

Drápalová, Radka; Přichystal, Antonín

**Petrografická a geochemická charakteristika obsidiánových zdrojů v Turecku s ohledem na obsidiánové artefakty z Tell Arbid Abyadu v Sýrii**

In: *Moravskoslezská škola doktorských studií. Seminář 2.* Měřínský, Zdeněk (editor); Klápště, Jan (editor). 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011, pp. 25-33

ISBN 9788021056718

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/127716>

Access Date: 29. 11. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

# PETROGRAFICKÁ A GEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA OBSIDIÁNOVÝCH ZDROJŮ V TURECKU S OHLEDEM NA OBSIDIÁNOVÉ ARTEFAKTY Z TELL ARBID ABYADU V SÝRII

Radka Drápalová, Antonín Přichystal

## Abstrakt:

*Předkládaná práce je zaměřena na geochemickou charakteristiku hlavních zdrojů obsidiánů ve střední a východní části turecké Anatólie. Výsledky celohorninových analýz vulkanických skel, která byla odebrána ve středním, severovýchodním a jihovýchodním Turecku, jsou porovnány s výsledky laserové ablace provedené na obsidiánových artefaktech z archeologické lokality Tell Arbid Abyad v severovýchodní Sýrii. Protože se v Sýrii ani jinde v Mezopotámii žádné zdroje obsidiánu nevyskytují, předpokládáme jejich původ právě na území Turecka. Podle současného stavu poznání se jako nejpravděpodobnější zdroje pro převládající část artefaktů z Tell Arbid Abyadu jeví výskyty obsidiánu v jihovýchodní Anatólii, a to buď v okolí města Bingöl nebo z vulkánu Nemrut Dağı u jezera Van, obě zdrojové oblasti ve vzdálenosti kolem 260 km vzdušnou čarou.*

## Klíčová slova:

**obsidián – Anatólie – LA-ICP-MS – štípaná industrie – Tell Arbid Abyad v Sýrii**

## Abstract:

**The petrographical and geochemical characteristics of obsidian sources in Turkey with regard to obsidian artefacts from Tell Arbid Abyad, Syria**

*This paper addresses the geochemical characteristics of the principal sources of obsidian in central and eastern Anatolia, Turkey. The results of obsidian analyses from central, NE and SE Turkey are compared with those obtained by the laser ablation of obsidian artefacts from the Tell Arbid Abyad site (NE Syria). As no obsidian sources occur either in Syria or in the whole of Mesopotamia, their provenance is sought in Turkey. The current state of knowledge appears to indicate that obsidian sources in SE Anatolia (the surroundings of Bingöl and the Nemrut Dağı volcano, near Lake Van) are the most likely areas of origin for a large proportion of obsidian for the artefacts from the Tell Arbid Abyad location. Both source areas are situated approximately 260 km from the Syrian site.*

## Key words:

**obsidian – Anatolia – LA-ICP-MS – chipped industry – Tell Arbid Abyad – Syria**

## Úvod

V roce 2005 byla zahájena spolupráce mezi Ústavem archeologie a muzeologie Filozofické fakulty MU v Brně a polsko-syrskou expedicí, která provádí archeologický průzkum na lokalitě Tell Arbid v Sýrii. Cílem této spolupráce, vedené dr. Innou Mateiciucovou, bylo prozkoumání blízkého okolí Tell

Arbidu, tedy i menšího Tell Arbid Abyadu z období proto-haláfské a časné haláfské kultury, z pozdního neolitu (Mateiciucová 2010, 211). Jedním z řešených okruhů tohoto výzkumu bylo také určení proveniencí kamenných štípaných, broušených a ostatních artefaktů.

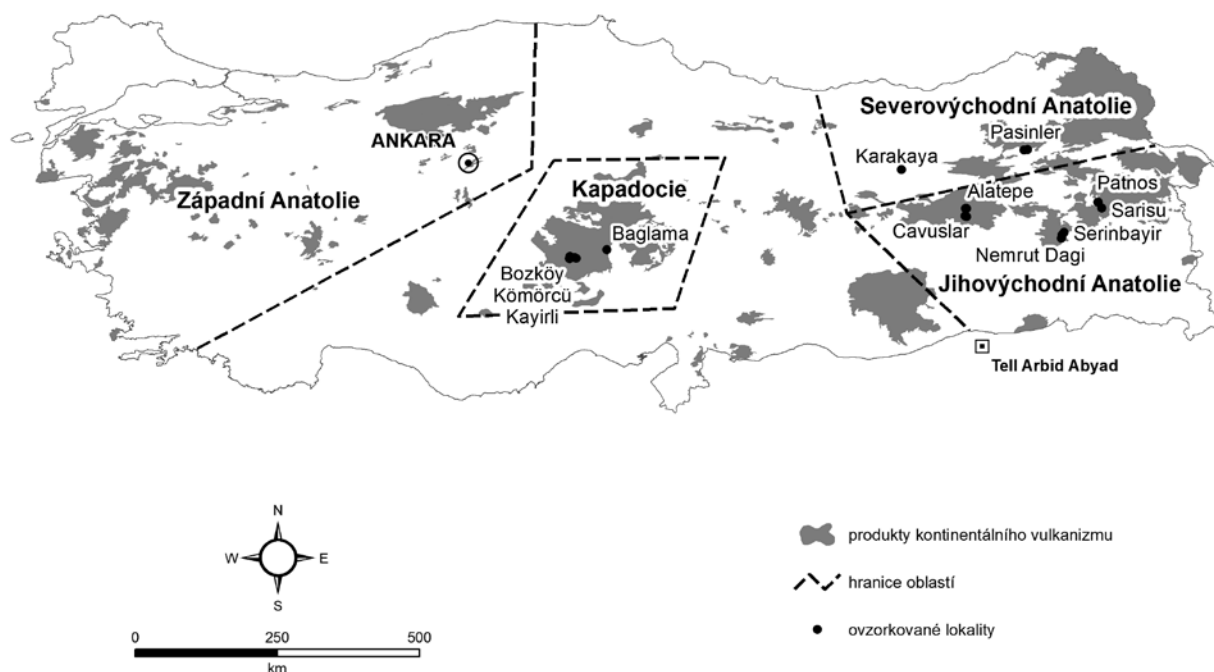
Přibližně polovina nalezených štípaných artefaktů, většinou se jedná o retušované čepelky, je zhotovena z obsidiánu. Původ tohoto přírodního skla je spojen s kenozoickým kyselým vulkanismem, avšak žádné takové horniny nejsou ani v Sýrii, ani v celé Mezopotámii známy. Nejbližší zdrojová území obsidiánu leží v Turecku nebo vzdálenější Arménii. V asijské části Turecka (Anatólii) se obsidiány nacházejí ve čtyřech hlavních oblastech (Obr. 1; např. Özdoğan 1996, 423; Chataigner et al. 1998, 520).

V západní Anatólii jsou podle Kellera a Seifrieda (1990, 62) známy nejméně tři zdroje v galatském masivu severozápadně od Ankary (Sakaeli, Yağlar, Galata-X). Podle současných znalostí byly tyto obsidiány distribuovány na západ směrem k Marmarskému moři. Navíc se jedná o nejvzdálenější anatólské výskyty obsidiánu vzhledem k námi studované syrské lokalitě (vzdušnou čarou kolem 820–930 km), proto jsme se jimi blíže nezabývali.

Skutečně významnou potenciální oblastí je centrální Anatólie (Kapadocie) s rozsáhlými výskyty obsidiánů, které byly v pravěku intenzivně využívány (Balkan-Atli et al. 1999). Jak potvrdil i náš orientační terénní výzkum, jedná se o bohaté a velmi kvalitní zdroje, které jsou soustředěny na relativně malém území. Pravěký transport těchto obsidiánů probíhal podle publikovaných geochemických studií daleko na jih, východ i západ, objevují se například i na syrské neolitické lokalitě Jerf el Ahmar (Abbès et al. 2003). Od našeho pozdně neolitického naleziště Tell Arbid Abyad v Sýrii jsou kapadocké obsidiánové zdroje vzdáleny asi 600 km vzdušnou čarou na severozápad.

V severovýchodní Anatólii (na území mezi městem Erzincan a arménskou hranicí) je více menších zdrojů obsidiánů (zhruba 370 km od studované archeologické lokality). Ty byly nepochybně v pravěku lokálně využívány, avšak podle dnešních znalostí nebyly zdejší obsidiány exportovány dál do Mezopotámie.

Z pohledu Tell Arbid Abyadu jsou důležité nejbližší rozsáhlé výskyty obsidiánů v jihovýchodní Anatólii. Obsidiány z těchto nalezišť jsou snadno přístupné a velmi kvalitní. Je zde možné rozlišit dva samostatné regiony, které jsou od sebe vzdáleny asi 120 km. Je to jednak území severovýchodně od města Bingöl, jednak severní a západní okolí jezera Van. Podle publikovaných údajů byly obsidiány z těchto zdrojů využívány na výrobu štípaných artefaktů nejen v pravěkém Turecku a Sýrii, ale i v Iráku. Obě zdrojové oblasti v jihovýchodní Anatólii jsou vzdušnou čarou od Tell Arbid Abyadu vzdáleny zhruba stejně – kolem 260–300 km.



Obr. 1. Oblasti s výskyty kenozoického kontinentálního vulkanismu v Turecku (upraveno podle geologických map Turecka 1: 500 000) s vyznačenými místy odběru obsidiánů a s polohou Tell Arbid Abyadu. Hranice oblastí podle Chataignera et al. (1998).

Abb. 1. Gebiete mit Vorkommen eines känozoischen kontinentalen Vulkanismus in der Türkei (modifiziert nach einer geologischen Karte der Türkei 1: 500 000) mit eingezeichneten Entnahmestellen der Obsidiane und mit der Lage Tell Arbid Abyad. Gebietsgrenzen nach Chataigner et al. (1998).

### Terénní část

Během návštěvy středního, severovýchodního a jihovýchodního Turecka v roce 2008 odebral A. Přichystal vzorky obsidiánů z většiny přístupných lokalit, které jsou v literatuře uváděny jako potenciální zdroje pro výrobu štipané industrie (Obr. 1). Konkrétně byly ověřovány výchozy v Kapadóci na lokalitách Bağlama, Bozköy, Kayirli a Kömürcü, všechny vystupující v okolí pleistocenního stratovulkánu Göllu Dağı (Balkan-Atli et al. 1999, 136). Obsidiány odebrané v severovýchodní Anatólii pocházejí od osady Karakaya (východně od města Erzincan) a z okolí města Pasinler. V jihovýchodní Anatólii u jezera Van byly vzorkovány obsidiány z vulkánů Süphan Dağı (lokality Sarisu a Patnos) a Nemrut Dağı (z kaldery a z okolí města Serinbayir) a rovněž v druhém potenciálním regionu jihovýchodní Anatólie v okolí města Bingöl (obsidiánové zdroje v Alatepe a Cavuşlaru).

### Laboratorní část

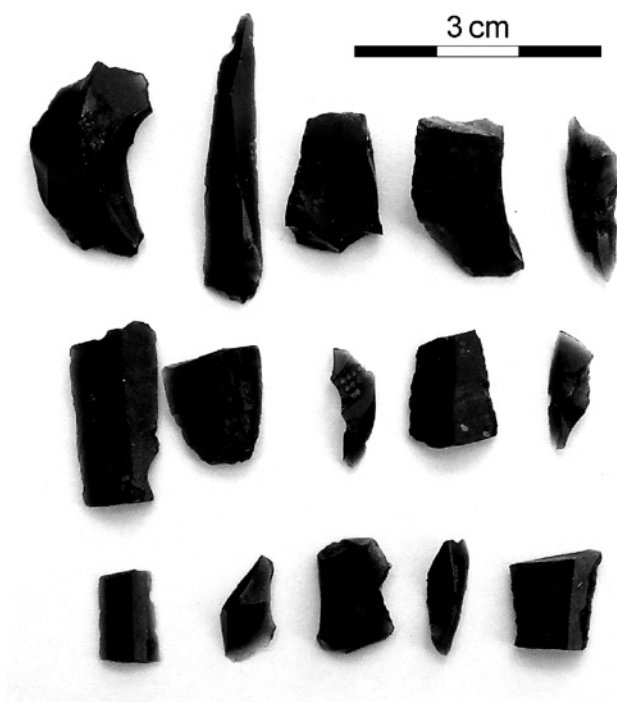
Všechny odebrané vzorky byly podrobně charakterizovány makroskopicky. Především byla popsána barva obsidiánů v dopadajícím světle a barva jejich průsvitu za pomoci Munsellovy barevné škály (Rock-Color Chart 1995). U některých obsidiánů bylo možné již makroskopicky zaznamenat vyrostlice minerálů, páskování, mikrolity nebo částečnou devitrifikaci skla. Z vybraných vzorků se zhotovily leštěné výbrusy, které byly následně popsány pod polarizačním mikroskopem. Jednotlivé minerální fáze byly studovány elektronovým mikroanalýzátorem. U části odebraných skel se stanovilo zastoupení hlavních oxidů, vybraných stopových prvků a vzácných zemin v laboratořích ACME

Analytical Laboratories Ltd., Vancouver. Jedná se o obsidiány z lokalit Bozköy (Kapadócie), Pasinler (sv. Anatólie), ze Sarisu u vulkánu Süphan Dağı a z kaldery vulkánu Nemrut Dağı (obě lokality u jezera Van v jv. Anatólii) a konečně z druhého zdrojového regionu v jv. Anatólii v okolí města Bingöl (Alatepe a Cavuşlar). Získané výsledky byly vyhodnoceny v programu GCDkit 2.3. Obsidiány z přírodních lokalit byly analyzovány destruktivním způsobem. Tuto metodiku ovšem nebylo možné aplikovat na obsidiánové artefakty z Tell Arbid Abyadu (Obr. 2), byla u nich tedy použita nedestruktivní metoda laserové ablace s hmotnostní spektrometrií v indukčně vázaném plazmatu (LA-ICP-MS) na Ústavu analytické chemie MU (analyzovala L. Zaorálková z týmu V. Kanického). Na každém artefaktu bylo provedeno deset měření, tato měření pak byla zprůměrována. Konečná data byla rovněž vyhodnocena a vynesena do grafů pomocí programu GCDkit 2.3.

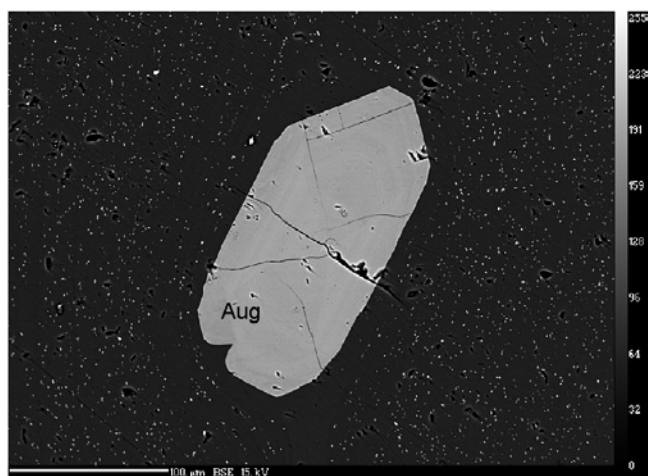
Největší rozdíly mezi jednotlivými zdroji obsidiánů se projevily především v chemickém složení, proto je tento příspěvek zaměřen na jeho podrobný popis a srovnání se složením artefaktů.

### Petrografická charakteristika

Všechny obsidiány obsahovaly určité množství mikrolitů, tedy extrémně malých jehličkovitých zárodků krystalů ve sklovité hmotě, které vznikly při rychlém utužení magmatu. Nejvíce mikrolitů bylo obsaženo ve vzorcích z vulkánu Nemrut Dağı a v obsidiánech z lokality Pasinler. Naopak nejméně mikrolitů obsahovala skla z Cavuşlaru. Většinou byla orientace mikrolitů dána směrem toku magmatu. Ve vzorcích z lokality Bozköy

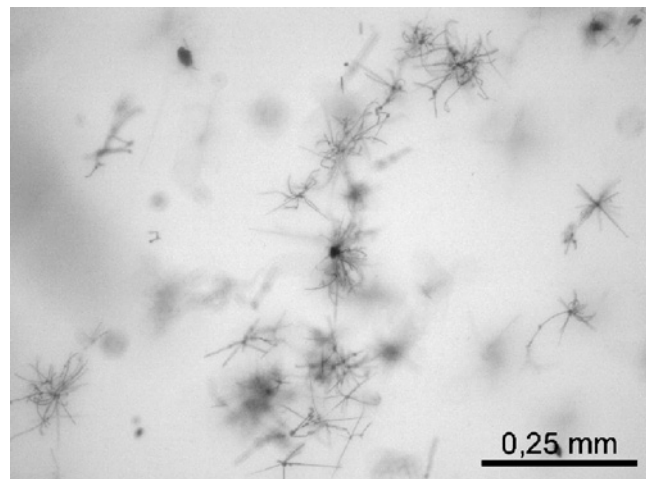


Obr. 2. Obsidiánové artefakty z Tell Arbid Abyadu.  
Abb. 2. Obsidianartefakte aus Tell Arbid Abyad. Foto R. Drápalová.

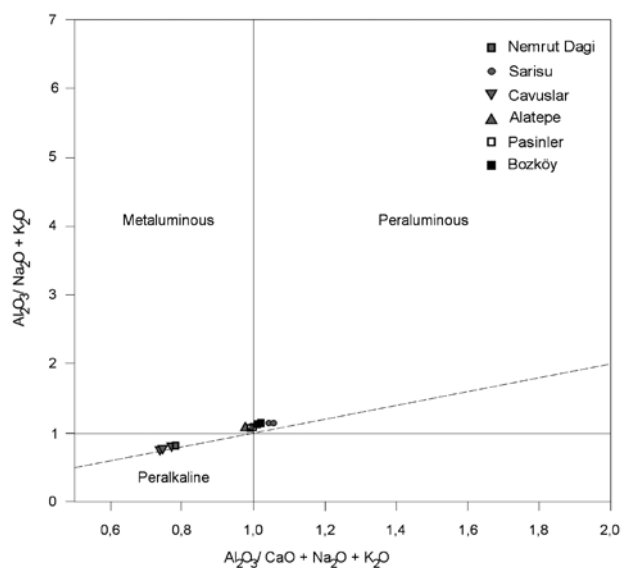


Obr. 4. Zonální pyroxen (augit) v obsidiánu z lokality Pasinler (BSE).  
Abb. 4. Zonales Pyroxen (Augit) in einem Obsidian von der Fundstätte Pasinler (BSE).

v Kapadocii tvořily tyto mikrolity sférolitické shluky (Obr. 3). Vzhledem k malé velikosti mikrolitů nebylo možné určit jejich chemické složení. Z hlavních horninotvorných minerálů byly pozorovány mikrovrostlice živců, pyroxenů, olivínů a tmavé slídy. Živce jsou obvykle automorfně až hypautomorfně omezené, o velikosti kolem 300  $\mu\text{m}$ , někdy až 600  $\mu\text{m}$ . Z pyroxenů jsou většinou zastoupeny augity (Obr. 4), ojediněle ferosility. Všechny analyzované olivíny byly železnaté, jednalo se tedy o fayality. Z akcesorických minerálů byly rozpoznány zirkony,

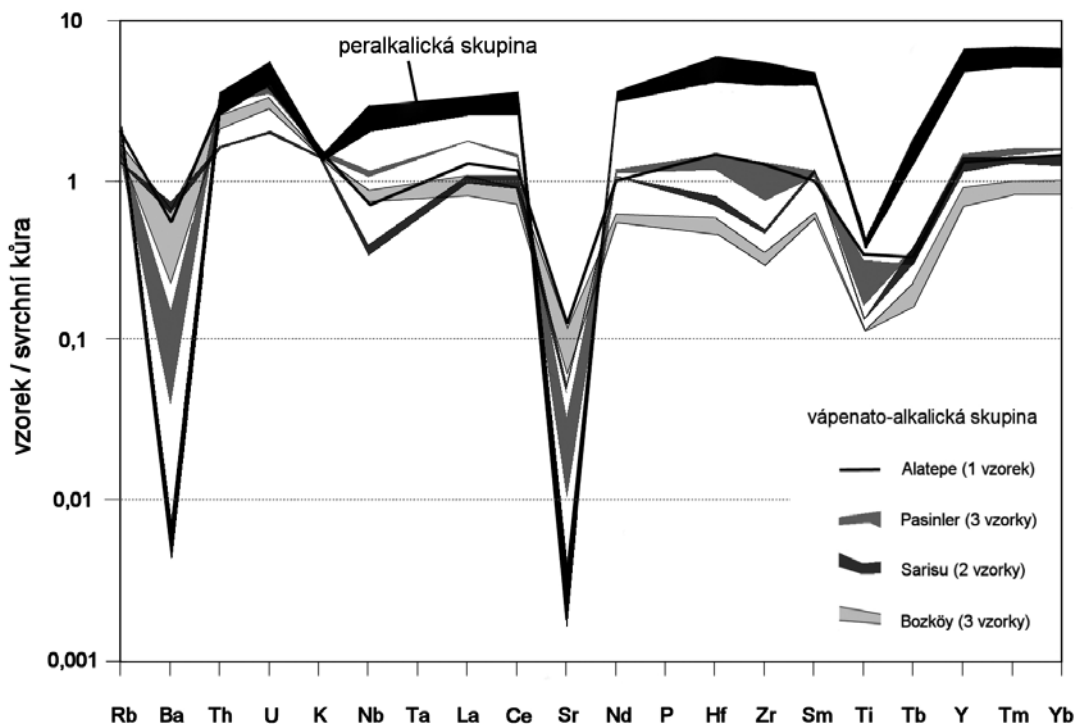


Obr. 3. Výbrus obsidiánu z lokality Bozköy se sférolitickými shluky mikrolitů (PPL).  
Abb. 3. Querschliff eines Obsidians von der Fundstätte Bozköy mit sphärolithischen Mikrolithansammlungen (PPL). Foto R. Drápalová.

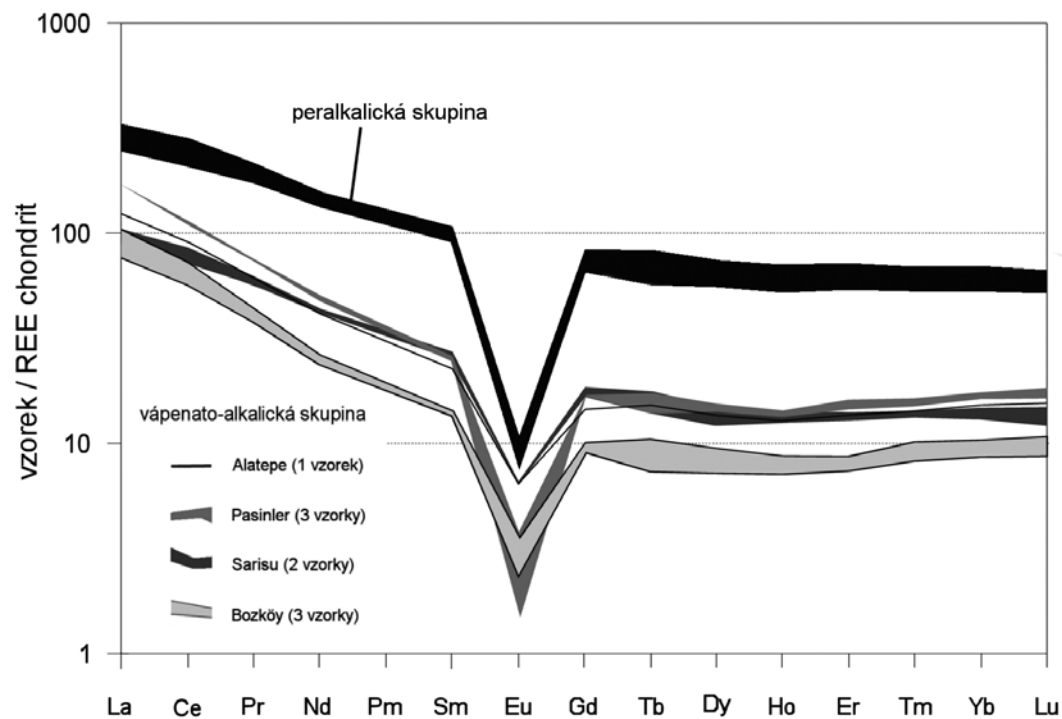


Obr. 5. Klasifikace obsidiánů na základě saturace  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (podle Shand 1943).  
Abb. 5. Klassifizierung der Obsidiane gemäß  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – Sättigung (nach Shand 1943).

magnetity, ilmenity, apatity, monazity a pyrity. Množství mikrovrostlic bylo v jednotlivých výbrusech různé. Například obsidiány z Alatepe neobsahovaly žádné větší minerály, které by bylo možné pozorovat pod mikroskopem. Velké zastoupení mikrovrostlic však obsahovaly například výbrusy z Nemrut Dağı nebo ze Sarisu (obě lokality v okolí jezera Van). Výbrus z obsidiánového artefaktu z Tell Arbid Abyadu nebyl kvůli destrukční povaze metody proveden, z pozorování pod stereomikroskopem je však zřejmé, že se jedná o homogenní sklo bez vrostlic.



Obr. 6. Porovnání obsahu stopových prvků v peralkalických obsidiánech (lokalita Cavuşlar a vulkán Nemrut Dağı) a ve vápenato-alkalických obsidiánech. Množství stopových prvků je normalizováno na jejich zastoupení ve svrchní kůře (podle Taylor–McLennan 1985).  
 Abb. 6. Vergleich des Spurenelementengehalts in den peralkalischen (Fundstätte Cavuşlar und Vulkan Nemrut Dağı) und kalziumalkalischen Obsidianen. Die Menge der Spurenelemente wurde auf ihr Vorkommen in der oberen Erdkruste normalisiert (nach Taylor–McLennan 1985).



Obr. 7. Porovnání obsahu REE v peralkalických obsidiánech (lokalita Cavuşlar a vulkán Nemrut Dağı) a ve vápenato-alkalických obsidiánech. Množství REE je normalizováno na jejich zastoupení v chondritu (podle Boynton 1984).  
 Abb. 7. Vergleich des REE-Gehalts in den peralkalischen (Fundstätte Cavuşlar und Vulkan Nemrut Dağı) und kalziumalkalischen Obsidianen. Die REE-Menge wurde auf ihr Vorkommen im Chondrit normalisiert (nach Boynton 1984).

### Geochemická charakteristika

Z celohorninových analýz tureckých obsidiánů vyplývá, že tvoří dvě hlavní skupiny: skupinu „vápenato-alkalickou“ (zahrnuje horniny na přechodu mezi vápenato-alkalickými a alkalickými) a skupinu peralkalickou. Obě dvě lze rozlišit vynesáním chemického složení do diagramu založeného na vztahu mezi  $Al_2O_3$ , CaO a alkáliemi (Obr. 5) podle Shanda (1943). Jiný způsob odlišení těchto dvou skupin poskytuje tzv. spider-diagram, kde jsou obsahy stopových prvků normalizovány na složení svrchní kůry (Obr. 6) podle Taylora a McLennana (1985) nebo jsou normalizovány jen obsahy vzácných zemin na množství REE v chondritu (Obr. 7) podle Boyntona (1984).

Při normalizaci stopových prvků v obsidiánech na množství stopových prvků ve svrchní kůře (Obr. 6) jsou u peralkalické skupiny patrné velké negativní anomálie Ba a Sr. Naopak ostatní prvky jsou v těchto obsidiánech zastoupeny vyššími koncentracemi, především se jedná o Hf, Zr, Y nebo U. Peralkalické vzorky jsou oproti vápenato-alkalickým bohatší i o prvky vzácných zemin, hlavně o HREE, které jsou v pravé polovině spider-diagramu (Obr. 7). Ve vápenato-alkalické skupině jsou zastoupeny i obsidiány z Kapadocie. V diagramu (Obr. 7) se křivka těchto obsidiánů odlišuje od ostatních vápenato-alkalických, to je dáno odlišnou geochemickou afinitou.

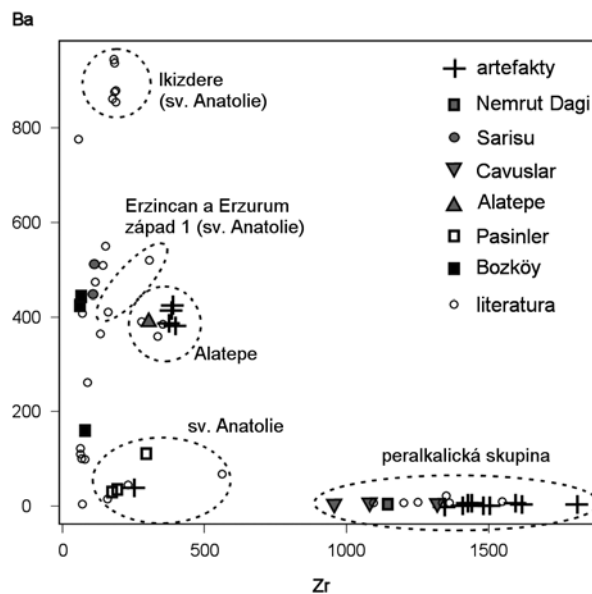
V peralkalické skupině jsou zastoupeny obsidiány z okolí Bingölu (Cavuşlar) a z vulkánu Nemrut Dağı (oboje z jv. Anatólie). Výsledky provedených geochemických analýz na vzorku z Nemrut Dağı a na vzorcích z Cavuşlaru se shodují se závěrem Bellot-Gurleta et al. (1999, 167), kteří uvádějí, že některé obsidiány z oblasti Bingöl jsou chemicky nerozpoznatelné od obsidiánů z Nemrut Dağı a že tyto dva zdroje lze rozlišit na základě jejich stáří.

Vápenato-alkalické obsidiány jsou v Anatólii mnohem rozšířenější. Do této skupiny patří analyzované obsidiány z Bozköy (Kapadocie), Pasinleru (sv. Anatólie), Alatepe (vápenato-alkalická skupina v oblasti Bingöl, jv. Anatólie) a obsidiány z vulkánu Süphan Dağı z okolí města Sarisu (okolí jezera Van, jv. Anatólie). Jednotlivé zdroje těchto obsidiánů je ale na základě spider-diagramů obtížnější rozlišit. Jako přesnější se ukázalo použití binárních diagramů. Chataigner et al. (1998, 525) uvádějí, že k rozlišování zdrojových oblastí jsou vhodné diagramy Ba vs. Zr, Ba vs. Sr nebo Ba vs.  $Fe_2O_3$ . Rovněž jsou používány diagramy s poměry stopových prvků jako Nb/Zr vs. Y/Zr (Gratuze 1999, 876) atd. I v těchto diagramech lze lehce odlišit peralkalické a vápenato-alkalické obsidiány, avšak pro zjištění konkrétního zdroje vápenato-alkalických obsidiánů je zapotřebí další kombinace několika binárních diagramů.

### Laserová ablace

Výsledky laserové ablace (Obr. 8), kterou provedla L. Zaorálková na 15 obsidiánových artefaktech z Tell Arbid Abyadu, jsou vyneseny do binárních diagramů. Společně s nimi jsou do těchto diagramů vyneseny i výsledky naší provedených celohorninových analýz a publikované výsledky celohorninových analýz dalších autorů. Z těchto diagramů vyplývá, že sada artefaktů je tvořena třemi obsidiánovými zdroji:

- Nejvýrazněji se odlišuje 10 artefaktů s peralkalickým složením, u kterých ale není možné určit, zda se jedná o zdroj Nemrut Dağı, nebo o peralkalickou skupinu z oblasti Bingöl.

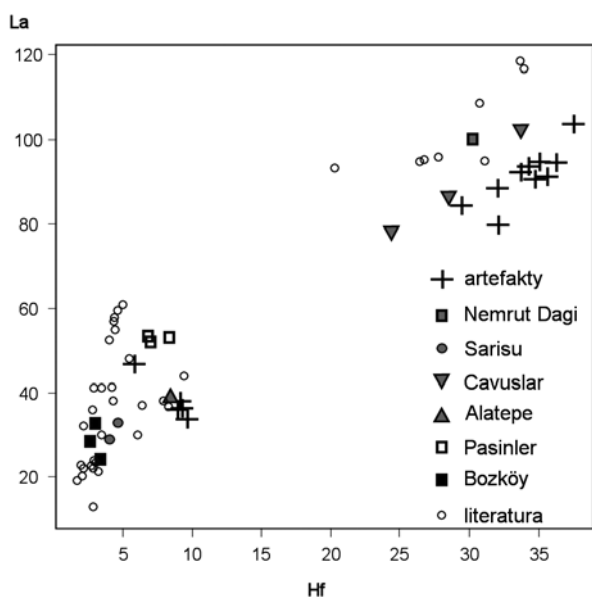


Obr. 8. Diagram Ba vs. Zr. Vynesená data byla získána z celohorninových analýz přírodních zdrojů v Turecku, z laserové ablace provedené na artefaktech a z analýz přírodních zdrojů, které jsou publikovány v literatuře (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999). Všechny obsidiány, které nejsou označeny jako peralkalické, jsou vápenato-alkalické.

Abb. 8. Diagramm Ba vs. Zr mit eingetragenen Werten der geochemischen Analysen von den natürlichen Quellen in der Türkei, der Laserablation an den Artefakten und den in der Fachliteratur aufgeführten Werten (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999). Alle Obsidiane, die nicht als peralkalisch bezeichnet wurden, sind kalziumalkalisch.

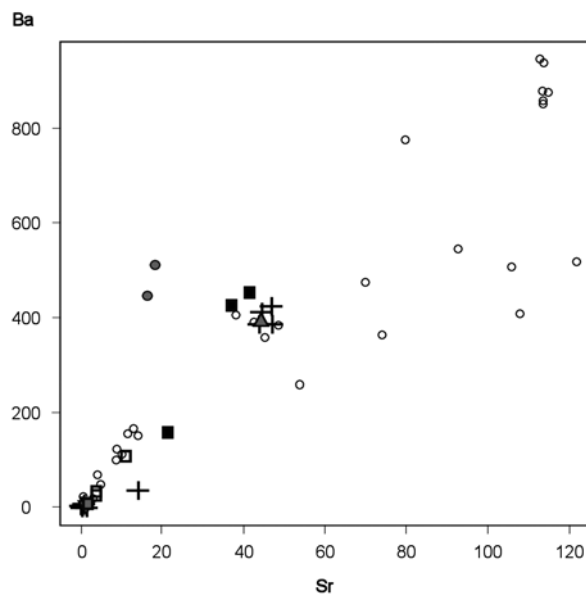
- Další 4 artefakty se svým složením nejvíce blíží vápenato-alkalické skupině oblasti Bingöl. Celohorninové analýze byl podroben pouze jeden obsidián spadající do vápenato-alkalické skupiny z oblasti Bingöl, a to obsidián z lokality Alatepe. Podle Chataignera et al. (1998, 530) však do této skupiny spadají i lokality Çatak a Cavuşlar, které mohou být také zdroji analyzovaných artefaktů.
- Jeden obsidiánový artefakt (označený 11.16.22) má zcela odlišné složení než předchozí dvě skupiny. Nejvíce se svým chemismem podobá obsidiánům ze severovýchodní Anatólie. V této oblasti se však vyskytuje mnoho obtížně geochemicky odlišitelných lokalit s obsidiány, a proto nelze s přesností určit, o který zdroj se přesně jedná. Z důvodu nekompletnosti chemických dat a nedostatečné prozkoumanosti některých lokalit není možné provést plnohodnotné srovnání našich dat se staršími pracemi.

Pro přesnější určení obsidiánových zdrojů lze použít například data Deniela et al. (1998, 279–280), Yeğingila et al. (2002, 171), Bellot-Gurleta (1998, 269–270) nebo Gratuze (1999, 878–879). Ta jsou vynesena do diagramů (Obr. 8–12) společně s našimi celohorninovými analýzami a výsledky LA obsidiánových artefaktů z Tell Arbid Abyadu. Data publikovaná ve výše zmíněné literatuře korespondují s výsledky našich analýz. Na základě chemismu, který uvádí Yeğingil et al. (2002, 171), lze vyloučit jako zdrojovou oblast pro artefakt 11.16.22 severovýchodní anatólskou lokalitu Ikizdere, která má odlišné složení.



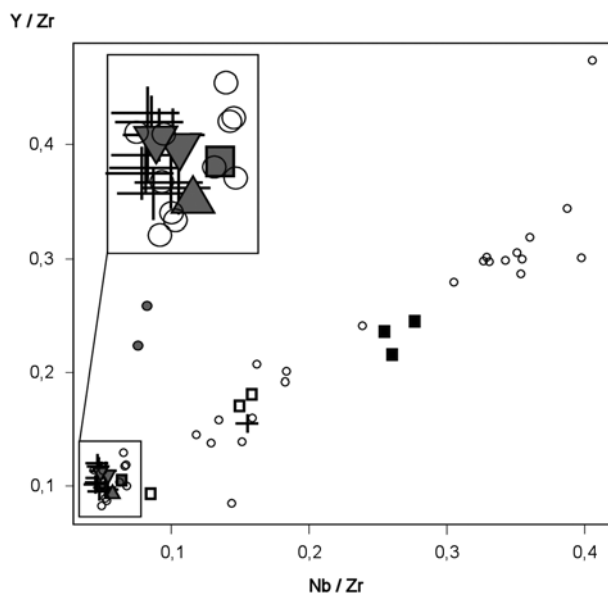
Obr. 9. Diagram La vs. Hf. Vynesená data byla získána z celohorninových analýz přírodních zdrojů v Turecku, z laserové ablace provedené na artefaktech a z analýz přírodních zdrojů, které jsou publikovány v literatuře (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).

Abb. 9. Diagramm La vs. Hf mit eingetragenen Werten der geochemischen Analysen von den natürlichen Quellen in der Türkei, der Laserablation an den Artefakten und den in der Fachliteratur aufgeführten Werten (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).



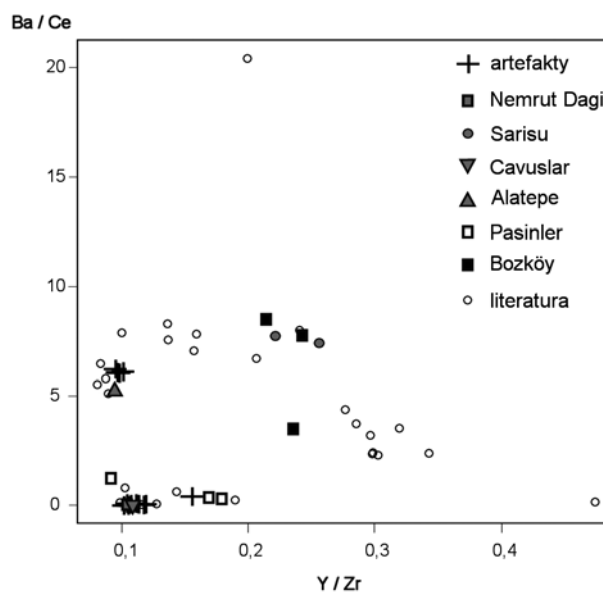
Obr. 10. Diagram Ba vs. Sr. Vynesená data byla získána z celohorninových analýz přírodních zdrojů v Turecku, z laserové ablace provedené na artefaktech a z analýz přírodních zdrojů, které jsou publikovány v literatuře (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).

Abb. 10. Diagramm Ba vs. Sr mit eingetragenen Werten der geochemischen Analysen von den natürlichen Quellen in der Türkei, der Laserablation an den Artefakten und den in der Fachliteratur aufgeführten Werten (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).



Obr. 11. Diagram Y/Zr vs. Nb/Zr. Vynesená data byla získána z celohorninových analýz přírodních zdrojů v Turecku, z laserové ablace provedené na artefaktech a z analýz přírodních zdrojů, které jsou publikovány v literatuře (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).

Abb. 11. Diagramm Y/Zr vs. Nb/Zr mit eingetragenen Werten der geochemischen Analysen von den natürlichen Quellen in der Türkei, der Laserablation an den Artefakten und den in der Fachliteratur aufgeführten Werten (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).



Obr. 12. Diagram Ba/Ce vs. Y/Zr. Vynesená data byla získána z celohorninových analýz přírodních zdrojů v Turecku, z laserové ablace provedené na artefaktech a z analýz přírodních zdrojů, které jsou publikovány v literatuře (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).

Abb. 12. Diagramm Ba/Ce vs. Y/Zr mit eingetragenen Werten der geochemischen Analysen von den natürlichen Quellen in der Türkei, der Laserablation an den Artefakten und den in der Fachliteratur aufgeführten Werten (Deniel et al. 1998; Yeğingil et al. 2002; Bellot-Gurlet 1998; Gratuze 1999).

označení artefaktů	provenience	barva průsvitu
ARBA 07-11-16-19	peralkalická sk.	zelená
14-180-1	vápenato-alkalická sk. oblast Bingöl	odstín šedé
11-16-21	vápenato-alkalická sk. oblast Bingöl	odstín šedé
17-171-2	vápenato-alkalická sk. oblast Bingöl	odstín šedé
11-16-20	peralkalická sk.	zelená
ARBA 07-19-16-18	peralkalická sk.	zelená
13-59-4	peralkalická sk.	zelená
14-180-2	peralkalická sk.	zelená
13-59-3	peralkalická sk.	zelená
14-148-3	peralkalická sk.	zelená
ARBA-11-16-16	vápenato-alkalická sk. oblast Bingöl	odstín šedé
14-462-3	peralkalická sk.	zelená
neoznačený	peralkalická sk.	zelená
neoznačený	peralkalická sk.	zelená
11-16-22	vápenato-alkalická sk. sv. Anatólie	neprůsvitný

Tab. 1. Obsidiánové artefakty z Tell Arbid Abyadu, jejich předpokládaná provenience a barva průsvitu.

Tab. 1. Obsidianartefakte aus Tell Arbid Abyad, ihre mutmaßliche Herkunft und Transparenzfarbe.

Například obsah Ba (Obr. 8) překračuje 800 ppm, u zkoumaného artefaktu je množství Ba jen 34,58 ppm. Pro tento artefakt se na základě složení dají vyloučit i severovýchodní anatolské lokality Erzincan a Erzurum-západ 1 (podle Gratuze 1999, 878–879).

Pole složení jednotlivých zdrojů tureckých obsidiánů se mohou vzájemně překrývat, a proto je důležité vynést a porovnat chemismus v několika diagramech. Například v některých diagramech se může zdát, že artefakty interpretované jako vápenato-alkalické obsidiány z oblasti Bingöl spadají mezi obsidiány z Kapadocie (diagram Ba vs. Sr, Obr. 10). V jiných diagramech však tyto obsidiány vykazují odlišný trend. Například jejich poměr Nb/Zr a poměr Y/Zr je nižší než u obsidiánů z Kapadocie. Stejným způsobem lze určit, že artefakt 11.16.22 se svým složením nejvíce blíží severovýchodním anatolským obsidiánům, s výjimkou lokalit Ikizdere, Erzincan a Erzurum-západ 1 (podle Yeğingila et al. 2002, 171 a Gratuze 1999, 878–879).

## Diskuse

Při řešení provenience obsidiánových artefaktů je důležitý i makroskopický popis, který umožňuje jejich rozdělení do skupin podle použitých surovin. Z nich se pak vyberou reprezentativní vzorky pro detailní výzkumy, neboť nikdy není možné analyzovat každý artefakt. Přichystal (2007, 2) vyčlenil v kolekci obsidiánové štípané industrie z Tell Arbid Abyadu na základě barvy průsvitu obsidiánů, barevnosti, páskování a inkluzí čtyři variety. Z nich je nejvíce zastoupena varieta D, která má olivově zelenou barvu průsvitu. Do této variety spadá 95 ze 133 kusů artefaktů nalezených do roku 2007. Při popisu obsidiánů odebraných na tureckých lokalitách se ukázalo, že i zde má část těchto hornin zelenou barvu průsvitu (moderate olive brown 5Y 4/4). Ostatní obsidiány byly zcela neprůsvitné nebo měly šedou barvu průsvitu.

Po vyhodnocení celohorninových analýz odpovídala skla se zeleným průsvitem obsidiánům majícím peralkalické složení (Tab. 1). Jedná se tedy o vzorky z vulkánu Nemrut Dağı a z oblasti Bingöl (lokalita Cavuşlar). Ostatní obsidiány, které byly analyzovány jako vápenato-alkalické, měly šedou barvu nebo byly neprůsvitné. Tyto výsledky odpovídají například popisu Fornaseriho et al. (1975), kteří obsidiány se zeleným průsvitem uvádějí z okolí města Bingöl a z Nemrut Dağı. Proto u obsidiánů se zeleným průsvitem můžeme předpokládat peralkalické složení, a tím vyloučit jejich zdroj v Kapadocii nebo severovýchodní Anatólii, kde byly popsány obsidiány jen vápenato-alkalické. Výjimkou mohou být obsidiány nalezené západně od Erzurum v blízkosti vesnice Ömertepe, které podle Chataignera et al. (1998, 527) mají peralkalickou afinitu. Tyto vzorky ani jejich chemické analýzy však nemáme k dispozici. Jak již bylo zmíněno, na základě chemického složení od sebe nelze rozlišit peralkalická skla pocházející z Nemrut Dağı a z oblasti Bingöl. Avšak obsidiány z Nemrut Dağı obsahovaly velké množství minerálů viditelné pouhým okem, které činily tyto horniny velmi nevhodné pro výrobu štípané industrie. Z tohoto důvodu se jako pravděpodobnější zdroj suroviny jeví severovýchodní okolí města Bingöl.

## Závěr

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že obsidiánové artefakty ze syrské lokality Tell Arbid Abyad mají pravděpodobně tři surovinové zdroje. Většina skel (v analyzované kolekci 15 artefaktů to jsou dvě třetiny, v celém souboru pravděpodobně až 71 %) má původ v peralkalické vulkanické sérii. V potenciálních zdrojích obsidiánu na tureckém území jsme však našli dva výskyty takové série: jednak v okolí města Bingöl (lokalita Cavuşlar), jednak vulkán Nemrut Dağı u jezera Van. Menší skupina obsidiánových artefaktů je tvořena vápenato-alkalickými obsidiány nejspíš z okolí města Bingöl, neboť v binárních diagramech mají tyto artefakty stejné trendy jako obsidiány z Alatepe u Bingölu. Obě zmíněné zdrojové oblasti představují pro námi studovanou archeologickou lokalitu v severovýchodní Sýrii nejbližší výskyty obsidiánu, a tak se jeví jako logické, že právě ony byly využívány. Na základě přítomnosti jak peralkalických, tak i vápenato-alkalických obsidiánů na Tell Arbid Abyadu by bylo možné upřednostnit původ u Bingölu, neboť tak mohly být získávány v prostoru jedné zdrojové oblasti. Pro tuto oblast svědčí i nepřítomnost vyrostlic živeců a vysoká kvalita skel. Poslední z analyzovaných artefaktů svým složením spadá do pole obsidiánů ze severovýchodní Anatólie. Avšak obsidiány



ze sv. Anatólie z lokalit İkizdere, Erzincan a Erzurum-západ 1 můžeme na základě jejich publikovaného odlišného složení vyloučit (viz Yeğingil et al. 2002, 171 a Gratuze 1999, 878–879).

Žádný z analyzovaných artefaktů tedy neodpovídá zdrojům ve střední Anatólii (Kapadocii) ani zdrojům z vulkánu Süphan Dağı (lokality Sarısu), neboť tyto obsidiány se svým složením ve značné míře podobají obsidiánům z Kapadocie. Jsme si však vědomi toho, že jsme neměli k dispozici chemické složení obsidiánů z dalších tureckých zdrojových lokalit a dosud nebyly brány v úvahu obsidiánové zdroje v Arménii. Proto je nutné brát tyto výsledky sice jako značně pravděpodobné, ale zatím předběžné.

#### Poděkování

Tento příspěvek mohl vzniknout díky finanční podpoře poskytnuté v rámci výzkumného záměru MSM 0021622427 „Interdisciplinární centrum výzkumů sociálních struktur pravěku až vrcholného středověku“. Za uvedení do archeologické problematiky Tell Arbid Abyadu v Sýrii a poskytnutí obsidiánových artefaktů z tohoto naleziště jsme zavázáni především dr. Inně Mateiciucové a jejímu týmu z Ústavu archeologie a muzeologie FF MU. Poděkování též patří syrskému Generálnímu ředitelství starožitností a muzeí (Directorate-General of Antiquities and Museums, Syria), zvláště generálnímu řediteli dr. Bassamu Jamousovi a vedoucímu výzkumů dr. Michelu al Maqdissimu. Dále jsme zavázáni dr. Abedu al Messiehu Baghdemu (Regional Department of Antiquities, Hassake) a prof. Piotru Bielińskému za spolupráci v rámci syrsko-polské archeologické expedice v Tell Arbidu. Zásadní poděkování patří P. Přebindovi z velvyslanectví České republiky v Ankaře za pomoc s ubytováním a přepravou v Turecku.

#### Seznam literatury

- ABBÈS, F. – BELLOT-GURLET, L. – CAUVIN, M. C. – DELERUE, S. – DUBERNET, S. – POUPEAU, G. – STORDEUR, D., 2003: Provenance of the Jerf el Ahmar (Middle Euphrates Valley, Syria) obsidians, *Journal of Non-Crystalline Solids* 323, 162–166.
- BALKAN-ATLI, N. – BINDER, D. – CAUVIN, M. C., 1999: Obsidian: Sources, Workshops and Trade in Central Anatolia. In: *Neolithic in Turkey*, Arkeoloji ve Sanat Yay (Özdoğan, M., ed.), 133–145. Istanbul.
- BELLOT-GURLET, L., 1998: Caractérisation par analyse élémentaire (PIXE et ICP-MS/-AES) d'un verre naturel: l'obsidienne. Application à l'étude de provenance d'objets archéologiques. MS, Grenoble: Université Joseph Fourier. 290 str.
- BOYNTON, W. V., 1984: Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: *Rare earth element geochemistry* (Henderson, P., ed.), 63–114. Amsterdam: Elsevier.
- DENIEL, C. – AYDAR, E. – GOURGAUD, A., 1998: The Hasan Dagı stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 87, 275–302.
- FORNASERI, M. – MALPIERI, L. – PALMIERI, A. M. – TADDEUCCI, A., 1975: Analyses of Obsidians from the late Chalcolithic Levels of Arslantepe (Malatya), *Paléorient*, 3, 1, 231–246.
- GRATUZE, B., 1999: Obsidian Characterization by Laser Ablation ICP-MS and its Application to Prehistoric Trade in the Mediterranean and the Near East: Sources and Distribution of Obsidian within the Aegean and Anatolia, *Journal of Archaeological Science* 26, 869–881.
- CHATAIGNER, C. – POIDEVIN, J. L. – ARNAUD, N. O., 1998: Turkish occurrences of obsidian and use by prehistoric peoples in the Near East from 14,000 to 6,000 BP, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 517–537.
- KELLER, J. – SEIFRIED, C., 1990: The Present Status of Obsidian Source Identification in Anatolia and the Near East. In: *Volcanologie et Archéologie*, Pact 25 (Albore Livadie, C. – Wideman, F., edd.), 58–87. Strasbourg.
- MATEICIUCOVÁ, I., 2010: Tell Arbid Abyad – A New Late Neolithic Site in the Upper Khabur Basin, NE Syria: The Preliminary Report. In: *Proceedings of the 6th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East* (Matthiae, P., ed.), May, 5th–10th 2008, “Sapienza” – Università di Roma Volume 3, 411–422. Wiesbaden: Harrassowitz Verlag.
- ÖZDOĞAN, M., 1996: Obsidian in Anatolia: an archaeological perspective on the status of research. In: *Archaeometry* 94 (Demirci, Ş. – Özer, A. M. – Summers, G. D., edd.), 423–431. Ankara.
- PŘICHYSTAL, A., 2007: Suroviny kamenných artefaktů z lokality Tell Arbid Abyad (výzkumná sezóna 2007). MS, Brno: Ústav archeologie a muzeologie FF MU, 3 str.
- ROCK-COLOR CHART WITH GENUINE MUNSSELL COLOR CHIPS, 1995. 8th printing. Boulder: Geological Society of America.
- SHAND, S. J., 1943: *Eruptive Rocks. Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite*. New York: John Wiley & Sons, 444 str.
- TAYLOR, S. R. – MCLENNAN, S. M., 1985. *The continental crust: Its composition and evolution*. Boston: Blackwell Scientific, 312 str.
- WHITNEY, D. L. – EVANS, B., 2010: Abbreviations for names of rock-forming minerals, *American Mineralogist* 95, 185–187.
- YEĞINGIL, Z. – BOZTUĞ, D. – MURAT, E. – ODDONE, M. – BIGAZZI, G., 2002: Timing of neotectonic fracturing by fission track dating of obsidian in-filling faults in the İkizdere-Rize area, NE Black Sea region, Turkey, *Terra Nova* 14, 169–174.
- Geologické mapy v měřítku 1:500 000 (1:500 000 ölçekli jeoloji haritaları) – Maden Tetkik ve Arama, [http://www.mta.gov.tr/mta\\_web/harita500.html](http://www.mta.gov.tr/mta_web/harita500.html) – (6. 11. 2009)

#### ZUSAMMENFASSUNG

##### Petrographische und geochemische Charakteristik der Obsidianquellen in der Türkei im Hinblick auf Obsidianartefakte aus Tell Arbid Abyad in Syrien

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf den Herkunftsnachweis von Obsidianartefakten der spätneolithischen Fundstätte Tell Arbid Abyad (Nordost-Syrien, Mesopotamien). Da es weder in Syrien noch an anderen Orten Mesopotamiens

Obsidianquellen gibt, muss man ihre Herkunft im nördlicher liegenden türkischen Anatolien suchen. Den Angaben in der Fachliteratur zufolge wurden die Obsidiane in den drei Hauptgebieten Anatoliens entnommen und dann detailliert petrographisch und geochemisch untersucht. Die Hauptunterschiede zwischen den einzelnen Gesteinsquellen zeigten sich in ihrer chemischen Zusammensetzung. Die entsprechenden geochemischen Analysen wurden in den Labors der ACME Analytical Laboratories Ltd. in Vancouver unter Heranziehung der ICP-MS/-ES-Methode durchgeführt. Bei diesen Analysen wurde der Gehalt der Hauptoxide und Spurenelemente einschließlich Elemente Seltener Erden bestimmt. Die analysierten Obsidianartefakte aus Tell Arbid Abyad stammen von einer Grabung des Instituts für Archäologie und Museologie der Philosophischen Fakultät der Masaryk-Universität in Brno. Die chemische Charakteristik dieser Artefakte wurde am Institut für analytische Chemie der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Masaryk-Universität mit dem zerstörungsfreien Verfahren der Laserablation bestimmt (LA-ICP-MS) und mit der Zusammensetzung türkischer Obsidiane verglichen. Von fünfzehn analysierten Artefakten waren zehn peralkalische Obsidiane und fünf „kalziumalkalische“ (diese Gruppe enthält Gesteine an der Grenze zwischen kalziumalkalischen und alkalischen) Obsidiane. Aufgrund dieser Ergebnisse lässt sich schlussfolgern, dass die Artefakte mit peralkalischer Zusammensetzung aus Südost-Anatolien aus dem Vulkan Nemrut Dağı oder aus der Umgebung der Stadt Bingöl stammen. Die kalziumalkalischen Artefakte können zwei Quellen haben. Vier Artefakte nähern sich in ihrer Zusammensetzung der kalziumalkalischen Gruppe der Region Bingöl und das letzte Artefakt stammt seiner Zusammensetzung nach von einem Obsidianfeld in Nordost-Anatolien. Im Rahmen der Untersuchung von Obsidianrohstoffen auf ihre Herkunft ist es leider nicht gelungen, Gesteinsproben aus allen potenziellen Quellen der Türkei und des benachbarten Armeniens zu bekommen.

Als wichtig erwies sich auch die Farbe der Transparenz der Obsidiane. Alle analysierten Artefakte mit grüner Transparenz hatten eine peralkalische Zusammensetzung. Die als kalziumalkalisch analysierten Artefakte hatten eine graue Transparenz. Eine Ausnahme bildet hier ein seiner Zusammensetzung nach in das Gebiet Nordost-Anatoliens fallendes Artefakt, das überhaupt keine Transparenz aufwies.