

BŘETISLAV BALATKA

## EVORZE V ŘEČIŠTI JIZERSKÉ KAMENICE

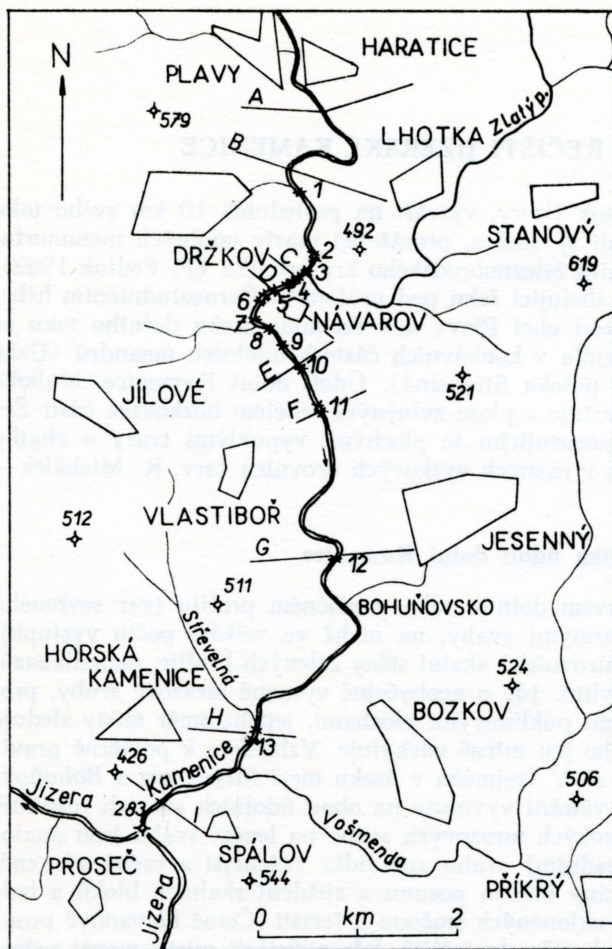
Kamenice, nejvodnější přítok Jizery, vytváří na posledních 10 km svého toku hluboce zaříznuté erozní údolí sj. směru, prorážející masív odolných metamorfovaných paleozoických vulkanitů železnobrodského krystalinika (F. Fediuk 1962). Poměrně široká údolní niva, sledující řeku pod průlomem Černostudničním hřbetem, se vytrácí u Mlýnska pod obcí Plavy a v erozním úseku dolního toku se objevuje jen útržkovitě zpravidla v konkávních částech údolních meandrů (Úzké Údolí, Bohuňovsko, při ústí potoka Střevelná). Údolí dolní Kamenice, hluboké 100—200 m, nápadně kontrastuje s ploše zvlněným reliéfem bozkovské části Železnobrodské pahorkatiny, vyznačujícím se plochými vypuklými tvary a zbytky zarovnaných povrchů ležících v různých výškových úrovních (srv. R. Michálek—J. Demek 1953).

## Geomorfologická charakteristika údolí dolní Kamenice

Kamenické údolí má na svém dolním toku v příčném profilu tvar sevřeného písmene V, s příkrými až strmými svahy, na nichž ve velkém počtu vystupují (často v několika výškových úrovních) skalní stěny zelených břidlic, metadiabasů, grafitických a sericitických fylitů. Jde o neobyčejně výrazné mrazové sruby, predisponované zpravidla svislými puklinovými plochami, jejichž směr místy sleduje průběh údolí, popř. se od něho jen mírně odchyluje. Vzhledem k poměrně pravidelnému sklonu vrstev k SV až V (zejména v úseku mezi Mlýnskem a Bohuňovskem) jsou tvary mrazového větrání vyvinuty na obou údolních svazích rozdílně. Na rozdíl od početných a vysokých mrazových srubů na levém svahu jsou analogické tvary na pravém (západním) svahu zpravidla vzácnější a méně výrazné, často bývají značně destruovány vlivem posunu a sjíždění skalních bloků a balvanů po vrstevních plochách ukloněných směrem k řečišti. Četné balvanové proudy sestupují od úpatí skalních stěn do řečiště, kde vytvářejí místy menší peřeje a podmiňují vzdouvání velkých vod. Největší bloky (až přes 5 m v delší ose) proto zpravidla pocházejí z pravého údolního svahu. Kromě balvanových akumulací určují ráz řečiště litologické poměry podložních hornin — v odolnějších metamorfovaných paleovulkanitech vytváří řeka místy proudy a peřeje, a to zpravidla v soutěskovitých úsecích.

Geomorfologické poměry údolí a řečiště dolní Kamenice korespondují i se sklonem její hladiny. Mezi Mlýnskem a ústím do Jizery překonává Kamenice v úseku 9,8 km výškový rozdíl 93 m, což odpovídá průměrnému sklonu hladiny 9,5 ‰. Největší sklon má řeka v úseku mezi ústím Zlatého potoka a Úzkým Údolím, kde v masívu metamorfovaných paleovulkanitů překonává v úseku 3,5 km dlouhém výškový rozdíl 49 m, tj. 14,0 ‰. V následujícím úseku až téměř po ústí potoka Střevelná má Kamenice sklon podstatně menší, jen 5,0 ‰, tj. dokonce méně než na zbývajícím úseku nejdolejšího toku (7,5 ‰). Podélný profil hladiny Kamenice na posledních 10 km toku vykazuje četné lomy v místech proudů a peřejí,

kde sklon na krátkých úsecích převyšuje 20 ‰. Podrobnější údaje o sklonu hladiny nelze uvést, neboť není k dispozici zaměřený podélný profil hladiny Kamenice.



1. Schematická mapka povodí dolní Kamenice s vyznačenými výskyty obřích hrnců (1–13). A–I — linie příčných profilů.

Vedle litologických a sklonových poměrů řečiště je významnou podmínkou pro vznik evorzních tvarů vodnost toku. Dlouhodobý průměrný průtok Kamenice (za období 1931–1960) v Jesenném-Bohuňovsku ( $4,32 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ukazuje, že jde o značně vodnou řeku, jejíž průměrný specifický odtok činí  $24,15 \text{ l/s.km}^2$  při odtokovém koeficientu 0,66. Pro vývoj evorzních tvarů jsou rozhodující povodňové průtoky, vyskytující se prakticky každoročně při tání silné sněhové pokrývky v Jizerských horách, popřípadě po intenzivních dešťových srážkách. V období 1931–1970 byl v limnigrafické stanici Jesenný-Bohuňovsko zaznamenán největší průtok  $243 \text{ m}^3/\text{s}$  (4. 7. 1958), a to při vodním stavu 313 cm (dlouhodobému průměrnému průtoku odpovídá vodní stav 97 cm). Jednoleté vodě odpovídá průtok  $59 \text{ m}^3/\text{s}$ , stoleté  $354 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Z výše uvedené geomorfologické charakteristiky údolí a řečiště Kamenice i její vodnosti vyplývá, že na dolním toku této řeky jsou příznivé podmínky pro evorzní činnost tekoucí vody. Tyto předpoklady se plně potvrdily při geomorfologických výzkumech kamenického údolí, kde jsem v úseku mezi železniční zastávkou Držkov a ústím potoka Vošmendy zjistil velký počet obřích hrnců soustředěných do 13 lokalit. Za účelem vzájemného porovnání jednotlivých výskytů i celkového srovnání s obdobnými tvary v řečišti Jizery (B. Balatka 1960), zaměřil jsem jednotlivé obří hrnce (jejich rozměry, výšku nad hladinou) a sledoval jejich půdorys, tvar, polohu vůči směru vodního proudu, případnou šterkopískovou výplň a jejich umístění ve skalním podkladu nebo v suťových balvanech. Tak jsem získal bohatý srovnávací materiál pro statistické zhodnocení 480 zkoumaných evorzních tvarů. Obří hrnce jsem studoval v srpnu a říjnu 1959 a v srpnu 1969 v době nízkých vodních stavů. Protože oba uvedené roky se vyznačovaly zejména v druhých pololetích malou vodností, lze získané údaje o poloze nad hladinou považovat vcelku za homogenní. Pro ilustraci uvádím hodnoty průměrných denních průtoků a vodních stavů v limnigrafické stanici Jesenný-Bohuňovsko v době výzkumu evorzních tvarů:

14. 8. 1959	0,52 m <sup>3</sup> /s	38 cm
15. 8. 1959	0,52 m <sup>3</sup> /s	38 cm
8. 10. 1959	1,20 m <sup>3</sup> /s	40 cm
21. 8. 1969	2,53 m <sup>3</sup> /s	52 cm
22. 8. 1969	2,16 m <sup>3</sup> /s	50 cm
25. 8. 1969	1,80 m <sup>3</sup> /s	48 cm

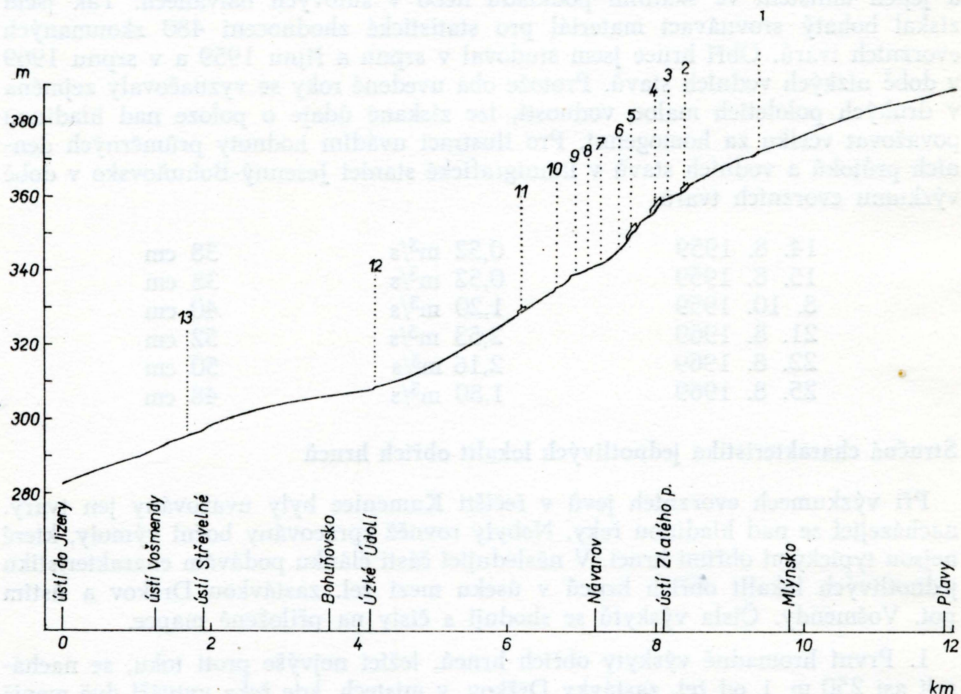
### **Stručná charakteristika jednotlivých lokalit obřích hrnců**

Při výzkumech evorzních jevů v řečišti Kamenice byly uvažovány jen tvary. nacházející se nad hladinou řeky. Nebyly rovněž zpracovány boční výmoly, které nejsou typickými obřími hrnci. V následující části článku podávám charakteristiku jednotlivých lokalit obřích hrnců v úseku mezi žel. zastávkou Držkov a ústím pot. Vošmendy. Čísla výskytů se shodují s čísly na přiložené mapce.

1. První hromadné výskytů obřích hrnců, ležící nejvýše proti toku, se nacházejí asi 250 m. j. od žel. zastávky Držkov, v místech, kde řeka vytváří dvě menší peřeje vysoké 0,5–1 m. Kromě tří tvarů v suťových balvanech vznikly obří hrnce ve skalním podkladu zelených břidlic, a to zpravidla v ohlazených bocích řečiště, popř. v nízkých prazích. U první peřeje bylo zjištěno 26 obřích hrnců menších a středních rozměrů (s průměrem do 50 cm a hloubkou převážně do 25 cm). Leží nízko (do 50 cm) nad hladinou řeky v době malých průtoků (14. 8. 1959). také bývají již při mírně nadprůměrných průtocích zaplavovány. Jsou převážně miskovitě, vzácně kuželovitě a válcovitě. — Větší počet evorzních tvarů (58) vznikl u druhé peřeje, vzdálené od první asi 20 m směrem po proudu. Rovněž zde se vytvořily převážně mělké mísovitě tvary zpravidla nepravidelného půdorysu v závislosti na textuře horniny. Na rozdíl od první peřeje se řada tvarů nachází mezi 50–150 cm nad nízkou hladinou, takže jsou zaplavovány jen při povodňových průtocích. Všechny obří hrnce jsou vyhloubeny ve skalním podkladu paleovulkanického komplexu, a to v záproudné poloze a na povrchu prahů. Pozoruhodné jsou rozsáhlé výmoly v ohlazených bocích řečiště, s delší osou o rozměrech 2–4 m a 1–2 m hluboké.

2. Další výskytů obřích hrnců byly zaznamenány 150–200 m nad ústím Zlatého potoka, a to v zákrutu řeky doleva. Řečiště má zde nápadně zvětšený sklon

a vytváří proudy a drobné peřeje, podmíněné jednak výchozy grafitických fylitů, jednak rozsáhlými suťovými balvany (o rozměrech až  $4,5 \times 3,8 \times 2,3$  m). V tomto peřejovitém úseku, dlouhém 150 m, se řečiště při malé vodnosti místy zužuje až na 5–7 m. Evorzní tvary, vyskytující se v celkovém počtu 44 v úseku dlouhém 50–80 m, vznikly jak ve skalním podloží, tak i v suťových balvanech (celá třetina tvarů), a to při obou stranách koryta ve výšce do 100 cm nad nízkou hladinou (15. 8. 1959). I zde jsou obří hrnce malých a středních rozměrů, na rozdíl od předchozí lokality jsou však hojněji zastoupeny kuželovité (13) a válcovité tvary (11).



2. Podélný profil hladiny dolní Kamenice, konstruovaný podle map 1:10 000 (50× pře-výšen). 1–13 — výskyty obřích hrnců.

3. Řada evorzních tvarů (14) porušuje povrch i boky ploché skalky i suťového balvanu při levé straně řečiště Kamenice těsně nad ústím Zlatého potoka. Obří hrnce jsou zde v pokročilejších vývojových stadiích, tj. převládají tvary kuželovité a válcovité nad miskovitými. Leží nejvýše do 75 cm nad nízkou hladinou (15. 8. 1959), takže bývají již při menších povodňových průtocích zaplavovány, zejména vzhledem k vzdouvání velkých vod nad soutěskovým úsekem pod ústím Zlatého potoka. K této lokalitě patří i 6 evorzních tvarů vykroužených v ohlazených bocích řečiště na protější, pravé straně řečiště.

4. Pod ústím Zlatého potoka začíná soutěskovitý úsek, dlouhý přibližně 150 m, s nápadným zvětšením sklonu, projevujícím se řadou peřejí a proudů. Řečiště se zde zužuje na pouhé 4–6 m a je sevřeno svislými skalními stěnami zelených břidlic, zvedajícími se z řečiště na pravém břehu až do výšky přes 15 m, kdežto v dolní části levého svahu vystupují nižší skalky (5–6 m vysoké) a mírně po-

sunuté skalní bloky; vysoké stěny se zde objevují až ve vyšších částech svahu (pod zříceninou hradu Návarov). Tento úsek patří ke geomorfologicky nejpozu-  
 ruhodnější částem kamenického údolí a má z celého dolního toku největší sklon  
 hladiny (na vzdálenost 500 m cca 21 ‰, bezprostředně pod ústím Zlatého po-  
 toka patrně kolem 30 ‰). Současnou aktivní erozi dokumentují výrazně ohla-  
 zené skalní stěny až do výšky 4–5 m nad hladinou. Nápadně zúžený příčný  
 údolní profil spolu s rozsáhlými suťovými balvany podmiňuje vzdouvání velkých  
 vod, takže při maximálních průtocích vystupuje hladina až o 5–6 m výše než  
 v době malých průtoků. Např. při červencové povodni v r. 1958, která dosáhla  
 hodnoty 30leté vody, vystoupila zde hladina až 4 m nad úroveň odpovídající prům-  
 ěrným průtokům. Velmi vhodné geologicko-geomorfologické poměry se projevují  
 i ve značném počtu obřích hrnců (celkem 96) různých vývojových stadií. Vedle  
 převládajícího miskovitěho (45 %) a nepravidelného tvaru (18 %) jsou zde po-  
 měrně hojné i válcovité formy (26 %). Vzhledem k textuře horniny je půdorys  
 u 43 % tvarů nepravidelný a 42 % eliptický. Jen 14 tvarů má delší osu větší  
 než 50 cm. Zajímavá je poloha obřích hrnců nad hladinou řeky v době malých  
 průtoků (15. 8. 1959). Přestože se většina tvarů (82 %) nachází ve výšce do  
 150 cm nad nízkou hladinou, vyskytují se zde obří hrnce až ve 350 cm nad ře-  
 kou. Byly dokonce pozorovány nevýrazné, mechem zarostlé misky na povrchu po-  
 sunutých bloků 5–6 m nad hladinou řeky. Jde zřejmě o staré, dnes se již nevy-  
 víjející tvary. Kromě 4 obřích hrnců na suťových balvanech jsou všechny tvary  
 vázány na skalní podloží zelených břidlic.

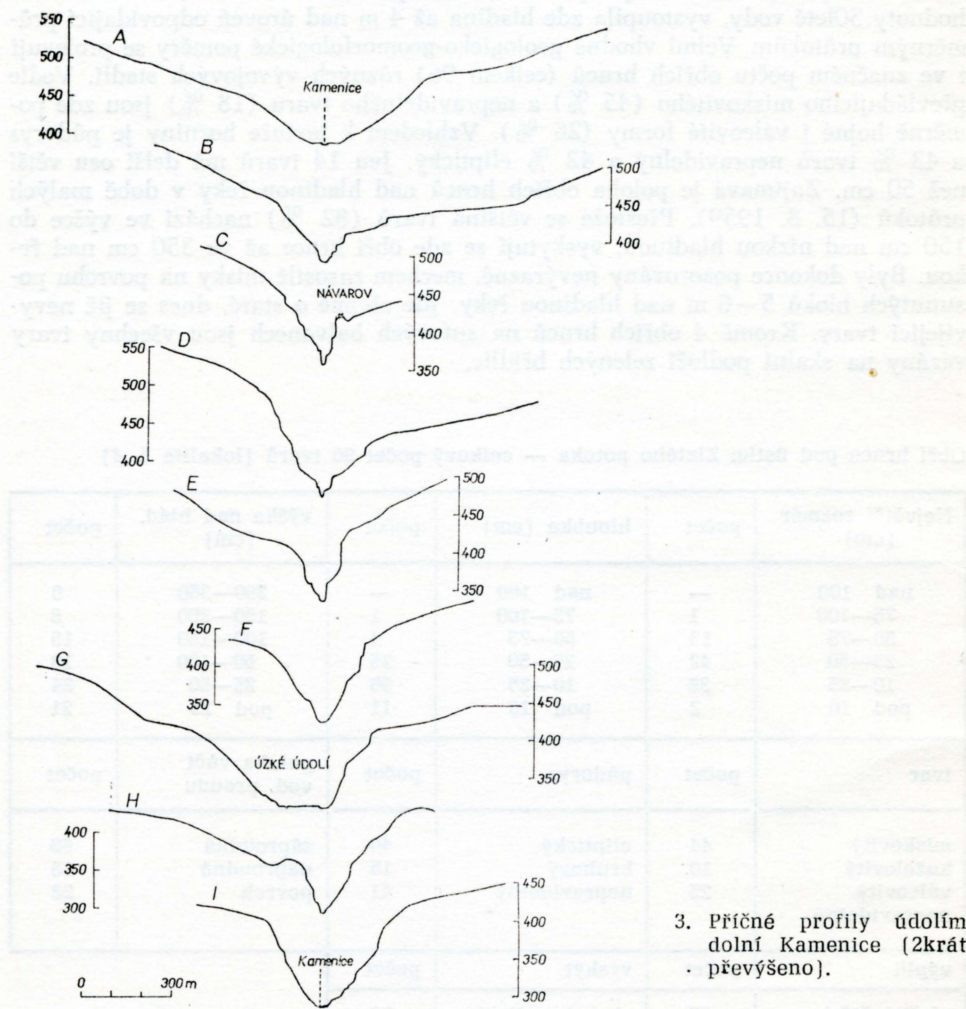
Obří hrnce pod ústím Zlatého potoka — celkový počet 96 tvarů (lokality č. 4)

Největší rozměr (cm)	počet	hloubka (cm)	počet	výška nad hlad. (cm)	počet
nad 100	—	nad 100	—	200—350	9
75—100	1	75—100	1	150—200	8
50—75	13	50—75	4	100—150	15
25—50	42	25—50	25	50—100	19
10—25	38	10—25	55	25—50	24
pod 10	2	pod 10	11	pod 25	21
tvar	počet	půdorys	počet	poloha vůči vod. proudu	počet
miskovitý	44	eliptický	40	záproudňá	56
kuželovitý	10	kruhový	15	náproudňá	18
válcovitý	25	nepravidelný	41	povrch	22
nepravidelný					
výplň	počet	výskyt	počet		
písčité štěrky	55	skalní podloží	92		
bez výplně	41	suťové balvany	4		

5. Následující výskyty obřích hrnců jsou v rozsáhlém zákrutu Kamenice jz. od zříceniny hradu Návarov. Po kratším úseku s menším sklonem hladiny se sou-  
 středně výskyty evorznic tvarů objevují na počátku zvýšeného sklonu řečiště,

v místě proudů asi 250 m jz. od zříceniny hradu Návarov. Nejvýše proti toku bylo popsáno v levém boku řečiště 12 převážně miskovitých obřích hrnců. Dále zde vznikly i rozsáhlé boční výmoly.

Největší sklon hladiny v tomto úseku toku se objevuje pod dolní zatáčkou silnice z. od osady Návarov, kde ve zúženém korytě vytváří řeka několik peřejí, vysokých až 2 m. Vznik peřejí byl zde podmíněn vedle odolnějších partií zelených břidlic zejména mohutnými balvany a bloky v řečišti, které pocházejí z destruo-



3. Příčné profily údolím dolní Kamenice (2krát převýšeno).

vaných mrazových srubů na údolních svazích. Vrstvy zelených břidlic jsou ukloněny pod úhlem kolem  $20^{\circ}$  k V, takže v pravé části koryta vystupuje ploché podloží ukloněné směrem ke středu řečiště, kdežto v levé, konvexní části koryta vznikly destruované skalní stěny s výklenky. Dokonalé evorzní formy jsou vázány na zmíněné ploché podloží v pravé, nárazové části zákrutu Kamenice, a to mezi dvěma hlavními peřejemi (přibližně pod km 9,3 žel. trati). Neobyčejně výrazné

obří hrnce byly vyhloubeny v bočním prahu při pravém okraji řečiště, dlouhém 15–17 m a širokém až 10 m; toto skalní podloží je dnešním korytem přehloubeno o 1–2 m. Na této relativně malé ploše bylo zjištěno přes 40 obřích hrnců, patřících k nejdokonaleji vyvinutým tvarům na Kamenici vůbec. V závislosti na struktuře a textuře horniny (pravidelný úklon vrstev, rozpukání, přítomnost křemenných žilek a železitých poloh) a na poloze k proudnici vznikly zde obří hrnce rozmanitých tvarů a velikostí, od drobných forem po rozsáhlé výmoly, vytvořené spojením sousedních hrnců. Ploché povrch zelených břidlic je dále rozbrázděn řadou erozních rýh a úzkých koryt se stopami po evorzi. Popisované zvýšení podloží představuje patrně zbytek někdejších větších peřejí, k jejichž destrukci došlo při posunu řečiště doleva po ukloněných vrstvách zelených břidlic směrem ke konvexní části meandru. Obří hrnce jsou zde místy vyvinuty stupňovitě nad sebou, zejména tam, kde přehlubují erozní rýhy v místech drobných skalních stupňů. Dokonalé tvary vznikly v masívnějších partiích horniny, u řady forem se však projevuje vliv zvrstvení, rozpukání i odolnějších vložek a poloh (asymetrické tvary, nepravidelný půdorys, žebrovaní na stěnách a dnu aj.).

Na této lokalitě bylo kromě 12 výše uvedených tvarů popsáno celkem 94 obřích hrnců, z nichž tři čtvrtiny forem jsou vázány na pravý okraj řečiště. Vedle převládajících mísovitých tvarů jsou zde hojné i válcovité obří hrnce. Jen asi jedna třetina obřích hrnců má eliptický půdorys, nepatrně je zastoupen půdorys kruhový; ostatní tvary jsou nepravidelné. Obří hrnce se nacházejí až do výšky 210 cm nad hladinou řeky (25. 8. 1969), převážně však leží 50–150 cm nad hladinou (64 tvarů). V tomto úseku toku byly vhodné podmínky i pro vývoj bočních výmolů (kotlů).

Obří hrnce západně od Návarova — celkový počet 106 tvarů (lokality č. 5)

Největší rozměr (cm)	počet	hloubka (cm)	počet	výška nad hlad. (cm)	počet
nad 100	—	nad 100	—	nad 200	2
75–100	3	75–100	1	150–200	5
50–75	14	50–75	1	100–150	21
25–50	48	25–50	21	50–100	44
10–25	39	10–25	47	25–50	16
pod 10	2	pod 10	36	pod 25	18
tvar	počet	půdorys	počet	poloha vůči vod. proudu	počet
miskovitý	74	eliptický	35	záproudná	59
kuželovitý	5	kruhový	11	náproudná	29
válcovitý	22	nepravidelný	60	povrch	18
nepravidelný	5				
výplň	počet	výskyt	počet		
písečný štěrk	31	skalní podloží	89		
bez výplně	75	suťové balvany	17		

6. V nízké ploché skalce zelených břidlic (metadiabasů?) při levé straně řečiště asi 300 m nad mostem v Návarově vzniklo 11 většinou mísovitých obřích

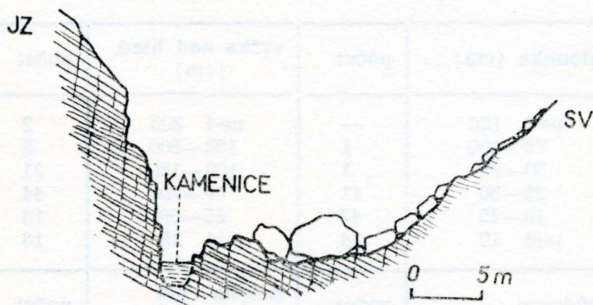
hrnců. Plochý povrch skalky leží nejvýše 100–200 cm nad nízkou hladinou řeky (15. 8. 1959).

7. V nízké fylitové skalce asi 35 m nad mostem v Návarově vyhloubila řeka 6 drobných mísovitých obřích hrnců, které bývají již při průměrných průtocích zatopeny.

V úseku mezi návarovským mostem a Bohuňovskem, delším než je předchozí úsek mezi Mlýnskem a Návarovem, bylo zjištěno jen 5 lokalit obřích hrnců. Jsou zde již méně příznivé podmínky pro vznik evorzních tvarů (vcelku přímočarý průběh údolí, menší sklon hladiny — zprvu kolem 14 ‰, níže 11 ‰).

8. Větší počet obřích hrnců byl zjištěn přibližně 150 m pod návarovským mostem v pravém boku řečiště ve skalce zelených břidlic, jejichž vrstvy se sklánějí pod úhlem 20–25° k SV, tj. směrem do řečiště. Vedle 19 převážně miskovitých tvarů, ležících až 160 cm nad nízkou hladinou (21. 8. 1969), porušuje povrch a stěny skalky řada erozních rýh, žlábků a bočních výmolů (o průměru až 1,5 m). Vznik obřích hrnců na této lokalitě lze vysvětlit polohou skalky, vybíhající mírně do řečiště a podmiňující turbulentní proudění za povodňových průtoků. Při nižších vodních stavech jde totiž o přímočarý úsek s menším sklonem hladiny. — Na protějším, levém břehu řeky byly zjištěny v příznivé poloze jen dva miskovité obří hrnce.

9. Přibližně 110 m po toku řeky od lokality č. 8 a 50 m severně od železniční stanice Návarov vystupuje nad nízkou hladinu část plochého prahu zelených břidlic (10 m dlouhý, 3 m široký, 30 cm nad hladinou 21. 8. 1969). Jeho povrch je rozbrázděn řadou erozních rýh, bočních výmolů a pěti malými miskovitými obřími hrnci.



4. Schematický profil řečištěm Kamenice 200 m jv. od žel. stanice Návarov (lokalita č. 10).

10. Další výskyt obřích hrnců se nachází asi 250 m od lokality č. 9 směrem po toku řeky, v místě peřejovitého zvětšení sklonu hladiny. Peřej, vysoká 1,5 m, je založena v zelených břidlicích, jejichž vrstvy mají sklon 20–25°/V, tj. směrem ke středu řečiště, a jsou rozpučány paralelně se směrem toku (h 10). Při pravé straně řečiště je skalní podklad přehlouben 1,7–3 m širokým korytem, jímž protéká za nižších vodních stavů všechna voda. V levé části řečiště jsou nakupeny mohutné bloky, z nichž největší má rozměry 6×4×3,5 m. Miskovité obří hrnce (v počtu 9) jsou vyhloubeny ve skalním podloží mezi přehloubeným korytem a sufóvními balvany, a to ve výši 10–80 cm nad nízkou hladinou (22. 8. 1969). V ohlazené skalní stěně na pravém břehu lze kromě jednoho obřího hrnce pozorovat několik nevýrazných bočních výmolů.



Přihližně 70 m nad výše popsanou peřejí protéká Kamenice v délce asi 60 m soutěskou, jejíž svíslá skalní stěna na levém břehu je v dosahu hladiny místy modelována evorzí.

11. Asi 500—600 m jvv. od železniční stanice Návarov vystupuje při pravém břehu Kamenice ohlazené podloží zelených břidlic, které je v délce 50 až 70 m porušeno výraznými evorzními tvary. Kromě celé řady bočních výmolů (evorzních kotlů), o průměru až 250 cm, bylo zde změřeno 51 obřích hrců o rozměrech od 10 do 75 cm, ležících až 120 cm nad nízkou hladinou řeky (8. 10. 1959). S výjimkou 5 tvarů v suťových balvanech jsou obří hrnce vázány na výchozy skalního podloží. Převaha miskovitých tvarů nad válcovitými a kuželovými (32:19) není tak výrazná jako na jiných lokalitách. Většina obřích hrců je zčásti vyplněna písčítým šterkem.

12. Značný počet evorzních tvarů vznikl asi 50 m nad mostem přes Kamenici v Úzkém Údolí (jz. od Jesenného), a to ve skalním podloží vystupujícím v celém řečišti (širokém 30 m) nad peřejí až nízkým vodopádem, vysokým 0,5 až 1,2 m. Řečiště zde odkrývá styk zelených břidlic se sericitickými fylity. Obří hrnce se vytvořily převážně ve fylitech, vzácně v masívních zelených břidlicích. Jejich tvar je silně ovlivněn břidličnatostí fylitů (h 3; 30—60<sup>0</sup>/SZ), takže většina obřích hrců má nepravidelný půdorys. Z celkového počtu 15 obřích hrců má pouze jeden válcovitý tvar, ostatní jsou miskovité. V měkké hornině podléhají evorzní tvary poměrně rychlé destrukci, což naznačuje řada mělkých, nepravidelných výmolů, závislých na textuře horniny. V rovnoploše odlučných fylitech se obří hrnce netvoří. Obří hrnce by byly již při nízkých průtocích prakticky zaplaveny, kdyby většina vody neprotékala továrním náhonem. V levém boku řečiště asi 10 m pod peřejí je ve výši asi 1 m nad hladinou několik travou zarostlých nepravidelných protáhlých depresí (například o rozměrech 120×40×45 cm), které patrně představují destruované obří hrnce starších vývojových fází.

13. Na nejdolejším toku Kamenice mezi Bohuňovskem a ústím do Jizery v Podspálově má řeka většinou menší sklon hladiny (průměrně kolem 6 ‰) a v balvanito-šterkovitém řečišti se jen vzácně objevují výchozy skalního podloží. V tomto úseku nejsou příliš vhodné podmínky pro vznik evorzních tvarů. Nevelký počet mělkých obřích hrců byl zjištěn v ohlazených skalách zelených břidlic v pravé části koryta asi 200 m pod ústím p. Střevelná a v metadiabasech při levém břehu řečiště asi 90—100 m níže po toku. Obří hrnce (v počtu 7 a 5) mají vlivem břidličnatosti a rozpukání horniny nepravidelný půdorys a převážně miskovitý tvar. Při pravém břehu leží nejvýše 25 cm nad nízkou hladinou (8. 10. 1959), při levém břehu až 90 cm nad hladinou řeky (22. 8. 1969).

## Závěr

V řečišti dolní Kamenice, mezi Plavy a ústím do Jizery, bylo v úseku toku dlouhém 8 km zjištěno 13 výskytů obřích hrců se 480 zaměřenými tvary. Evorzní formy byly vyhloubeny převážně v zelených břidlicích, dále v metadiabasech, v grafitických a sericitických fylitech. Půdorys a tvar obřích hrců byl výrazně ovlivněn texturou a strukturou podložních hornin, tj. vrstevnatostí, rozpukáním a přítomností křemenných žilek a železitých poloh. Nejpočetnější a vývojově nejpokročilejší evorzní tvary jsou omezeny na krátký úsek řečiště pod zříceninou hradu Návarov, kde má řeka největší sklon (na vzdálenost 500 m cca 21 ‰) a soutěskovitě se zařezává do odolných zelených břidlic. Odtud směrem po toku četnost obřích hrců postupně klesá.

Ze statistického zpracování evorzních tvarů vyplývá, že obří hrnce jsou převážně malých a středních rozměrů: 85 % jich má delší osu kratší než 50 cm. Pouze u 4 tvarů delší osa převyšuje 100 cm. Obří hrnce se vyznačují malou hloubkou — více než polovina tvarů má hloubku 10—25 cm. Do kategorie 25 až 50 cm spadá 85 obřích hrnců a hlubší formy jsou zastoupeny jen ojediněle. V závislosti na litologicko-tektonických poměrech horninového podkladu má celá polovina výskytů nepravidelný půdorys, zatímco eliptický půdorys se objevuje u 1/3 případů a kruhový jen u 1/7 tvarů. Výše uvedené morfometrické ukazatele nacházejí svůj výraz i u tvarové typologie obřích hrnců. Více než 60 % evorzních forem má miskovitý tvar, válcovitý je zastoupen u 19 % a kuželovitý u 11 % případů. Převážná většina obřích hrnců (83 %) se nachází v relativní výšce do 100 cm nad nízkou hladinou řeky, takže bývají již při mírně nadprůměrných průtocích (jednoleté povodni) zaplavovány. Vzácně byly pozorovány obří hrnce ležící až 350 cm nad hladinou, když ještě vyšší tvary podlehly od doby svého vzniku destrukci. Tyto nejvýše položené obří hrnce, které bývají zaplavovány jen při víceletých povodních, představují zřejmě subrecentní, dnes se již nevyvíjející tvary. Vzhledem ke směru proudu má více než polovina případů záprroudnu polohu, téměř jedna třetina obřích hrnců leží na plochem povrchu a v náproudné poloze se nachází jen asi jedna sedmina tvarů. Téměř každý druhý obří hrnc je zčásti zaplněn písčítým štěrkem. Skutečnost, že 90 % obřích hrnců je vázáno na skalní podloží a jen 10 % na suťové balvany, které jsou

Přehledná tabulka obřích hrnců na Kamenici

Největší rozměr (cm)	počet	%	hloubka (cm)	počet	%	výška nad hlad. (cm)	počet	%
nad 100	4	0,8	nad 100	1	0,2	200—350	11	2,3
75—100	9	1,9	75—100	5	1,0	150—200	14	2,9
50—75	58	12,0	50—75	10	2,1	100—150	56	11,7
25—50	188	39,2	25—50	85	17,7	50—100	136	28,3
10—25	201	41,9	10—25	254	52,9	25—50	134	27,9
pod 10	20	4,2	pod 10	125	26,0	pod 25	129	26,9
celkový počet	480	100	celkem	480	100	celkový počet	480	100
tvar	počet	%	půdorys	počet	%	poloha vůči vod. proudu	počet	%
miskovitý	293	61,0	eliptický	165	34,4	záproudná	260	54,2
kuželovitý	52	10,8	kruhový	71	14,8	náproudná	72	15,0
válcovitý	89	18,6	nepravid.	244	50,8	povrch	148	30,8
nepravidelný	46	9,6	celkem	480	100	celkový počet	480	100
celkový počet	480	100						

výplň	počet	%	výskyt	počet	%
písč. štěrk	232	48,3	skalní podloží	433	90,2
bez výplně	248	51,7	suťové balvany	47	9,8
celkový počet	480	100	celkový počet	480	100

v řečišti neobyčejně početné, by mohla svědčit o relativně mladém původu sufo- vých bloků v řečišti. Rozhodující je však zřejmě skutečnost, že tvar a poloha těchto balvanů v řečišti nejsou příznivé pro vývoj obřích hrnců.

Porovnáme-li výše charakterizované obří hrnce na Kamenici s obdobnými tvary na Jizeře (B. Balatka 1960), vidíme, že i přes rozdílné horninové prostředí nejsou mezi obřimi hrnci na obou řekách podstatnější rozdíly. Jizerské obří hrnce mají jen poněkud větší rozměry a celkově menší výšku nad hladinou řeky. Rovněž podstatně menší počet obřích hrnců na Jizeře obsahuje šterkovou výplň.

Početné evorzní tvary v řečišti dolní Kamenice jsou dokladem současné intenzivní erozní činnosti řeky v bozkovské části Železnobrodské pahorkatiny. Jejich rozšíření v podobné geomorfologické posici jako v údolí Jizery nad ústím Kamenice spolu s rázem reliéfu dokazuje, že jde o údolní úsek patrně antecedenčního charakteru.

#### Literatura

- BALATKA B.: Evorzní tvary v řečišti Jizery, Sborník ČSZ 65: 110—121, Praha 1960.  
FEDIUK F.: Vulkanity železnobrodského krystalinika. Rozpravy ÚÚG 29, 116 stran, Praha 1962.  
KUNSKÝ J.: Obří hrnce na Vydře a Křemelné na Šumavě. Sborník ČSZ 54: 25—31, Praha 1949.  
Charakteristické hydrologické údaje toků v povodí českého Labe, Lužické Nisy a Smědavy. Str. 23. Hydrometeorologický ústav, Praha 1963.  
Hydrologická ročenka ČSSR 1958. Část I. Povrchové vody. Str. 92, Bratislava 1961.  
MÍCHÁLEK R. — DEMEK J.: Příspěvek ku geomorfologickým poměrům okolí Železného Brodu. Sborník ČSZ 58:164—168, Praha 1953.  
TSCANG HSI — LIN: Potholes in the river beds of North Taiwan. Erdkunde 11: 296—303, Bonn 1957.  
Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. M-33-X Liberec. Sestavili redaktor listu J. Svoboda a J. Chaloupský s kolektivem autorů. 124 str., Praha 1962.  
Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000. M-33-XVI Hradec Králové. Sestavil redaktor listu L. Čepek s kolektivem autorů. 202 str., Praha 1963.

#### EVORSIONAL PHENOMENA IN RIVER BED OF THE KAMENICE

On an 8 km long section of the lower course of the river bed of the Kamenice 13 occurrences of giant pots with 480 measured forms have been discovered. Evorsional phenomena were predominantly formed in metamorphosed rocks of the paleozoic volcanic mass (green slates, metadiabases, etc.), less in graphitic and sericitic phylites of the Železný Brod crystalline system. Giant pots may predominantly be found in a 3600 m long section, between the flow of Zlatý potok and the village called Úzké Údolí where the mean river gradient makes 14,0 ‰. Most significant forms arose close to the mouth of the Zlatý potok in the section of the greatest gradient, i. e. 20,9 ‰ within the distance of 500 m.

Statistical data show that giant pots are predominantly small-size or middle-size phenomena (in 85 % the longer axis is shorter than 50 cm). Giant pots in their majority (60 %) are bowl-shaped, in 19 % are of cylindrical shape, in 11 % cone-shaped. Almost all evorsional phenomena occur within the reach of the yearly inundation water, only a few giant pots were discovered at a height of 350 cm above the low surface reached by the river water only at maximum water level (inundations occurring in 30—50 years' intervals). The prevailing majority of giant pots (90 %) occur in the rocky substratum, few of them being found in the rock debris filling the river bed in some places. Approximately every other giant pot is partly filled with sandy gravel.

The unusually rich occurrence of evorsional phenomena in the lower section of the river bed of the Kamenice is the best proof of the present intense erosion activity performed by the river in the area of the Železný Brod Hills. The section of the Kamenice valley under study is of an expressly antecedent character.

Explanations to the maps and profiles:

1. Schematic map of the drainage area of the lower Kamenice with marked localities of potholes (1—13). A—I lines of cross profiles.
2. Longitudinal profile of the water level of the lower Kamenice, according to the map in the scale 1:10 000 (50× exaggerated). 1—13 — occurrences of potholes.
3. Cross profiles of the valley of the lower Kamenice (2× exaggerated).
4. Schematic profile of the river bed of the Kamenice, 200 m south-east of the railway station Návárov (locality 10).

Explanations to the photos:

1. Cascades with potholes in the river bed of the Kamenice, 250 m south of the railway station Držkov (locality 1).
2. Evorsional forms in the rapids of green slates, 250 m south of the railway station Držkov (locality 1).
3. Potholes in the left part of the river bed of the Kamenice at the mouth of the brook Zlatý potok (locality 3).
4. Gorge on the Kamenice beneath the mouth of the brook Zlatý potok. The walls of green slates at the right river bank are modelled within the reach of high floods by evorsion (locality 4).
5. Perfect cylindrical pothole (55×60×60 cm) in the river bed of the Kamenice beneath the ruin of the castle Návárov (locality 4).
6. Pothole in the rapids of green slates at the right side of the river bed of the Kamenice west of the village Návárov (locality 5).
7. Cylindrical pothole (40×30×55 cm) in the rock of green slates at the left side of the river bed of the Kamenice, 300 m above the bridge in the Návárov (locality 6).
8. Blocks of green slates in the river bed of the Kamenice 200 m south-east of the railway station Návárov. On the left of the block in the river bed flooded erosion furrow with potholes (locality 10).  
*(Photos 1—8 by B. Balatka.)*



1. Peřeje s obřimi hrnci v řečišti Kamenice 250 metrů jižně od žel. zastávky Držkov (lokalita č. 1).



2. Evorzní tvary v řečišti Kamenice 250 m jižně od žel. zastávky Držkov (lokalita č. 1).

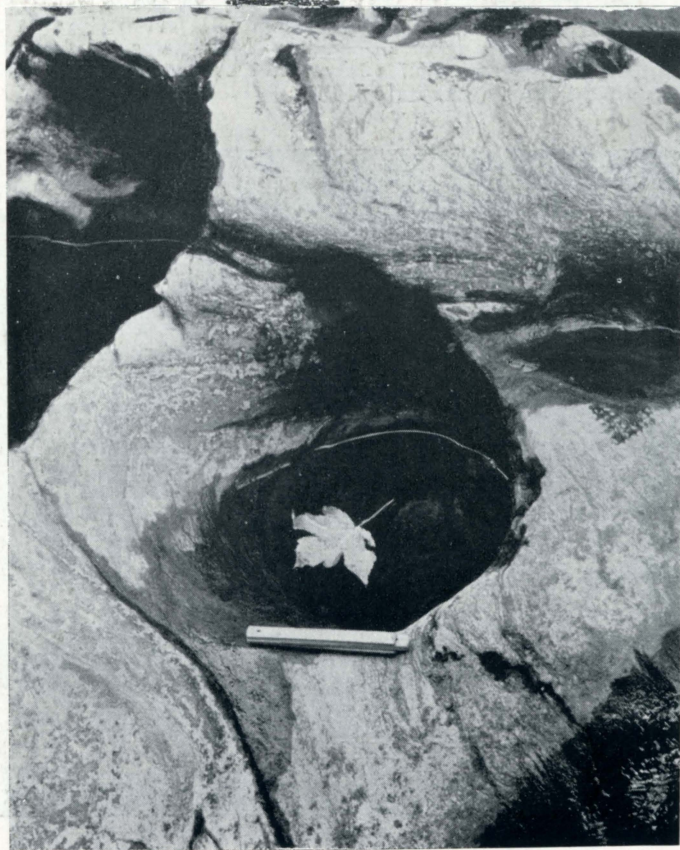
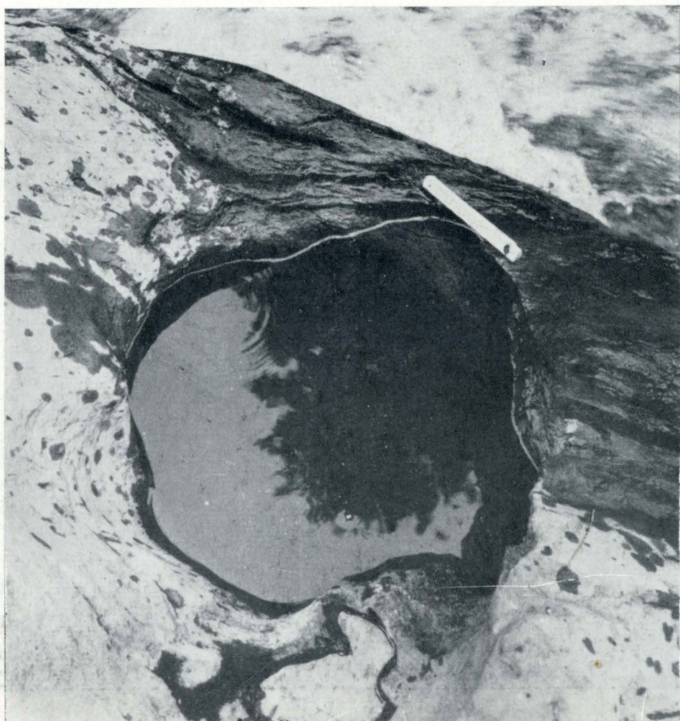


3. Obří hrnce v levé části  
řečiště Kamenice při  
ústí Zlatého potoka (lo-  
kalita č. 3).

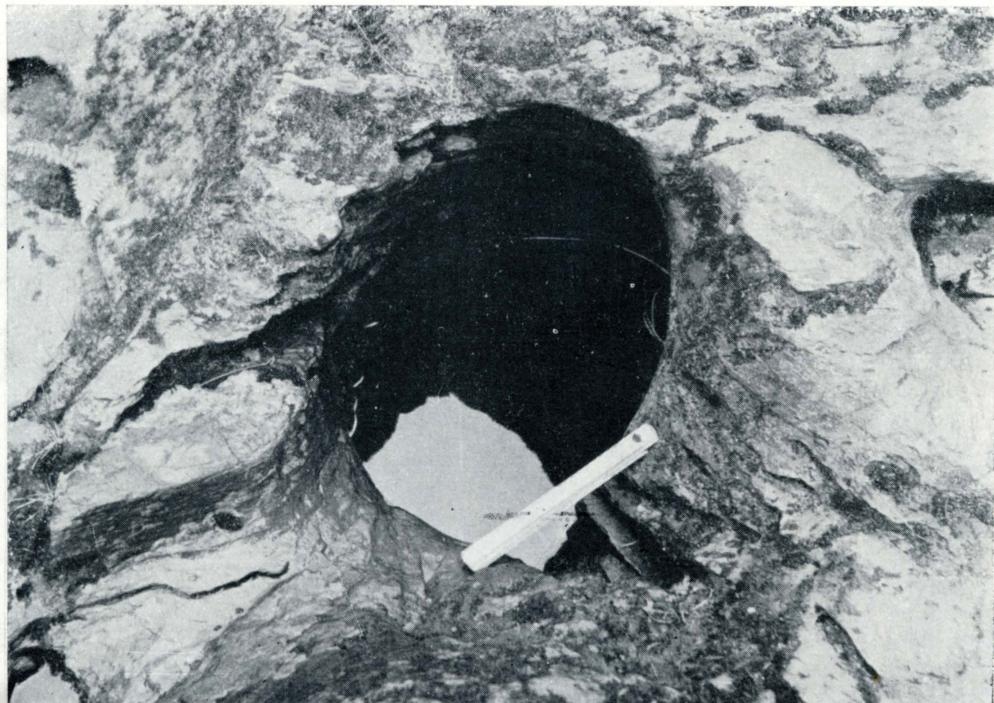


4. Soutěska na Kamenici  
pod ústím Zlatého po-  
toka. Stěny zelených  
břidlic na pravém bře-  
hu řeky jsou v dosahu  
povodňových průtoků  
modelovány evorzí (lo-  
kalita č. 4).

5. Dokonalý obří hrnec válcovitého tvaru (55××60×60 cm) v řečišti Kamenice pod zříceninou hradu Návarev (lokality č. 4).



6. Obří hrnec v prazdka zelené břidlice při pravé straně řečiště Kamenice západně od osady Návarev (lokality č. 5).



7. Válcovitý obří hrnc (40×30×55 cm) ve skalce zelených břidlic při levé straně řečiště Kamenice 300 m nad mostem v Návarově (lokalita č. 6).

8. Balvany a bloky zelených břidlic v řečišti Kamenice (za květnové povodně v r. 1965) 200 m jv. od žel. stanice Návarov. Vlevo od největšího bloku zatopené úzké koryto s obřími hrnci (lokalita č. 10).

(Foto 1–8 B. Balatka.)

