them to decide whether I am right or Mr. FICHTEL is; partly to open the eyes of the young mineralogists in Hungary who now believe FICHTEL's statements to be the undoubted and indisputable truth, and to show them the real behaviour of nature [...]."

FICHTEL's, TOWNSON's and ESMARK's observations in the Tokaj Mountains

Regarding the sketch showing TOWNSON's and ESMARK's route as well as the areas that were described by FICHTEL in his *Bemerkungen*, it can be seen that in the present territory of Hungary, only the Tokaj Mountains were visited and described by all three of them (*Fig. 4*). It may seem surprising that TOWNSON and ESMARK spent a longer time in these mountains, in spite of the lack of a considerable mining activity there; in fact, FICHTEL's report on this Hungarian Campi Phlegraei, especially his volcanic zeolite, drew their attention to the mountains.

The Tokaj Mountains are in the southern, Hungarian part of the 100 km long and maximum 30 km wide Prešov-Tokaj Range. This range is the northernmost area of volcanics in the inner Carpathian volcanic belt, and represents an inter-connected series of extinct volcanic cones with several centres of eruption, Sarmatian in age, some as young as Pannonian. It is composed of considerable variations of andesites, dacites, rhyolites and their tuffs (*Fig. 5*).

FICHTEL introduced the term of "volcanic zeolites" in his *Bemerkungen* for the rocks producing intumescence before the blow-pipe. In fact, his volcanic zeolites correspond to different acid volcanic rock varieties, rhyolite tuff, pumiceous rhyolite, perlite, rhyolitic perlite, etc. According to FICHTEL these volcanic zeolites form a considerable part of the Prešov-Tokaj Mountains. In his opinion, the original rock of these volcanic zeolites was granite (then generally regarded to be of "neptunian" origin), which altered under the effect of heat of the volcanic activity.

FICHTEL divided his volcanic zeolites into six groups which run into one another, and he says that "I have collected a suite of 14 specimens in which each variety is exactly connected with another, not only in colour, but likewise in texture."

Concerning the origin of the range he stated that "[...] there is no one obviously non-volcanic rock-type, e.g. granite, lime, slate, sandstone or breccia, in this whole 12 miles long and 3-miles wide mountain chain, at least I have not found and have not got any from here, but every mountain was formed either by trass,

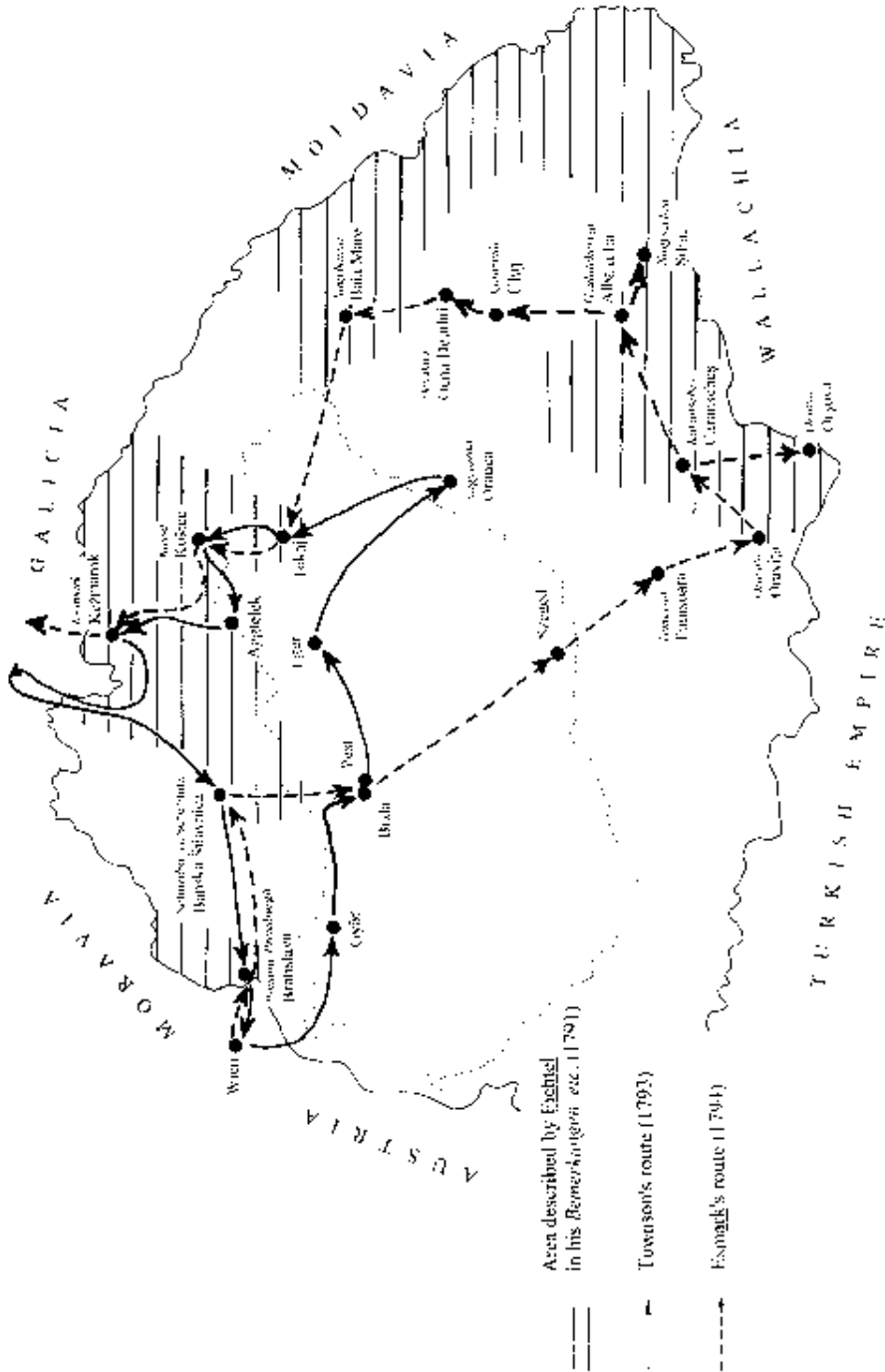


Fig. 4 Routes of TOWNSON (1793) and ESMARK (1794) in Hungary, and areas described by FICHTEL in his *Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen*. (For a detailed map see PAPP 2002.)

4. ábra. TOWNSON (1793) és ESMARK (1794) magyarországi útja, valamint a FICHTEL által a *Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen* című művében leírt területek. (Részletesebb útvonalterképet lásd PAPP 2002.)

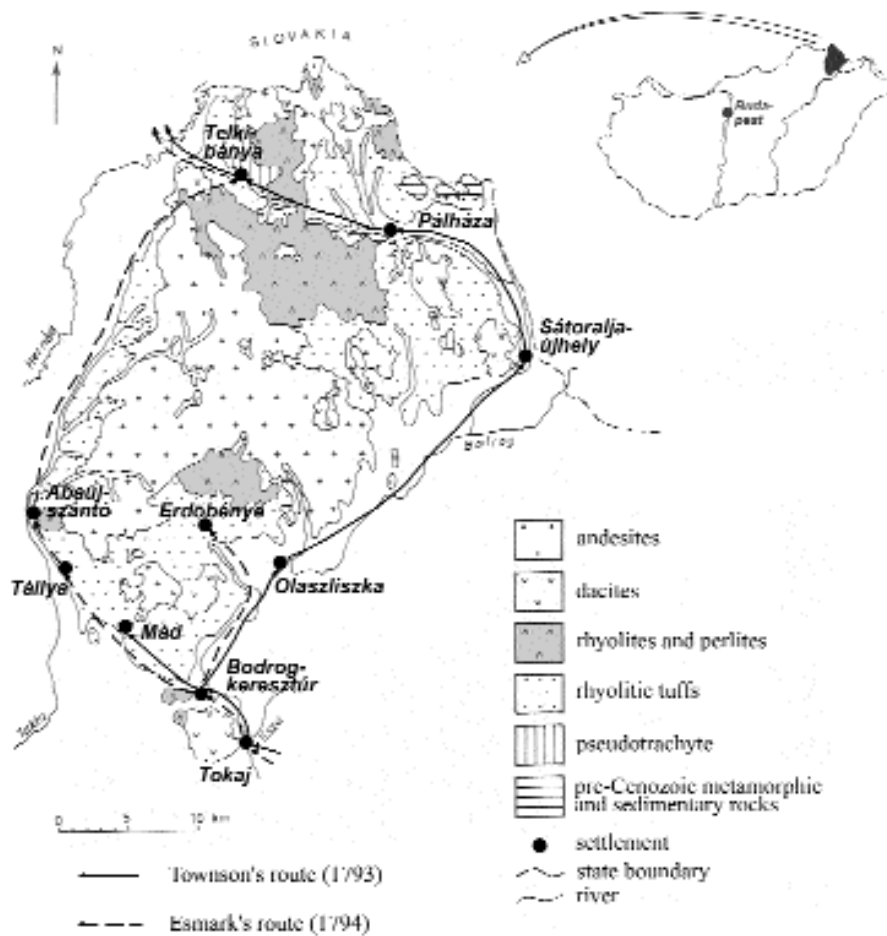


Fig. 5 Geological sketch map of the Tokaj Mountains with TOWNSON's and ESMARK's route

5. ábra. A Tokaji-hegység vázlatos földtani térképe TOWNSON és ESMARK útvonalával

afterporphyry, basalt or glassy volcanic zeolite, that is, they all are composed of such rocks which are regarded as volcanic ones by every real lithologist."

Unfortunately, FICHEL's route in the Tokaj Mountains cannot be reconstructed on the basis of his books. The itinerary-like features, which are characteristic for other contemporary reviews of the area, are missing. FICHEL summarised observations he had made during several travels he had taken before, whereas the other authors described what they had seen on a single journey (PAPP 1998). Moreover, he did not visit every place on which he reported. He frankly admitted this fact, however; in some cases it is not possible to be decide whether he or one of his friends visited a certain locality. Nevertheless, it seems to be sure, that his samples and experience came from the western and southern parts of the mountains.

Both TOWNSON and ESMARK reached the mountains at Tokaj. Going from Tokaj to Bodrogkeresztúr, both of them took note of a peculiar rock at an inn, where they recognised FICHTEL's volcanic zeolite. This place is the so-called Lebujs Inn perlite exposure, now a protected geological formation, which has been a popular stopping-off point for geological trips in the mountains for two centuries. FICHTEL described this rock as "ash-grey, grainy zeolite of melted appearance conglomerated of rounded or obtuse-angled, pearl-like, glassy, sometime slightly hollow grains [...]. Under a magnifier this zeolite has a specific glassy character which cannot be compared with any other mineral." In his next book (FICHTEL 1794a), he compared Peter Simon PALLAS' (1741–1811) marekanite with his grainy volcanic zeolite.

Recognising FICHTEL's volcanic zeolite at this place, TOWNSON noted: "This is certainly a very curious fossil, and it as certainly forms rocks: but whether it be volcanic, and if volcanic, whether a Zeolite or not; every one will decide, on the first question, as he is prepossessed in favour of Plutonic or Neptunic theories; and the last, according to the definition he may give of Zeolite." He gave a short, but quite correct description of this rock: "It is of an ash colour, here and there variegated with red, very fragile, and the texture like congeries of small tunicated ill-shaped beads, of rather greasy lustre. [...] In some parts the little globules, which are formed of different coats, contain a nucleus of Obsidian; the thin coats are easily detached." He collected some samples, and asked Martin Heinrich KLAPROTH (1743–1817) to analyse them. The result of this wet analysis is published in TOWNSON's *Travels in Hungary*, and this is the first published major element analysis of this rock. TOWNSON also recognised the remarkable similarity between this rock and PALLAS' marekanite. He gives a long citation of the description of marekanite in PALLAS' *Nordische Beiträge*, and finally he says: "The description of the fossil near Kamschatka so admirably agrees with the characters of this from Tokaj, that I have purposely abridged my description, as that of the one answers for the other".

After making some trips in the southern part of the mountains, TOWNSON travelled along the eastern side of the range, and then he went to Telkibánya. Near Telkibánya, he recognised FICHTEL's black fibrous pumex-like zeolite. Here, TOWNSON summarised his opinion on this point, and it can also be regarded as a remarkably moderate statement on the neptunist-volcanist debate. He wrote: "In what countries are such fossils found, and in what catalogues do we meet with such fossils described? Is it not in indisputable volcanic countries, and often where the fire still rages; and in the catalogues of their products? Neptunismus, to which I am ready to attribute much of the formation of our globe, or rather of its thin epidermis, which we are only acquainted, must somewhere cease, and vulcanismus begin; and the only difficulty, and where the learned so little agree, is, where shall the one cease and the other begin? I always thought with the great LINNEUS, »Ubicunque pumices copiosiores, ibi quondam vivi vulcani exstiterent, licet dudum emortui & oblivioni traditi.«" (That is, where pumice can be found in great quantity, once active volcanoes existed, although, they have been extinct and forgotten for a long time.)

One year later, when ESMARK left Tokaj for Bodrogkeresztúr, he also noticed FICHTEL's volcanic zeolite near the Lebuj Inn. According to him it is "[...] dark ash-grey, often tends to be blackish grey; and a red variety with a shade between blood-red and brick-red also occurs. All these colours show a banded pattern in a transversal fracture. Their surface is dull, their interior is a little lustrous with a greasy lustre near to pearly." He also recognised and described the nuclei. His further description is quite detailed and correct; however, it seems to be a little bit talkative. He was the first, who used the word Perlstein for this rock. He mentioned that he had described this rock as zeolitic obsidian because he had observed its perfect transition into obsidian. However, as he says: "When I came to Freyberg, Herr Bergcommissionsrath [Mining Counsellor] WERNER received from Siberia just the same fossil that I found between Tokaj [Tokaj] and Kerestur [Bodrogkeresztúr], and it was aptly called by him as Perlstein [...], hence, I use this name, too." Probably, WERNER obtained this sample from PALLAS.

ESMARK gives his opinion on these rocks at Telkibánya, too. He says: "As it is known, FICHTEL named them as volcanic zeolite. However, I think this name to be incorrect since they do not show any similarity to zeolite except for the considerable intumescence below the blow-pipe [...]. Moreover, the attribute »volcanic« used by him is more incorrect, because these all are not of volcanic but neptunic origin." He did not regard pumice to be of volcanic origin. He declared: "I am convinced that not only Hungarian pumice, but most of the commercial pumice coming from the Lipari Islands, and probably all kinds of real pumice are of neptunic origin". Accordingly, he denied the volcanic origin of the Tokaj (and the other Hungarian) Mountains, and he called FICHTEL's opinion an absurd one. He maliciously wrote: "At any place where FICHTEL saw only ashes and scoria, I have not found the least trace of even the smallest product of fire except a place between Tokaj and Tállya, where a brick-kiln is seen on the left and where one can find evidently slag". Now it is known that the standpoint of ESMARK was the really absurd one (PAPP 1998).

Conclusions

As a summary, it can be stated that FICHTEL's main conclusions, that the mountains described by him are of volcanic origin, are absolutely right, although he was a self-educated scientist, who never studied natural philosophy. We supposed that his clear sight was partly a result of this fact. He made several excursions and observations, collected many samples, and, because he was not under one master's or one professional authority's influence, he tried to explain his experiences using analogies and his own common sense. Unlike FICHTEL, TOWNSON studied several branches of natural sciences, such as chemistry, botany, mineralogy. However, he did not have only one master. It is known that he was in personal connection with James HUTTON, he was student of Balthasar Georges SAGE in Paris, and he also knew WERNER's works (KÁZMÉR 1999). These different and sometime contrary influences could have developed his native independent mind that appears in his *Travels in Hungary* and other books. The excellent Jens

ESMARK, the only one of them who made a career as a natural philosopher, had an absolutely false opinion on the origin of the Hungarian Mountains and character of their rocks. Probably, ESMARK became an absolute "WERNER believer" in Freiberg. From what he wrote in the Introduction of his *Kurze Beschreibung* it seems that he regarded it as his personal duty to defend his master and his master's theory against FICHTEL.

All in all, the geological knowledge of Hungary was begun by the activities of these remarkable gentlemen. This fact must repeatedly be emphasised because the Hungarian history of geology tends to forget them and to regard the work of BEAUDANT or rather that of József SZABÓ as the starting-point. We hope that FICHTEL, TOWNSON and ESMARK will occupy their worthy position in the history of geology, in general, and in the Hungarian history of geology, in particular.

Notes – Jegyzetek

- ¹ For further details on FICHTEL's life see PRESCHER & SCHMIDT (1993) and PAPP (1998).
Fichtel életéről bővebben lásd PRESCHER & SCHMIDT (1993) és PAPP (1998).
- ² "Es vernügt mich nicht wenig, daß ich nunmehr die meisten Arten des ungarischen vulkanischen Zeoliths [...]; aus noch thätigen, oder oder kaum noch erloschenen unbezweifelten italiänischen Vulkanen vorlegen kann. Möchten doch die Mineralogen dergleichen unwiderlegliche und einleuchtende analogische Vulkanitäts-Beweise, gegen elende nichtwürdige Geschwätze, und bisweilen aus den unausstehlig abgeschmackte Vernunfteleien mancher heutigen Schriften, aus Liebe für die Wissenschaft wirken lassen [...]." (p. 310 in FICHTEL, 1794a)
- ³ For further details on TOWNSON's life see VALLANCE & TORRENS (1984) and TORRENS (1999).
Townson életéről bővebben lásd VALLANCE & TORRENS (1984) és TORRENS (1999).
- ⁴ For further details on TOWNSON's scientific activity in Hungary see papers in RÓZSA (1999).
TOWNSON magyarországi tudományos tevékenységéről bővebben lásd RÓZSA (1999).
- ⁵ pp. 215–216 in TOWNSON (1797)
- ⁶ For further details on ESMARK's life see SCHEDELIG (1926) and ANDERSEN (1980).
ESMARK életéről bővebben lásd SCHEDELIG (1926) és ANDERSEN (1980).
- ⁷ "[...] machte ich mich in Wien vorzüglich mit den von Fichtelschen Schriften bekannt, da solche nicht allein die neuesten, sondern auch die ausführlichsten von diesem Lande waren [...]. [...] ob ich gleich schon beim lesen derselben mehrere grobe und anfallende Unrichtigkeiten [...] darin bemerkt hatte. Allein wie erstaunte ich, als ich bei eignen Besichtigung das meiste von ihm Beobachtete und Beschriebene falsch fand. Dieses brachte mich nun eigentlich [...] zu dem Entschlusse, meine Bemerkungen über die ungarischen Gebirge [...] vorzulegen, theils um künftigen Reisenden ihre Beobachtungen zu erleichtern, und ihnen Gelegenheit zu geben, zwischen mir und Herrn von FICHTEL zu entscheiden, theils um jungen Mineralogen der ungarischen Länder, die sich jetzt an die Fichtelschen Behauptungen als an ausgemachte und unumstößliche Wahrheiten halten, die Augen zu öffnen und sie auf das wahre Verhalten der Natur [...] aufmerksam zu machen." (pp. 3–4 in ESMARK 1798)
- ⁸ "[...] ich habe eine Suite von 14 Stücken zusammengebracht, wo sich eine Abänderung an die andere, nicht nur der Farbe nach, sondern auch nach ihrem Gewebe genau anschließt." (p. 653 in FICHTEL 1791)
- ⁹ At that time granite was considered a sedimentary rock even by most of the volcanists.
A gránitot ekkoriban – még a vulkanisták többsége is – üledékes kőzetnek tekintette.
- ¹⁰ According to the contemporary nomenclature afterporphyry is a porphyry (i.e. rock composed of feldspar, quartz, amphibole and/or pyroxene, sometimes mica) with calcite replacing feldspar.
A korabeli nevezéktan szerint az afterporfir olyan porfir (azaz földpátból, kvarcból, amfibolból és/vagy piroxénből, esetleg csillámból álló kőzet), amelyben a földpát helyett kalcit található.
- ¹¹ "[...] daß auf diesem ganzen, 12 Meilen langen, und 3 bis 4 Meilen breiten Gebirgszuge, keine einzige Solche Gebirgsart, die evident unvulkanisch wäre, z.B. ein Granit, Kalk, Schieferfels,

- Sandstein, oder Breccia angetroffen wird, wenigstens ich keine angetroffen, oder aus diesem Gebirge erhalten habe; sondern daß alle und jede Berge, entweder Traß, ächter oder Afterporphy, Basalt, oder glasiger vulkanischer Zeolith sind, insgesamt also aus solchen Felsarten bestehen, die von allen richtigen Lithologen für vulkanisch gehalten werden." (p. 410 in FICHTEL 1791)
- ¹² "Aschgrauer körniger, aus runden oder stumpfeckigten, perlartigen, glasigen, und manchmal etwas hohlen Körnern konglomerierten Zeolith, geschmolzenen Ansehens [...]. Unter der Lupe [...] hat dieser Zeolith ein eigenes glasiges Ansehen, welches mit gar keinem Mineral verglichen werden kann." (pp. 648-649 in FICHTEL 1791)
- ¹³ p. 275 in TOWNSON (1797)
- ¹⁴ p. 276 in TOWNSON (1797)
- ¹⁵ For further details see SZÖÖR et al. (1999).
Erről bővebben lásd SZÖÖR et al. (1999).
- ¹⁶ PALLAS, P. S.: Neue Nordische Beiträge zur physikalische und geographische Erd und Völkerbeschreibung, Naturgeschichte und Oekonomie. Sankt Petersburg und Leipzig, 1-7. 1781-1796.
- ¹⁷ p. 286 in TOWNSON (1797)
- ¹⁸ For further details on TOWNSON's "mineralogical" excursion in Tokaj Mountains see RÓZSA & SZAKÁLL (1999).
TOWNSON tokaji-hegységi „mineralógiai” kirándulásáról bővebben lásd RÓZSA & SZAKÁLL (1999).
- ¹⁹ p. 298 in TOWNSON (1797)
- ²⁰ "[...] ist von einer dunkelaschgrauen Farbe, die sich oft dem Schwärzlichgrauen mehr oder weniger nähert; nächst dem kommt sie auch von einer rothen Farbe vor, die das Mittel zwischen blut und ziegelroth hält. Alle diese Farben bilden im Querbruche bandartige Zeichnungen. Auswendig ist sie matt, inwendig wenig glänzend, von Fettglanze, der sich etwas dem Perlmutterglanze nähert." (p. 148 in ESMARK 1798)
- ²¹ "Da ich aber nach Freyberg kam, hatte der Herr Bergcommissionsrath WERNER das nehmliche Foßil, welches ich zwischen Tokay und Kerestur gefunden hatte, aus Sibirien bekommen, und es mit dem [...] passenden Namen, Perlstein belegt; daher ich mich nun ebenfalls dieses Namens bedient habe." (p. 167 in ESMARK, 1798)
- ²² "FICHTEL nennt sie, wie bekannt, vulkanische Zeolithe; da sie aber nichts Uebereinstimmendes mit dem Zeolithe haben, außer daß sie sich vor dem Löthrohre stark ausdehnen [...], so finde ich diese Namen nicht passend. Noch weniger passend ist das von ihm gebrauchte Beiwort: vulkanisch, da sie nicht vulkanischer, sondern sämmtlich neptunischer Entstehung sind." (p. 166-167 in ESMARK 1798)
- ²³ "Ich bin überzeugt, daß nicht allein die Ungarischen Bimssteine, sondern auch die meisten verkäuflichen Bimssteine, die von dem Liparischen Inseln kommen, und vielleicht alle wahre Bimssteine, einen neptunischen Ursprung haben." (p. 169 in ESMARK 1798)
- ²⁴ "Ich fand überall wo Fichtel nur Asche und Schlacken [sic] sah, nicht die mindeste Spur von einem auch noch so kleinen Feuerprodukte, - ausgenommen zwischen Tokay und Tallya, wo man zur linken Hand eine Ziegelhütte siehet, und wo man deutliche Schlacken findet" [p. 167 in ESMARK (1798)].

References – Irodalom

- ANDERSEN, S. A. 1980: ESMARK (ESMARCH), Jens, 1763-1839. – In: BEH, Sv. C. (Ed): Dansk Biografisk Leksikon. Tredja udgave. Gyldendal, Copenhagen, vol. 2, 262-263.
- ESMARK, J. 1798: Kurze Beschreibung einer mineralogischen Reise durch Ungarn, Siebenbürgen und das Bannat. – Freyberg.
- FICHTEL, J. E. von, 1791: Mineralogische Bemerkungen von den Karpathen. I-II. – Vienna.
- FICHTEL, J. E. von, 1794a: Mineralogische Aufsätze. – Vienna.
- FICHTEL, J. E. von, 1794b: Nachricht von einem Ungarn neu entdeckten ausgebrannten Vulkan. – Schriften der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, 11, 1-19.
- KÁZMÉR M. 1999: A wernerianus Robert TOWNSON és „közettani” térképe Magyarországról. – In: RÓZSA P. (Ed.): *Robert Townson magyarországi utazásai*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 51-58 (in Hungarian and English)

- PAPP, G. 1998: An ardent vulcanist from Hungary. Sketches to the scientific portrait of Johann Ehrenreich von FICHEL (1732–1795). – In: MORELLO, E. (Ed.): *Volcanoes and History*. Brigati, Genova, 505–522.
- PAPP G. 2002: A magyar topografikus és leíró ásványtan története. – *Topographia Mineralogica Hungariae* 7. Herman Ottó Múzeum, Miskolc.
- PRESCHER, H. & SCHMIDT, P. 1993: Johann Ehrenreich von FICHEL. Leben, Werk und seine Schrift "Die Mineralogen gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts". – Appendix in Johann Ehrenreich von FICHEL: Die Mineralogen gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Freiburger Forschungshefte D 199 Historischer Bergbau, 61–84.
- RÓZSA P. (Ed.) 1999: Robert TOWNSON magyarországi utazásai. Robert TOWNSON's travels in Hungary. – Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 219 p. (in Hungarian and English)
- RÓZSA P. & KASÉLYÁK Gy. 1999: TOWNSON magyarországi útjának topográfiája. Topography of TOWNSON's travel in Hungary. – In: RÓZSA P. (Ed.): *Robert TOWNSON magyarországi utazásai. Robert TOWNSON's travels in Hungary*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 201–207 (in Hungarian and English)
- RÓZSA P. & SZAKÁLL S. 1999: TOWNSON ásvány-közzettani megfigyelései a Tokaji-hegységben. TOWNSON's mineralogical and petrographical observations in the Tokaj Mountains. – In: RÓZSA P. (Ed.): *Robert TOWNSON magyarországi utazásai. Robert TOWNSON's travels in Hungary*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 151–162 (in Hungarian and English)
- SCHETELIG, J. 1926: ESMARK, Jens, 1763–1839. – In: BULL, E. & JANSEN, E. (Eds.): *Norsk Biografisk Leksikon*. Aschehough, Oslo, vol. 3, 592–594.
- SZÖÖR GY., BARTA I. & RÓZSA P. 1999: TOWNSON "Travels in Hungary..." című könyvének "geokémiai" vonatkozásai. "Geochemical" concerns of TOWNSON's Travels in Hungary. – In: RÓZSA P. (Ed.): *Robert TOWNSON magyarországi utazásai. Robert TOWNSON's travels in Hungary*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 59–71 (in Hungarian and English)
- TORRENS, H. 1999: Robert TOWNSON (1762–1827): gondolatok egy rendkívüli polihisztor természettudós utazóról. Robert TOWNSON (1762–1827): thoughts on a polymathic natural historian and traveller extraordinary. – In: RÓZSA P. (Ed.): *Robert TOWNSON magyarországi utazásai. Robert TOWNSON's travels in Hungary*. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 11–26 (in Hungarian and English)
- TOWNSON, R. 1797: Travels in Hungary with a short account of Vienna in the year 1793. – London.
- VALLANCE, T. G. & TORRENS, H. 1984: The Anglo-Australian traveller Robert TOWNSON and his map of Hungarian "petrography" (1797). – In: DUDICH, E. (Ed.): *Contribution to the history of geological mapping*. Budapest, 391–398.

Kézirat beérkezett: