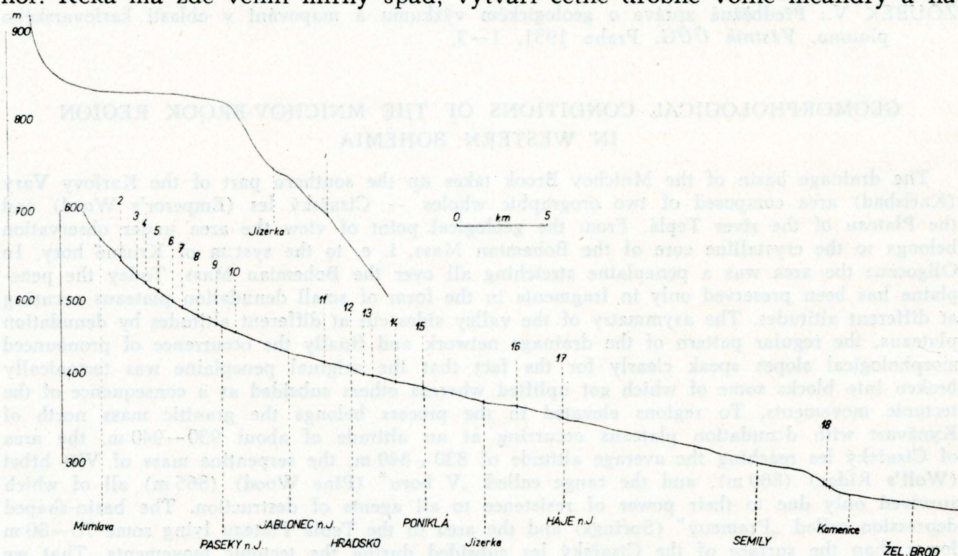


EVORSNÍ TVARY V ŘEČIŠTI JIZERY

Abstrakt. Описываются эвормионные формы, втекающие в русло Изеры (на её среднем и верхнем течении) в северной Чехии. На участке длиной 50 км, автор определил свыше 700 эвормионных форм, изучил их размеры, формы, релятивную высоту, положение по отношению к направлению течения, породный состав, падение реки в данном месте. Большинство из них достигает небольших размеров (диаметр меньше 50 см), у них неправильный план, реже эллиптический, дискообразный, изредка цилиндрикообразный, шарообразный, конусообразный или раковиннообразный; иногда они напоминают мелкие блюдца. Встречаются они преимущественно среди филлитов и пермокарбонских мелафиров на участках, где падение реки, как правило, превышает 10‰, заливаемых в половодье рекой.

Při výzkumu říčních teras na Jizeře jsem na několika místech zjistil dosud na této řece neznámé výskyty obřích hrnců. O třech lokalitách jsem podal stručnou zprávu v r. 1957. Existence obřích hrnců na středním toku mne přivedla k přesvědčení, že i na horním toku budou vhodné podmínky pro vznik evorsních tvarů. Proto jsem věnoval tomuto úseku počínaje od ústí Jizerky v Jizerských horách po této stránce značnou pozornost a zjistil zde dalších 15 nových lokalit obřích hrnců. U jednotlivých zjevů jsem si podrobně všiml půdorysu, tvaru, polohy vůči směru vodního proudu, výplně, závislosti na hornině a jejím rozpuštění, měřil jsem jejich rozměry a výšku nad hladinou řeky. Tak jsem získal základní údaje o více než 700 evorsních tvarech a pokusil se o jejich statistické zhodnocení.

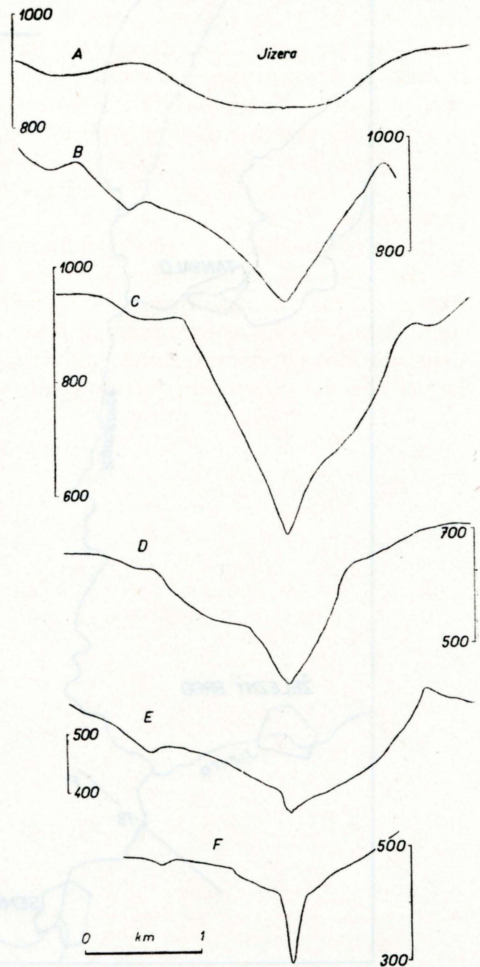
Jizera, pramenící v Jizerských horách ve výši 919 m na jihovýchodním úbočí Smrku, vytváří na nejhořejším toku v závislosti na morfologických poměrech území svéráznou spádovou křivku. Po krátkém úseku pramenného svahového toku, kde překonává na necelých 4 km výškový rozdíl kolem 80 m (spád 30‰), vstupuje do široké rašelinné údolní deprese v parovinném povrchu Jizerských hor. Řeka má zde velmi mírný spád, vytváří četné drobné volné meandry a na



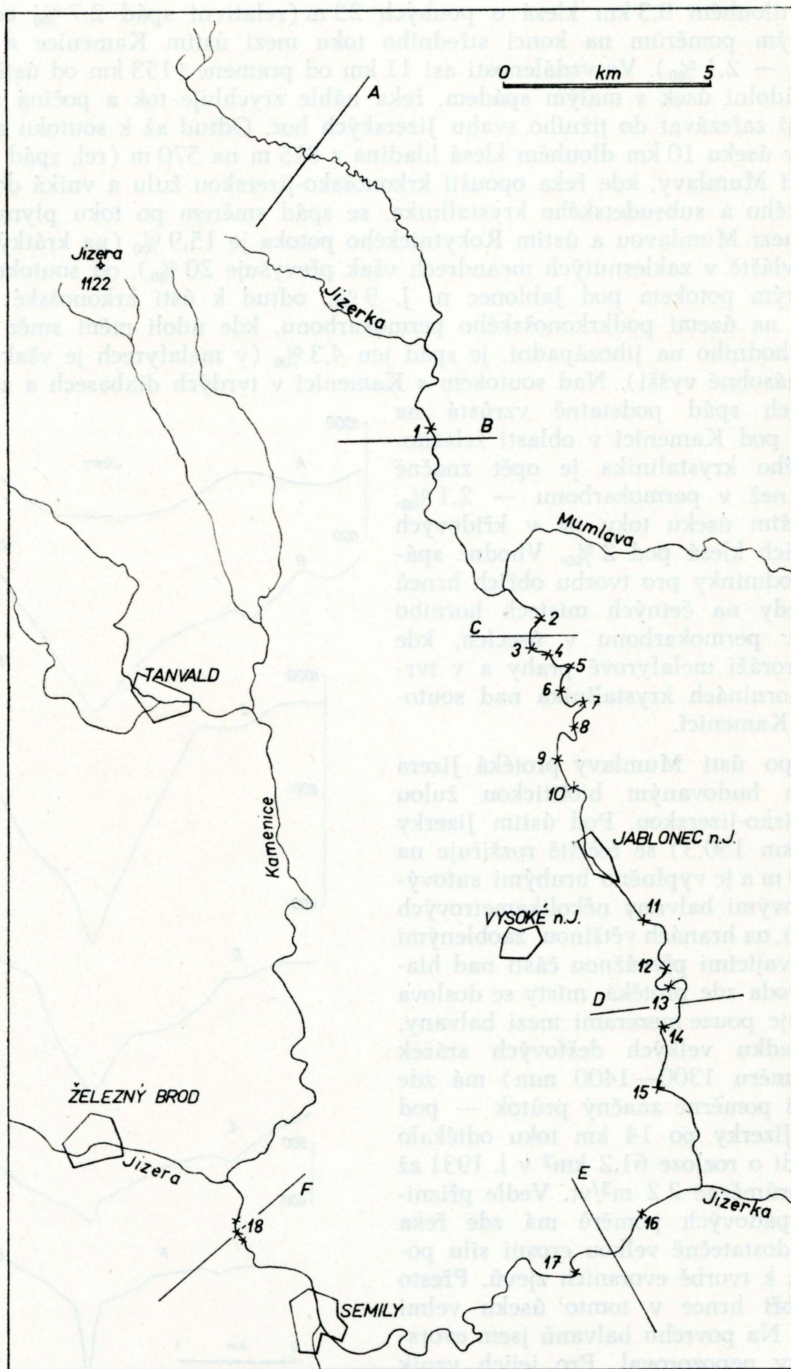
Část podélného profilu Jizery od pramene až po Železný Brod. Čísla (1–18) označují výskyty obřích hrnců.

úseku dlouhém 8,3 km klesá o pouhých 23 m (relativní spád 2,7 ‰ odpovídá spádovým poměrům na konci středního toku mezi ústím Kamenice a Malou Skálou — 2,1 ‰). Ve vzdálenosti asi 11 km od pramene (153 km od ústí) končí tento údolní úsek s malým spádem, řeka náhle zrychluje tok a počíná se stále hlouběji zařezávat do jižního svahu Jizerských hor. Odtud až k soutoku s Mumlavou v úseku 10 km dlouhém klesá hladina z 815 m na 570 m (rel. spád 25 ‰). Od ústí Mumlavy, kde řeka opouští krkonoško-jizerskou žulu a vniká do území sudetského a subsudetského krystalinika, se spád směrem po toku plynule snižuje; mezi Mumlavou a ústím Rokytnického potoka je 15,9 ‰ (na krátkých úsecích, zvláště v zaklesnutých meandrech však převyšuje 20 ‰), od soutoku s Rokytnickým potokem pod Jablonec n. J. 9 ‰, odtud k ústí krkonošské Jizerky 5,2 ‰, na území podkrkonošského permokarbonského, kde údolí mění směr z jihovýchodního na jihozápadní, je spád jen 4,3 ‰ (v melafyrech je však až několikrát vyšší). Nad soutokem s Kamenicí v tvrdých diabasech a zelených břidlicích spád podstatně vzrůstá na 9,8 ‰, pod Kamenicí v oblasti železnobrodského krystalinika je opět značně menší než v permokarbonském — 2,1 ‰, na dalším úseku toku již v křídových horninách klesá pod 2 ‰. Vhodné spádové podmínky pro tvorbu obřích hrnců jsou tedy na četných místech horního toku, v permokarbonském v úsecích, kde řeka proráží melafyrové prahy a v tvrdých horninách krystalinika nad soutokem s Kamenicí.

Až po ústí Mumlavy protéká Jizera územím budovaným biotitickou žulou krkonoško-jizerskou. Pod ústím Jizerky (řiční km 150,3) se řečiště rozšiřuje na 15–20 m a je vyplněno hrubými suťovými žulovými balvany několikametrových rozměrů, na hranách většinou zaoblenými a vyčnívajícemi převážnou částí nad hladinu; voda zde protéká, místy se doslova procezuje pouze mezerami mezi balvany. V důsledku velkých dešťových srážek (v průměru 1300–1400 mm) má zde řeka již poměrně značný průtok — pod ústím Jizerky po 14 km toku odtékalo z povodí o rozloze 61,2 km² v l. 1931 až 1940 průměrně 2,2 m³/vt. Vedle příznivých spádových poměrů má zde řeka tedy i dostatečně velkou erosi sílu potřebnou k tvorbě evorsních zjevů. Přesto jsou obří hrnce v tomto úseku velmi vzácné. Na povrchu balvanů jsem evorsní tvary nepozoroval. Pro jejich vznik jsou lepší podmínky tam, kde v řečišti vystupuje podloží tvrdší aplitické žuly.



Příčné profily údolím Jizery nad soutokem s Kamenicí.



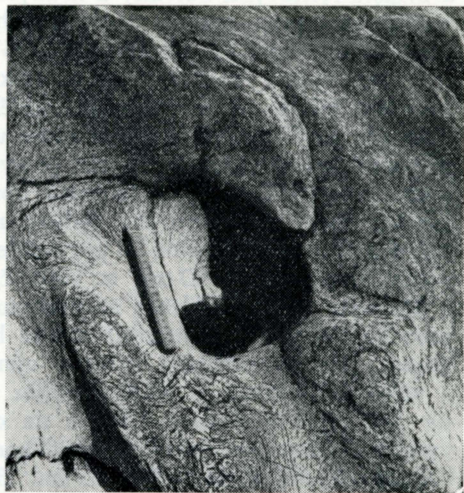
Přehledná mapa výskytů obřích hrnců v údolí Jizery. 1–18 lokality, A–F příčné profily.

V jednom nevýrazném prahu, asi 3 km pod ústím Jizerky, jsem zjistil dva menší obří hrnce eliptického půdorysu o rozměrech $45 \times 30 \times 35$ cm a $35 \times 20 \times 15$ cm. Hrnce leží na puklinách a mají na dně drobný písčité šterk (1). Při této příležitosti chci upozornit na evorsní zjevy na Mumlavě v místě známého vodopádu. Asi 100 m nad ním jsou v řečišti žulové prahy a nižší stupně, které patrně představují někdejší vodopád ve značně pokročilém stupni destrukce. Pod dvěma asi 3 m vysokými a bezprostředně nad sebou ležícími ohlazenými stupni jsou na mírně ukloněných plošinkách vyhloubené rozsáhlé obří kotle. Spodní s rozměry $6,8 \times 6,5 \times 2,8$ m je asymetrický; v nápravné straně má ještě ve vzdálenosti 3,5 m od okraje hloubku pouhých 90 cm, nejhlubší jeho část je v zápravné poloze a má rozměry asi $3,5 \times 3,5 \times 2$ m. Vyšší obří kotel má délku 8 m, šířku 6 m a největší hloubku 2,3 m v levé dolní části. Hlavní vodní proud do nich přitéká z levé strany prahů, sleduje levý okraj prohlubni až k nápravnému konci, odkud část vody odtéká dále, část vykonává krouživý pohyb podél okrajů depresí směrem doprava.

Další výskyt obřích hrců v řečišti Jizery (2) je již mimo žulu ve fylitických horninách pod ústím Mumlavy. Vodnost toku značně vzrůstá, řečištěm protéká průměrně $4,4 \text{ m}^3/\text{vt.}$, při stoleté povodni $325 \text{ m}^3/\text{vt.}$ Výrazné obří hrnce se vyskytují v meandru řeky při ústí Dlouhého potoka (říční km 141,7, kóta hladiny 543,3), 1,2 km pod ústím Mumlavy. Řeka zde nápadně zvyšuje spád z 21,6 ‰ mezi Mumlavou a Dlouhým potokem na 52,3 ‰ v peřejovitém úseku dlouhém 86 m. Je to patrně největší spád z celého toku. Řečiště je zde zaplněno žulovými a zvláště fylitovými balvany a hrubými žulovými valouny. V konkávní levé části řečiště vystupuje podloží sericitických fylitů, migmatitické ruly, krystalických vápenců a erlanů (J. Chaloupský 1957). Hrubé suťové balvany sericiticko-chloritických fylitů, pocházejících z příkrého levého nárazového údolního svahu, rozdělují řečiště na dvě ramena, oddělená asi 50 m dlouhým ostrůvkem. Zjistil jsem zde na 50 obřích hrců, z nichž více než $\frac{4}{5}$ jsou vázány na suťové balvany, případně hrubé valouny, zbytek je vytvořen ve skalním podloží. Nejdokonalejší tvary jsou vyhloubeny v balvanu uprostřed řečiště přímo proti ústí Dlouhého potoka, těsně nad ostrovem. Balvan má protáhlý tvar o rozměrech $8,5 \times 4$ m, vyčnívá 2 m nad hladinu a je rozdělen na dvě části podélnou trhlinou při povrchu širokou 20–40 cm, z větší části vyplněnou hrubým žulovým pískem a drobným šterkem. Hrnce se vyskytují jednak na plochem, téměř neohlazeném povrchu, jednak v zápravné straně balvanu ve výškách 80–180 cm nad hladinou. Jsou to většinou výrazné výmoly kruhovitě až eliptického půdorysu a válcovitého tvaru, u nichž hloubka často $2 \times$ převyšuje průměr; některé mají na dně písek a drobný šterk a na dokonale ohlazených stěnách i dnu místy vystupují křemenné hrbítky. Nejdokonalejší tvary mají rozměry $50 \times 80 \times 80$ centimetrů, $42 \times 42 \times 95$ –25 cm, $38 \times 35 \times 50$ cm, $32 \times 35 \times 90$ –40 cm, $20 \times 20 \times 55$ cm. Obří hrnce, příp. méně pravidelné výmoly lze pozorovat i na jiných fylitových balvanech, vzácně ve skalním podloží migmatitické ruly a erlanů.

Další lokalita (3) je při ústí Klokotilého potoka (říční km 140,8, kóta hladiny 524,8). Řeka zde vytváří mírnější ohyb doleva, proráží migmatitické ruly, v nichž nad ústím potoka na úseku dlouhém 281 m má spád 27,5 ‰. Níže, v sericitických fylitech, je spád nejprve jenom 5,5 ‰ (na 142 m), dále vzrůstá na 13,8 ‰ (na 657 m). Obří hrnce většinou nepravidelného půdorysu a tvaru se vyskytují v sericitických fylitech, jen vzácně jsou v migmatitické ruly. Na rozdíl od předchozí lokality jsou všechny evorsní tvary až na dva vázány na skalní

prahy, popříp. boky řečiště. Evorsní tvary jsem našel i v dalším mírném ohybu řeky asi $\frac{1}{2}$ km pod ústím Klokotilého potoka (4). Údolí je zde zařiznuto v sericitických fylitech s pruhy migmatitické ruly a erlanu, které napříč přetínají řečiště. Řeka má zde mírnější, poměrně vyrovnaný spád (13,8 ‰ na úseku 657 m). V levé konkávní části řečiště jsem popsal 21 výmolů vesměs nepravidelného obrysu i tvaru, vázaných na skalní podloží. Další výskyt obřích hrnců (5) je v levé konkávní části řečiště v zaklesnutém meandru při ústí Prudkého ručeje (říční km 139,7, výška hladiny 508,5 m). Řeka v meandru zvyšuje spád, který zde na vzdálenost 555 m dosahuje hodnoty 15,2 ‰. Obří hrnce v počtu kolem 50 jsou omezeny na tento úsek velkého spádu a vyskytují se bezprostředně nad ústím potoka v sericiticko-chloritických fylitech, a to v šikmo ukloněném konkávním boku řečiště, méně v ohlazených skalkách při levé straně koryta. Proto jsou evorsní tvary, většinou nepravidelného půdorysu i tvaru, vyhloubeny ve větších výškách nad hladinou Jizery (až do 200 cm). Je pozoruhodné, že se evorsní tvary nevytvořily v sericitických kvarcitech těsně pod ústím Prudkého ručeje, kde od levého břehu až do poloviny řečiště vybíhá plochá skalka s rovným povrchem rozbrázděným výmoly omezenými puklinami směru $h 2\frac{2}{3}-3$ a $h 8$. Mezi zaklesnutými meandry při ústí Prudkého ručeje a nad Vilémovem jsou obří hrnce vzácné; pouze několik jsem zjistil asi v poloviční vzdálenosti mezi oběma zákruty, a to převážně v sericitických kvarcitech (6). Leží většinou ve výši 50–100 cm nad hladinou. Poměrnou vzácnost evorsních tvarů v této části řečiště lze vysvětlit malým spádem řeky a přímočarým úsekem toku.



Vlevo: Obří hrnc s výplní štěrkopísku v sericiticko-chloritických fylitech při ústí Dlouhého potoka (lokalita 2). Vpravo: Drobný evorsní tvar v zelené břidlici nad ústím Kamenice (lokalita 18).
Foto B. Balatka

Podobně jako v meandru u Prudkého ručeje vytvořila řeka obří hrnce i v následujícím zaklesnutém meandru nad Vilémovem při ústí malého potoka zleva (říční km 138,3, kóta hladiny 490,9), a to v úseku s poměrně malým spádem 13,0 ‰ na vzdálenost 176 m nad ústím potoka (7). V nárazovém levém boku řečiště je tu v sericiticko-chloritických fylitech vyvinuto kolem 30 evorsních tvarů, z nichž většina leží ve výšce do 1 m nad hladinou. Jsou převážně drob-

ných až středních rozměrů (23 hrnců má průměr mezi 10–50 cm). U poloviny případů byl pozorován pravidelný eliptický až kruhovitý obrys. Několik nepříliš dokonalých vírových tvarů se vyskytuje v řečišti s výchozy vápnných až sericiticko-chloritických fylitů asi 100 m nad ústím náhonu (s limnigrafiem) ve Vilémově (8). V době nižších vodních stavů téměř všechna voda odtéká náhonem a v řečišti, které má mezi jezem a odpadem náhonu spád 10,1 ‰, vystupuje ohlazené fylitové podloží, rozbrázděné četnými výmoly a nepravidelnými depresiemi, které sledují vrstevní břidličnatost (směr h 8) a pukliny (h 2–3). Výmoly jsou závislé na struktuře horniny.

Přes 20 obřích hrnců a evorsních misek jsem zjistil těsně pod jezem v Pasekách n. J. (9). Řeka zde dosahuje spádu pouze 6,8 ‰ (na vzdálenost 758 m) a v levé polovině řečiště obnažuje podloží sericiticko-chloritických fylitů (směr břidličnatosti h 6–7, podřadné jsou pukliny směru h 10). Většina vody odtéká z jezu náhonem, takže fylitové podloží vyčnívá nad hladinu (při větší vodě jsou však prahy zcela zaplavovány). V závislosti na břidličnatosti horniny mají obří hrnce protáhlý eliptický až nepravidelný obrys a miskovitý a lasturovitý tvar. Pro tuto lokalitu typické vírové deprese lasturovitého tvaru mají rozměry $28 \times 22 \times 12$ cm, $30 \times 25 \times 15$ cm, ap. Nedokonalý vývoj a tvar evorsních zjevně možno vysvětlit zvláštními podmínkami vzniku: přímočarý úsek toku, malý spád a břidličnatost fylitů, která je hlavní příčinou tvorby obřích hrnců, vymílaných při turbulentním proudění v záproudných stranách příčných erosních rýh (břidličnatost jde napříč ke směru toku). Další lokalita (10) s velmi vzácnými vírovými tvary je asi 300 m nad ústím Rokytického potoka proti papírně (říční km asi 135,6, výška hladiny asi 461,5 m). V sericiticko-chloritickém až vápnném fylitu jsem zde zjistil pouze 5 obřích hrnců vyskytujících se v prazích v nepatrné výšce nad sníženou hladinou (o většinu vody odtékající náhonem) při pravém nárazovém břehu řečiště. Řeka má zde mezi jezem a soutokem s Rokytickým potokem celkem malý spád 6,6 ‰, který je ovšem v místě prahů poněkud vyšší (nad 10 ‰). Obří hrnce jsou i zde malých rozměrů a nepravidelného obrysu, většinou protáhlého ve směru břidličnatosti (h 7, což je zhruba směr toku). Mezi soutokem s Rokytickým a Františkovským potokem pod Jabloncem n. J. jsem v úseku toku dlouhém 4,5 km (spád 6,8 ‰) nepozoroval výraznější evorsní formy v řečišti. Teprve 150 m pod ústím Františkovského potoka (říční km 130,6, kóta hladiny 429,7) jsou ve dvou menších skalkách sericitických fylitů při levé straně řečiště vytvořeny výrazné obří hrnce (11). Pod ústím Františkovského potoka Jizera poněkud zvyšuje spád (8,9 ‰ na 194 m) proti úsekům výše a níže ležícím (4,1 ‰, resp. 3,1 ‰). Ze 24 popsaných tvarů má pouze třetina dokonalý eliptický a kruhovitý půdorys, ostatní jsou nepravidelné. Převládají poněkud větší tvary (v průměru mezi 10 až 75 cm), větší deprese (až 180 cm dlouhé) jsou erosní rýhy, často s evorsními miskami ve dně, popřip. spojené protáhlé hrnce. Vírové formy jsou většinou vykrouženy v záproudné straně prahů.

Dokonale vytvořené a velmi početné (kolem 120) obří hrnce jsou na dalším nalezišti (12) mezi jezem v Hradsku (říční km 129,2 kóta hladiny 423,9) a lávkou u továrny (říční km 128,9, výška hladiny 420 m). Jizera zde vytváří mírný zákrut doprava a nápadně zvyšuje spád (mezi jezem a lávkou na úseku 282 m dlouhém je 13,5 ‰); pod lávkou je spád značně nižší (2,2 ‰). Těsně pod jezem řeka proráží černé buližníky, evorsní tvary se však v nich nevytvořily. Asi 10 evorsních tvarů je ve skalce sericitického fylitu asi 80 m pod jezem při levé straně řečiště. Více než 100 obřích hrnců a podobných tvarů jsem změřil ve vlastním ohybu vpravo; jsou vázány na výchozy sericitického fylitu, který vy-

tváří v levé polovině koryta ploché skalky a prahy, rozbrázděné bočnými výmoly a rýhami a jež v době normálních a nižších vodních stavů vyčnívají nejvýše 50 cm nad sníženou hladinou (většina vody teče náhonem). Od zaštěrkované pravé poloviny řečiště v konvexní straně zákrutu jsou prahy odděleny 5 m širokým a 30–70 cm hlubokým korytem. Evorsní tvary se vyskytují převážně v záproudné poloze a jsou menších rozměrů (průměr většinou do 50 cm) i hloubek (do 25 cm). Zajímavý je tvar poměrně četných drobných hrnců v záproudné části prahů, které se kuželovitě až šroubovitě zavrtávají do skály, a to zhruba kolmo k jejímu povrchu, takže jejich osa směřuje šikmo proti proudu. Podobně i některé méně početné náproudné formy upadají proti proudu, takže s povrchem svírají ostrý úhel. Obří hrnce zde dosahují velké hustoty na povrchu prahů a pouze vzhledem k jejich dosti malým rozměrům dochází poměrně zřídka k jejich splývání a destrukci.

Následující dva výskyty evorsních zjevů (13) jsou ve stejných horninách nedaleko odtud: u silničního mostu přes Jizeru při ústí Farského potoka (říční km 128,3, výška hladiny 416,8 m) a nad ústím potoka Vejpalce nad železničním mostem (říční km 127,8, kóta hladiny 414,2). Na tomto úseku 524 m dlouhém má řeka již poměrně malý spád — 5 ‰ (nad Farským potokem v meandru je 7,5 ‰). Pod ústím Farského potoka, na konci zákrutu, jsou obří hrnce vyhloubeny v plochém fylitovém prahu při pravém břehu, který zasahuje do středu řečiště. Většina z 18 pozorovaných evorsních tvarů má pravidelný eliptický a kruhovitý půdorys. Asi 250 m nad železničním mostem se při pravém břehu řeky v úseku asi 200 m dlouhém místy vyskytují nepřilíši dokonalé evorsní tva-



Evorsí a erosi porušený povrch sericitických fylitů v řečišti Jizery v Hradsku.

Foto B. Balatka

ry, často pouhé boční výmoly. Mezi ústím potoka Vejpálce a jezem v Přívlakách jsem obří hrnce v řečišti nepozoroval. Mezi Farským potokem a lávkou u továrny v Přívlakách má Jizera průměrný relativní spád 5,2 ‰ (na kratších úsecích se však spád pohybuje mezi 3,7 ‰ a 10,7 ‰). Nepříliš dokonalé evorsní tvary se objevují v řečišti mezi jezem v Přívlakách (říční km 126,7, kóta hladiny 406,6) a ústím náhonu (říční km 126,3, výška hladiny 405 m) s poměrně malým spádem 3,9 ‰ (14). Řeka zde vytváří meandr, v jehož konkávní (pravé) straně koryta se v době nižších vodních stavů vynořují na povrch ploché skalky grafitického fylitu. Protáhlý tvar většiny evorsních tvarů je výsledkem selektivní evorse podél ploch břidličnatosti (směr pod jezem h 2, pod lávkou h 6–8). Zajímavé rýhy a hrnce se vyskytují v menší ploché skalce při pravé straně řečiště asi v poloviční vzdálenosti mezi jezem a lávkou.

Další lokalita s dokonaleji vyvinutými obřími hrnci je v Poniklé (15), těsně pod ohybem řeky doleva (mezi jezem a odpadem náhonu), u továrny. Řeka tu na úseku 349 m má spád 7,9 ‰. Pod ohybem vystupují v řečišti v celé jeho šířce a délce asi 100 m prahy a skalky sericitického fylitu. Jizera zde vytváří přeje a proudy a za nižšího vodního stavu teče pouze při levé straně řečiště v přehloubeném korytu širokém 4–5 m. Dokonalejší evorsní tvary jsou v levé části řečiště, zvláště na skalce na spodním konci prahů. Skála je ohlazená a prostoupená četnými prohlubněmi a rýhami, z hrnců má nejdokonalejší při povrchu rozměry $40 \times 35 \times 50$ cm; má válcovitý tvar s převyšilými stěnami, takže v hloubce 30 cm pod povrchem má již průměr 50 cm. Velké nepravidelné deprese, založené podél směru břidličnatosti (h 6 – směr toku h 7) a puklin (h 11–12, sklon 60°Z) mají rozměry $170 \times 140 \times 120$ –50 cm, $160 \times 70 \times 70$ cm ap. Většina obřích hrnců ze 45 popsanych má nepravidelný tvar, což je důsledek břidličnatosti a rozpuštění horniny. Asi o 200 m níže po toku a 50 m nad ústím náhonu (v době pozorování však všechna voda tekla řečištěm) vytvářejí grafitické fylity v pravé polovině řečiště nevýrazné ploché prahy (říční km 124,3, výška hladiny 395 m). Intensivně zvětralé fylity (směr břidličnatosti h 6, poměrně nevýrazné pukliny mají směr h 10–11 ‰, sklon 65°SV) podmínily vznik četných rýh, zlábků a výmolů a dosti malého počtu (11) nepříliš dokonalých evorsních tvarů malých rozměrů (nejdokonalejší $20 \times 30 \times 20$ cm).

Následující dvě lokality obřích hrnců jsou již na území podkrkonošského permokarbonu, kde má řeka na délce toku 17,9 km průměrný relativní spád 4,3 ‰; v detailech je však spádová křivka nevyrovnaná – v místech výskytů melafyřů je spád značně vyšší, v měkkých sedimentech se na kratších úsecích blíží dokonce 1 ‰. Menší spád je vyrovnáván větší vodností – pod ústím krkonošské Jizerky při vstupu do permokarbonu protéká řekou průměrně již $8,8 \text{ m}^3/\text{vt.}$, při stoleté povodni v r. 1897 řeka odváděla $410 \text{ m}^3/\text{vt.}$ První lokalita (16) je nad mostem přes Jizeru v Dolní Sytové (říční km 119,8–119,7; výška hladiny asi 376 m). Jizera zde vytváří mírný ohyb vlevo a proráží melafyry, které vystupují v podobě prahů v celé šířce řečiště. Nad mostem na úseku 781 m dlouhém je spád 4,4 ‰, v místě prahů je několikanásobně vyšší. Plochá ohlazená skalka uprostřed 30 m širokého řečiště vyčnívá v době nižší vody nejvýše 1 m nad hladinu a odkrývá četné erosi rýhy a evorsní tvary, jichž jsem zde zjistil na 60. Více než polovina hrnců má eliptický a kruhovitý půdorys (vliv horniny), ostatní nepravidelný, polovina jich má tvar mělkých misek, jen několik jich je kuželovitých a válcovitých. Vznik evorsních tvarů byl většinou predisponován četnými erosi rýhami až úzkými kanály (30–100 cm širokými a 30–70 cm hlubokými) a k jejich vymílání dochází v záproudných částech stěn, popříp. na

dně rýh. Největší počet evorsních tvarů se vyskytuje v Hájích n. J. nad ústím náhonu do řeky (17). O této lokalitě jsem se stručně zmínil v r. 1957, zprávu o ní přinesl i J. Pešek (1958). V poslední době jsem ji prostudoval a podrobně zaměřil, a to za účelem jejich porovnání s ostatními výskyty na Jizeře. Melafyrové prahy vystupují v řečišti v celé jeho šířce (15–20 m) v úseku asi 100 m dlouhém, který končí při ústí náhonu, obří hrnce se objevují v posledních asi 60 m. Mezi ústím Hradeckého potoka a odpadem náhonu má řeka spád 8,7 ‰ (423 m), tj. více než dvojnásobný vzhledem k přilehlým úsekům; v přejevitě části nad náhonem je spád kolem 15 ‰ (na 135 m), v posledních 60 m dokonce asi 25 ‰. Zjistil jsem jich zde přes 150, vyskytují se v celé šířce koryta vesměs ve výšce do 50 cm nad hladinou (převážná většina vody teče náhonem). Jako na málokterém výskytu je zde na první pohled patrná přímá závislost geneze obřích hrnců na puklinách (přibližně u čtvrtiny případů). Značný počet evorsních tvarů je založen na křížení puklin dvou hlavních směrů (h 10²/₃–11 ve směru toku a h 4¹/₃–7¹/₃ napříč toku), mnohé hrnce puklinové plochy zčásti omezují a určují tak jejich nepravidelný půdorys a tvar. J. Pešek však tuto skutečnost opomíjí a vysvětluje vznik protáhlejších tvarů selektivním výmolem v nestejně tvrdých partiích polštářovité lávy. Je možné, že i tato příčina zde přichází v úvahu, nepovažují ji však za rozhodující. Obří hrnce se zde vyskytují na několika plochých prazích, oddělených hlubokými přehloubenými koryty a podélnými depresemi s evorsními tvary na dně; největší hustoty dosahují v levé polovině řečiště bezprostředně nad ústím náhonu, kde doslova rozhodávají ohlazený povrch.

Posledním výskytem obřích hrnců na Jizeře je kaňonovité erosi údolí Jizery mezi Bitouchovem a ústím Kamenice (18), vytvořené v tvrdých přeměněných diabasech a zelených břidlicích se spádem 9,8 ‰ (mezi říč. km 103,7 a 101,1). V přilehlých úsecích je spád podstatně nižší — 2,4 ‰ (níže) a 1,3 ‰. Vlastní úsek strmého spádu (11,7 ‰) je 1,7 km dlouhý a končí 0,8 km nad soutokem s Kamenicí, v kratších částech spád převyšuje 20 ‰. Jizera má zde průměrný průtok 11,4 m³/vt. Obří hrnce většinou nepravidelných tvarů (přes 30) jsou vyvinuty v sufových balvanech, které místy zcela zaplňují úzké řečiště, a to především v jejich záproudných částech. Ve srovnání s jinými lokalitami jsou zdejší evorsní tvary poněkud větších rozměrů — téměř ²/₃ mají průměr větší než 25 cm. Některé balvany jsou obřími hrnci tak intenzivně rozhodány, že připomínají korosí rozrušené vápencové bloky.

Na horní a střední Jizeře mezi ústím Jizerky v Jizerských horách a Kamenice na úseku toku dlouhém 50 km s celkovým spádem 462 m (průměrný relativní spád 9 ‰) jsem zjistil 18 lokalit s více než 700 obřími hrnci a podobnými evorsními tvary. Obří hrnce se zde vyskytují v nejrůznějších horninách: především ve fylitech (na 450 tvarů) a v melafyru (220); v ostatních horninách s výjimkou zelených břidlic a přeměněných diabasů (33) jsou vzácným zjevem — jen několik jsem jich zjistil v migmatitické rule (15), kvarcitu, žule a erlanu. Obří hrnce se vytvářejí v uvedených horninách všude tam, kde má řeka spád zpravidla větší než 10 ‰. Svým vznikem jsou vázány převážně na skalní podloží, pouhou desetinu z celkového počtu (75) jsem jich zjistil v sufových balvanech, výjimečně ve valounech. V tomto případě je podmínkou jejich vzniku větší spád řečiště (nad 20 ‰), než za jakého se tvoří v podložních horninách. Vzhledem k poloze vůči směru vodního proudu se většinou nacházejí v záproudné části, asi třetina jich je náproudná. Drtivá většina evorsních tvarů leží v nepatrné výšce nad hladinou (do 50 cm 615 obřích hrnců), asi 100 jsem jich pozoroval ve výšce 50–150 cm a jen asi 6 od 150–200 cm; výše jsem obří hrnce nezjistil.

Všechny i nejvýše položené obří hrnce jsou v dosahu hladiny každoroční velké vody, při níž jsou především vymílány. Popisované tvary jsou malých až středních rozměrů (průměr do 50 cm); průměr nad 100 cm jsem zjistil pouze u 13 případů, což jsou převážně evorsí přemodelované deprese a rýhy často založené na puklinách, popříp. spojené obří hrnce. Obdobně je tomu i s hloubkou — více než polovina měřených tvarů má hloubku mezi 10—25 cm, třetina dokonce pod 10 cm; jen desetina má hloubku mezi 25—50 cm a ještě hlubších je poskrovnu. U půdorysu a tvaru se projevuje závislost na hornině a jejím rozpuštění — proto převládá nepravidelný půdorys (kolem 400 případů), dosti zastoupen je i půdorys eliptický (235), poměrně málo kruhovitý (89). Takřka polovina popsanych zjevů má tvar mělkých až středně hlubokých misek s plochým dnem, pravidelný válcovitý až kulovitý tvar jsem zjistil u 43 případů, kuželovitý u 39, lasturovitý u 15. Těchto necelých 100 zjevů připadá na nejdokonalejší evorsní tvary. Velký počet (kolem 300) má tvar nepravidelný, u 80 lze pozorovat přímý vliv puklin na tvar hrnců. Více než desetina zjištěných obřích hrnců je přehloubena, tj. založena na dně větších forem, rýh a depresí. Většina obřích hrnců je bez šterkové výplně, kterou jsem pozoroval asi u čtvrtiny případů.

Pokud jde o horninu, vytvářejí se evorsní tvary nejčastěji ve fylitech a melafyrech. Zvláště hojné jsou v sericitických a sericiticko-chlorických fylitech, které jsou často prostoupeny četnými žilkami křemene. Obří hrnce vznikají v měkkých partiích horniny mezi křemennými žilkami, které je často — mnohdy nepravidelně omezují; při větším prohloubení i u dokonale vykroužených tvarů často vystupují křemenné žilky ze dna i stěn v podobě hřbítků a hrbolů. Evorsní tvary zde vznikají poměrně rychle, dlouho se však neudrží a snadno podléhají destrukci (kromě tvarů vyztužených křemennými žilkami); proto také téměř všechny leží v dosahu každoročních povodní, příp. jsou zaplavovány již při mírném zvýšení hladiny. Nejlepší podmínky pro jejich tvorbu jsou v ohybech řeky, a to v konkávních částech až boku řečiště především v prazích a skalkách podložní horniny. Až na výskyt u ústí Dlouhého potoka pod Mumlavou (2) se téměř netvoří v suťových balvanech; rovněž v podložní hornině v rovných úsecích toku jsou poměrně vzácné a nedokonale vykroužené. Hornina tak nepochybně napomáhá jejich vzniku a ovlivňuje četnost výskytu. U mnohých je dobře patrné, jak rozšiřování a prohlubování tvarů postupuje podle ploch břidličnatosti a některé formy vznikly patrně pouhým vyloupnutím horniny. Rozpuštění se příliš neuplatňuje. Že měkké fylity napomáhají vzniku vírových tvarů dokazuje názorná skutečnost, že v tvrdších horninách na stejném úseku toku jsou obří hrnce velmi vzácné, popříp. zcela chybějí. Jen zcela nepatrně byly pozorovány v sericitických kvarcitech a erlanech, poněkud více v migmatitických rulách, nebyly zjištěny v buliznicích, které se však uplatňují jen podřadně. V přeměněných diabasech a zelených břidlicích se vyskytují převážně v suťových balvanech, a to v úseku s mimořádně velkým spádem, který je přítomností balvanů v řečišti lokálně ještě zvýšen. Tyto překážky v korytě vychylují proudnici z přímého směru a dávají tak podnět k evorsnímu proudění. Dobré podmínky pro tvorbu obřích hrnců jsou na balvanech také z toho důvodu, že mají většinou neohlazený povrch s četnými nerovnostmi, v nichž dochází k soustředování vírových proudů. Naproti tomu skalní podloží řečiště je většinou dokonale ohlazené, pouze s náznaky bočných výmolů.

Velmi početné jsou obří hrnce v melafyrech, kde vznikají v celé šířce řečiště bezprostředně před nebo nad ohybem řeky. Podmínkou tvorby je peřejovitý úsek toku s velkým spádem (až přes 20 ‰) a velmi nerovné dno řečiště s četnými

hlubokými výmoly a kanály, které rozčleňují skalní podklad v jednotlivé skalky a prahy a podmiňují turbulentní proudění. Tvar obřích hrnců je zde ovlivněn puklinami dvou směrů; některé tvary byly na puklinách založeny, a to především v místech jejich křížení. V měkkých permokarbonských sedimentech (lupky, pískovce, slepence) se evorsní zjevy netvoří. S početností obřích hrnců ve fylitech nápadně kontrastuje jejich naprostý nedostatek v žule, ačkoliv jsou zde vhodné spádové poměry. Porfyrovitá struktura horniny brání vývoji evorsních tvarů (rychlá destrukce); ani v suťových balvanec nejsou vhodné podmínky k vírové erosi, neboť jejich rovné a ohlazené stěny vodní proud většinou pravidelně rozptylují. Vzhledem k stejnorodosti horniny nevykazuje spádová křivka v oblasti žuly větší anomálie.

Přehledná tabulka evorsních tvarů na Jizeře

Výška nad hladinou	Počet	Šířka	Počet	Hloubka	Počet
nad 200 cm	—	nad 100 cm	13	nad 100 cm	3
150—200 cm	6	75—100 cm	11	75—100 cm	7
100—150 cm	29	50—75 cm	40	50—75 cm	15
50—100 cm	73	25—50 cm	204	25—50 cm	71
pod 50 cm	615	10—25 cm	382	10—25 cm	377
		pod 10 cm	73	pod 10 cm	250

Půdorys	Počet	Tvar	Počet	Poloha vůči vodnímu proudu	Počet
eliptický	235	miskovitý	322		
kruhovitý	89	kuželovitý	39	záproudne	463
nepravidelný	399	válcovitý	43	náproudne	147
		lasturovitý	15	povrch	113
		nepravidelný	304		

Výskyt	Počet	Hornina	Počet
skalní dno	648	fylyty	449
suťové balvany (valouny)	75	migmatitická rula	15
		erlan	2
Výplň	Počet	zelená břidlice, přeměněný diabas	33
bez šterku	565	žula	4
se šterkem	158	melafyr	220

Evorsní tvary jsou tedy na Jizeře značně rozšířeným zjevem a svou početností, ovlivněnou v prvé řadě geologicko-petrografickými poměry podloží, názorně ilustrují současnou aktivní hloubkovou erosi v údolí horního a středního toku.

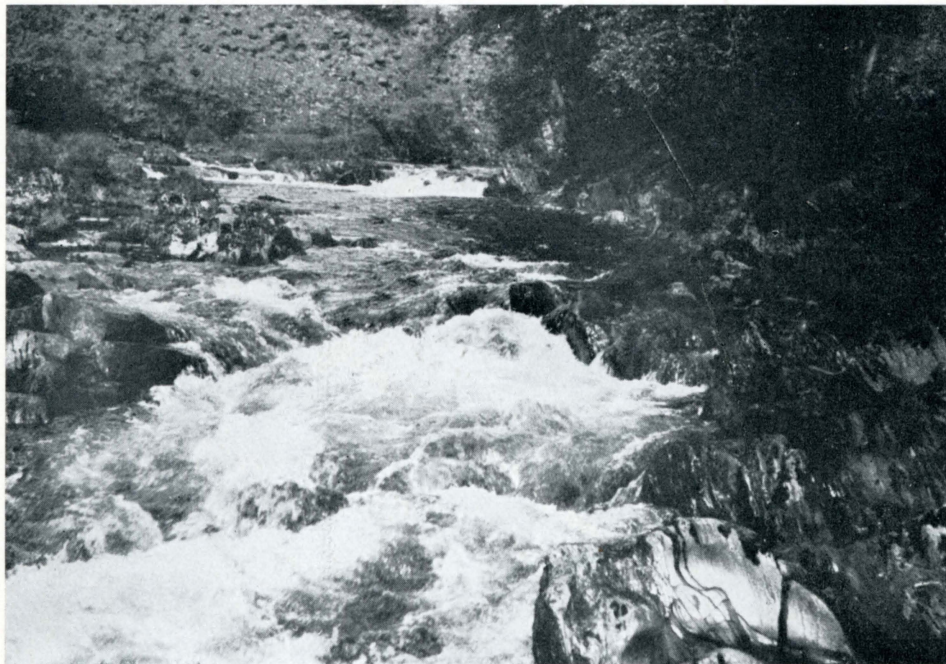
Literatura

- BALATKA B.: Obří hrnce v řečišti horní a střední Jizery. *Sborník Československé spol. zeměpisné*. Praha 1957, 62 : 235—237.
- FEDIUK F.: Geologicko-petrografické poměry v údolí Jizery mezi Spálovem a Bítouchovem (Železnobrodsko). *Sborník Ústřed. úst. geol.* Praha 1953, 20 : 505—576.
- CHALOUPSKÝ J.: Geologicko-petrografické poměry v údolí Jizery mezi Harrachovem a Dolní Rokytnicí. *Sborník Ústř. úst. geol.* Praha 1958, 24 : 189—236.

- KODYM O. - SVOBODA J.: Kaledonská příkrovová stavba Krkonoš a Jizerských hor. *Sborník Stát. geol. úst.* Praha 1948, 15 : 109—160.
- KUNSKÝ J.: Obří hrnce na Vydře a Křemelné na Šumavě. *Sborník Československé spol. zeměpisné.* Praha 1949, 54 : 25—31.
- MÁŠKA M.: K tektonické analýze krystalinika. *Knihovna Ústředního ústavu geologického,* sv. 27, Praha 1954, 258 p.
- PEŠEK J.: Obří hrnce v melafyrovém prahu Jizery. *Časopis pro mineralogii a geologii.* Praha 1958, 3 : 365—367.
- TSCHANG HSI-LIN: Potholes in the river beds of North Taiwan. *Erdkunde.* Bonn 1957, 11 : 296—303.
- Státní vodohospodářský plán republiky Československé. Hlavní povodí Labe. Dílčí SVP V. Střední Labe 3. Díl I. Praha 1954, 84 p., 26 příloh.

POTHOLES IN THE RIVER JIZERA, NORTHERN BOHEMIA

The article treats of the evorsional phenomena skirting the river bed on the upper and middle course of the Jizera (righthand tributary of the Elbe, Bohemia). On a 50 km long section of this course 700 giant pots have been ascertained. Attention has been paid to their shape, size, height above the surface, position with regard to the stream gradient and the rock structure in the place of their occurrence. As far as the rock structure is concerned evorsional phenomena occur especially in phyllites and melaphyres, in other kinds of rock they are comparatively scarce (green shales, metamorphic diabase, migmatitic gneiss, quartzite, erlan, porphyrite granite). They most often occur in the rocky base, few of them were found in the rock debris. They occur in places where the gradient of the stream exceeds 10%. Most of them are leaside holes, only approximately one third being streamside holes. They occur close to the surface of the stream (approximately 50 cm above it), none have been found higher than 200 cm above the surface. They occur within the reach of the inundation waters which partake most in their formation. They are usually small size phenomena, the majority of them being of a diameter not exceeding 50 cm. Their shape depends upon the rock structure and its jointing. Consequently thier outline is usually irregular, quite often being elliptical, scarcely circular. Approximately one half of them displays the shape of shallow to middle-deep flat-bottomed bowls. A perfect evorsional shape has been ascertained only in approximately one seventh of cases (cylindrical, spherical, cone- and shell-shaped).



Peřeje v řečišti Jizery u Poníklé.



Obří kotel o ohlazených žulových prazích Mumlavy, nad vodopádem (rozměr: 6,8×5,2×2,8 m)
Foto B. Balatka
(Příloha ke článku: B. Balatka: Evorsní tvary v řečišti Jizery.)



Obří hrnec ve fylitu pod ústím Farského potoka (lokalita 13).



Kuželovité až lasturovité obří hrnce, zahloubené šikmo proti proudu řeky (lokalita 12-Hradsko).

Foto B. Balatka