

ARCHEOLOGICKÝ ÚSTAV AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY
V BRNĚ

PŘEHLED VÝZKUMŮ
1993-1994

ISSN 1211-7250



BRNO 1997

381 ch. n. 1992
382

250,-

S 9395458

PŘEHLED VÝZKUMŮ 1993-1994

Vydává: Archeologický ústav AV ČR Brno
Královopolská 147, 612 00 Brno
E-mail: ps@isibrno.cz

Odpovědný redaktor: PhDr. Jaroslav Tejral, DrSc

Redakce a příprava pro tisk: Mgr. Patrik Červák, Mgr. Balázs Komoróczy,
Ing. Petr Škrdla

Na titulním listě: Rekonstrukce skládané dýky z Maref

Tisk: Tiskárna Gloria, Rosice u Brna

Náklad: 400 ks

Publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

© 1997 by the Authors

All rights reserved

AÚ AV ČR Brno, Královopolská 147, 612 00

- Hašek, V. et al. 1985: Podíl geofyzikálních metod při přípravě terénního archeologického výzkumu-etapa 1984. - MS Geofond Praha.
- 1987: Geofyzikální příprava terénního archeologického výzkumu - etapa 1986. - MS Geofond Praha.
- Hašek, V., Bachratý, J., Tomešek, J. 1993: Zpráva o archeogeofyzikální prospekci na akci Olomouc-Denisova ul. 30. - MS Geodrill s.r.o. Brno.
- 1994: Zpráva o archeogeofyzikální prospekci na akci Daskabát, okr. Olomouc - "Záměsko". - MS AV ČR Brno.
- 1994a: Zpráva o archeogeofyzikální prospekci na akci Daskabát, okr. Olomouc- "Kopec". - MS AÚ ČR Brno.
- Hašek, V., Měřínský, Z. 1991: Geofyzikální metody v archeologii na Moravě. - MVS Brno.
- Hašek, V., Mitrenga, P. 1992: Zpráva o archeogeofyzikální prospekci na akci Jihlava, Křížová ul. - MS Geofond Praha.
- Hašek, V., Unger, J. 1994: Archäogeophysikalische Prospektion der historischen unterirdischer Räume in der Tschechischen Republik. - Der Erdstall, 20, 30-43.
- 1994a: Archäogeophysikalische Prospektion unterirdischer Räume bei der Rabmühle. - Der Erdstall, 20, 27-29.
- Hosák, L. 1967: Recenze monografie K. Domes. Z historie Velkého Újezda a okolí, VVM XIX/1, 141-142.
- Houdek, V. 1884: Z pravěku Olomoucka. - Časopis muzejního spolku Olomouckého I, 51.
- Mašín, J., Válek, R. 1963: Přehled užití geofyziky pro geology. 293-294. Praha.
- Nekuda, V., Unger, J. 1981: Hrádky a tvrze na Moravě. Brno.
- Plaček, M. 1990: Panská sídla v Náměšti na Hané ve středověku. - Sborník 850 let Náměště na Hané. Náměšť na Hané. s. 36-42.
- 1991: Vztahy mezi hradním stavitelstvím moravského a rakouského horního Podolí. - XX. mikulovské sympóziium 1990. Brno, 247-260.
- Šedo, O., Zatloukal, 1993: Nálezová zpráva v archivu Ústavu archeologické památkové péče Brno.
- Šenkyřík, M. 1992: Historie chrámu Panny Marie ve Křtinách. Brno.
- Tymonová, M. 1992: Předběžná zpráva o archeologickém výzkumu hradu v Náměšti na Hané (okr. Olomouc). Náměšť na Hané a okolí, 2-16.
- 1993: Záchranný výzkum VMO, I. etapa. - MS Vlast. muzeum Olomouc.
- Unger, J. 1987: Unterirdische Gänge in mittelalterlichen und neuzeitlichen Dörfern in Südmähren. - Der Erdstall 13, 5-19.

ELEKTROODPOROVÁ MĚŘENÍ STŘÍDAVÝMI PROUDY A JEJICH UŽITÍ V MĚLKÉ ARCHEOLOGICKÉ PROSPEKCI

Antonín Majer, ÚAPPSČ Praha

Cílem tohoto příspěvku není vyvolat diskuse o tom, zda je v archeologické elektrodporové prospekci výhodnější měřit proudem stejnosměrným či střídavým: Stejnosměrná měření jsou nezastupitelná tam, kde usilujeme o průnik pole do větších hloubek a o kvantitativní interpretaci naměřených hodnot. V archeologické praxi většinou převažují případy, kdy cílem prospekce jsou především kvalitativní přehledná zjištění, ta se mohou posléze stát předmětem hlubšího výzkumu jak geofyzikálního, tak archeologického. Pro přehledná zjištění se stejnosměrná metoda nejeví jako příliš efektivní, zejména pro pomalost

postupu měření a také proto, že rušivá elektromotorická napětí vzniklá na napět'ových elektrodách MN vykazují největší hodnoty změny těsně po zaražení elektrod do země. Takto vzniklý galvanický článek bývá nutno občas i vybíjet do zkratu, abychom zmírnili rušivý pokles polarizačních napětí během vlastního měření. Rušivá elektromotorická napětí lze sice eliminovat užitím nepolarizovatelných elektrod, z toho však vyplynou obtíže jiného druhu a výsledek je prakticky tentýž: časové zdržení.

Užitím střídavého proudu se účinně odstraní obtíže s rušivými galvanickými články, komplikují se však i teoretické základy měření. Na místě zdánlivého měrného odporu prostředí nutno uvažovat impedanci, složenou z reálné a imaginární složky odporu. K tomu přistupují další vlivy, zejména vliv kabelů, jimiž je měřicí aparatura spojena s elektrodami. Rušivé vlivy bludných proudů není obvykle třeba uvažovat, neboť zřídka kdy je užitá vzdálenost potenciálových elektrod větší než 5 m. V případě potřeby lze tyto proudy eliminovat elektronickou cestou pomocí filtru.

Dále jsou uvedeny použité prostředky pro nízkofrekvenční elektroodporové měření, které lze snadno realizovat a variabilně užívat. Popis je koncipován takto:

- 1) Střídavý milivoltmetr
- 2) Proudový zdroj (vysílač)
- 3) Vliv kabelů
- 4) Automatizace měřicího procesu s užitím počítače.

1) Střídavý milivoltmetr

Obecně lze říci, že pro sledované cíle je použitelný každý střídavý nízkofrekvenční milivoltmetr o vstupním odporu cca 10 megaohmů či větším a o malé vstupní kapacitě, vyjádřené v pF. Přístroj by měl bezpečně rozlišovat milivolty. (Při napětí 0,1 V činí 1 mV chybu 1%, což vyhovuje daným cílům.) Stanoveným požadavkům dobře vyhoví většina komerčně vyráběných digitálních multimetrů, určených pro měření v elektronice. Pokud chceme používat automatizaci měření, jsou na trhu multimetry, které komunikují s řídicím počítačem po sériové lince RS232. Autorovi se osvědčil přístroj METEX M4650CR o parametrech:

Vstupní odpor 10 Mohm

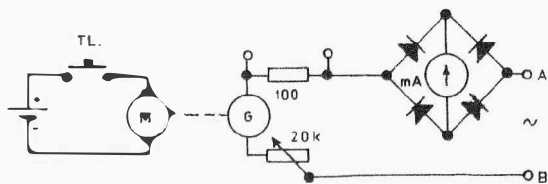
Vstupní kapacita 50 pF

Přesnost 0.05% z rozsahu

Komunikační linka RS232.

2) Proudový zdroj

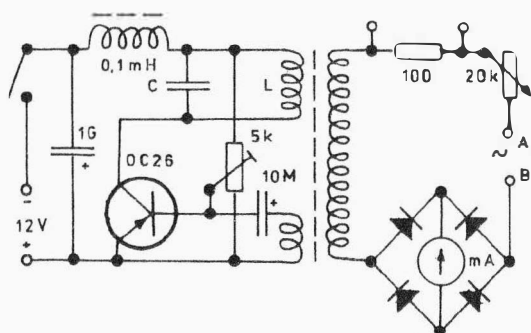
Nejsnáze realizovatelným střídavým zdrojem je motorgenerátorový měnič. Pro proudy typicky 10 mA vyhovují tzv. telefonní induktry či jiné rotační strojky, poskytující naprázdno napětí 100 až 200 V. Tento generátor lze pohánět malým elektromotorkem na nízké napětí, vhodné



Obr. 1. Motorgenerátorový střídavý zdroj

jsou motory pro stěrače. Do okruhu elektrod AB (obr. 1) je vhodné zapojit měřicí bočník o odporu 100 ohm, regulační reostat a provozní střídavý miliampérmetr. Takovéto soustrojí dodává nízkou frekvenci řádu prvních desítek Hz.

Technicky elegantnějším řešením je tranzistorový měnič, např. dle obr. 2. Pracovní frekvenci lze doporučit v rozsahu 100 až 1000 Hz. Výstupní okruh je opatřen stejnými prvky měření a regulace, jak již bylo uvedeno.

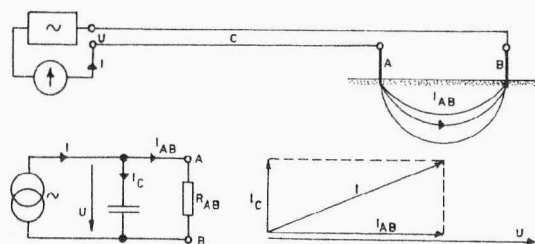


Obr. 2. Příklad zapojení tranzistorového střídavého zdroje

Měřicí bočník slouží pro přesná měření proudu milivoltmetrem: Při hodnotě 100 ohm odpovídá proudu 10 mA úbytek napětí 1 V na tomto bočníku. Na provozní indikátor proudu v obvodu elektrod AB nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky, vyhoví běžná ručková měřidla, zapojená např. do úhlopříčky diodového můstku. Vhodná je i proudová stabilizace, udržující proud okruhem na přednastavené úrovni, typicky 5 či 10 mA.

3) Kabely a jejich vliv

V případě stejnosměrných elektroodporových měření nejsou vodiče k zemním elektrodám obvykle zdrojem zavádějícím chybu a jediným požadavkem na ně kladeným bývá neporušenost vnější izolace. Při měření střídavými proudy nutno uvážit fakt, že vodič představuje kromě elektrického odporu též indukčnost a kapacitu. Jejich vliv nelze podceňovat, zejména u frekvence 1 kHz a výše. Vliv komplexně sdružených odporů (impedancí) je jiný v proudovém i napěťovém okruhu.



Obr. 3. Proudový okruh při měření střídavými proudy, náhradní schéma a vektorový diagram

Proudový okruh

Uvažujeme spojení podle obr. 3. Střídavý generátor je spojen s elektrodami můstkovým vodičem (dvojlinkou). Při frekvenci 1 kHz a délce vedení cca 20 m není třeba uvažovat indukčnost, uplatňuje se zejména kapacita kabelu. Proud I takovýmto okruhem prochází i tehdy, pokud elektrody AB nejsou zaraženy do zcmč. Pro vyšetření poměrů na elektrodách AB nutno vycházet z příslušného náhradního schématu a vektorového diagramu. Platí, že:

$$x_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \quad [\Omega, \text{Hz}, \text{F}] \quad \text{pro výpočet kapacitního odporu kabelu.}$$

Proudy jednotlivými větvemi okruhu jsou:

$$I_c = \frac{U}{x_c}, \quad I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}}, \quad \text{předpokládáme-li pouze činný odpor.}$$

Z vektorového diagramu plyne, že $I_{AB} = \sqrt{(I^2 - I_c^2)}$.

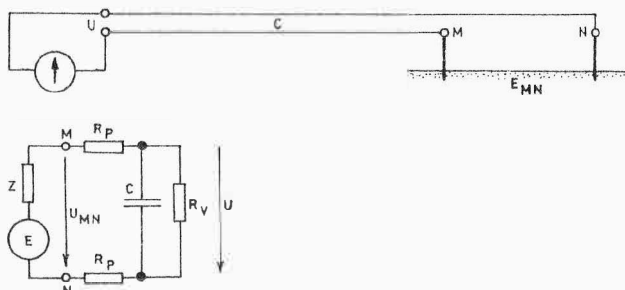
Z praktických důvodů je vhodné proud I udržovat přibližně konstantní. Kabel nemá příliš měnit vlastní kapacitu a kapacita na jednotku délky má být co nejmenší, aby nepřevládla kapacitní složka proudu. Při nízké frekvenci cca 20 Hz nejsou tyto poměry kritické a lze použít i poměrně dlouhý kabel. Frekvenci 1 kHz vyhovuje bílá dvojlinka dlouhá do 20 m.

Napětový okruh

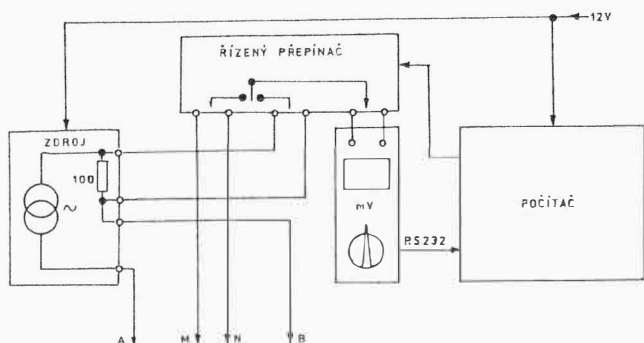
Poměry v tomto okruhu nejsou dobře řešitelné, neboť neznáme vnitřní impedanci fiktivního napětového zdroje, jehož svorkami jsou elektrody MN. Zarážením elektrod se místo od místa mění jejich přechodový odpor a tedy i proud do nežádoucích kapacit kabelu. Například můstkový vodič (dvojlinka) délky 15 m vykazuje kapacitu cca 500 pF. Při frekvenci 1 kHz představuje tento kabel zátěž elektrod kapacitním odporem 320 kΩ. Tato hodnota je ještě únosná pro měření ve vlhké půdě, neboť zde můžeme očekávat, že okruh elektrod MN klade odpor cca 10 kΩ, nebo i méně. Jednoduchou úvahou o děliči napětí lze vyvodit, že zkreslení elektromotorické síly na MN bude za těchto podmínek do -3%.

4) Automatizace měření a sběru dat

Užití přenosného samočinného počítače v měřicích systémech přináší řadu výhod. Odpadá zápis měřených dat a jejich zdlouhavé vyhodnocování. Program pro měření může zahrnovat i různé kontroly, například provádět měření ve dvojicích tolikrát, až je dosaženo námi stanovené přesnosti měření. Naměřená data lze vyhodnotit ihned po měření a okamžitě je operativně využít.



Obr. 4. Napětový okruh a jeho náhradní schéma



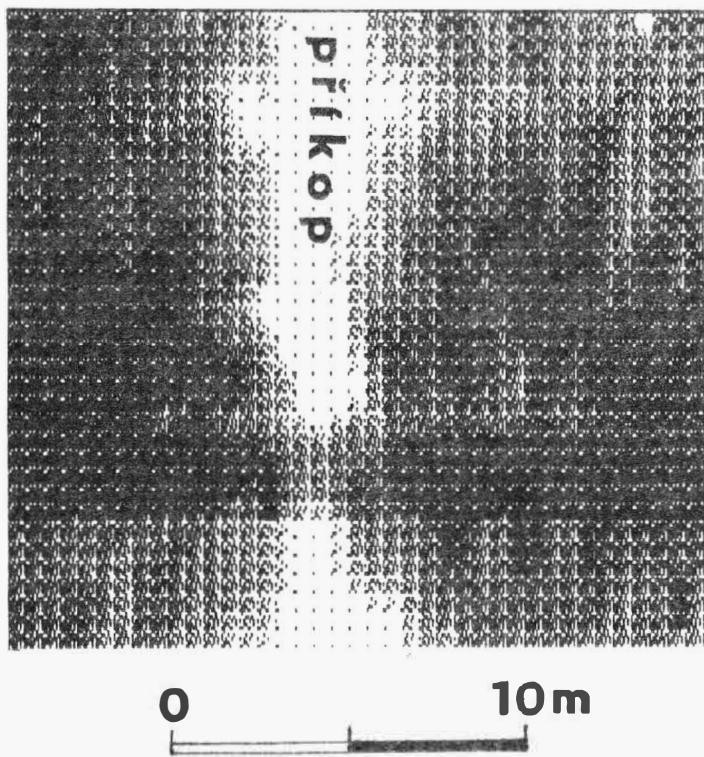
Obr. 5. Blokové schéma aparatury pro střídavá elektroodporová měření s užitím samočinného počítače

Nevýhodou většiny těchto malých, lehce přenosných počítačů typu notebook ale je, že mívají jen jeden paralelní a sériový vstupně-výstupní port, sběrnice počítače není přístupná a počítač tedy nelze rozšířit deskami analogově-číslicových převodníků. K takovému počítači lze připojit obvykle jen jeden měřicí přístroj, pokud chceme měřit více veličin, (například napětí a proud), je třeba postarat se programově o vhodné přepínání měřicích míst, např. s využitím paralelního portu, nebo pomocí frekvenčního relé, které vyhodnocuje signál na zvukovém výstupu počítače. Problematice periférií připojovaných na paralelní port ne každý rozumí a je schopen tyto programovat; naproti tomu generovat počítačem signál dané frekvence a vyhodnotit jej vně počítače rezonančními obvody, je velice snadné.

V tomto duchu byla r. 1995 konstruována aparatura pro střídavá elektroodporová měření. Je provedena modulově a zahrnuje: Počítač XT Olivetti Quaderno, multimetr Metex M4650CR, střídavý zdroj 1 kHz - 120 V - 10 mA a frekvenční přepínač měřicích míst, řízený ze zvukového výstupu počítače. Celá sestava se napájí akumulátorem 12 V. Programové vybavení sestává z programů MONODAT (sběr pouze jedné hodnoty) a MERODPOR (měření napětí a proudů s kontrolou). Programy produkují data v podobě shodné s magnetometrem PM2, což usnadňuje další zpracování. Blokové schéma sestavy je na obr. 4. Frekvenční přepínač je řízen z počítače signálem o frekvenci 800 a 950 Hz. Multimetr je trvale nastaven na střídavý rozsah 20 V a jeho vstup je programem přepínán buď na elektrody MN, nebo k měřicímu bočníku proudového zdroje. Z naměřených hodnot je počítána zdánlivá měrná impedance půdy a měřicí proces je kontrolován dvojicí měření, z níž je v pozitivním případě brán aritmetický průměr.

Příklady použití

V srpnu r. 1995 provedeno sledování příkopovitého útvaru na k.ú. Nová Ves v okrese



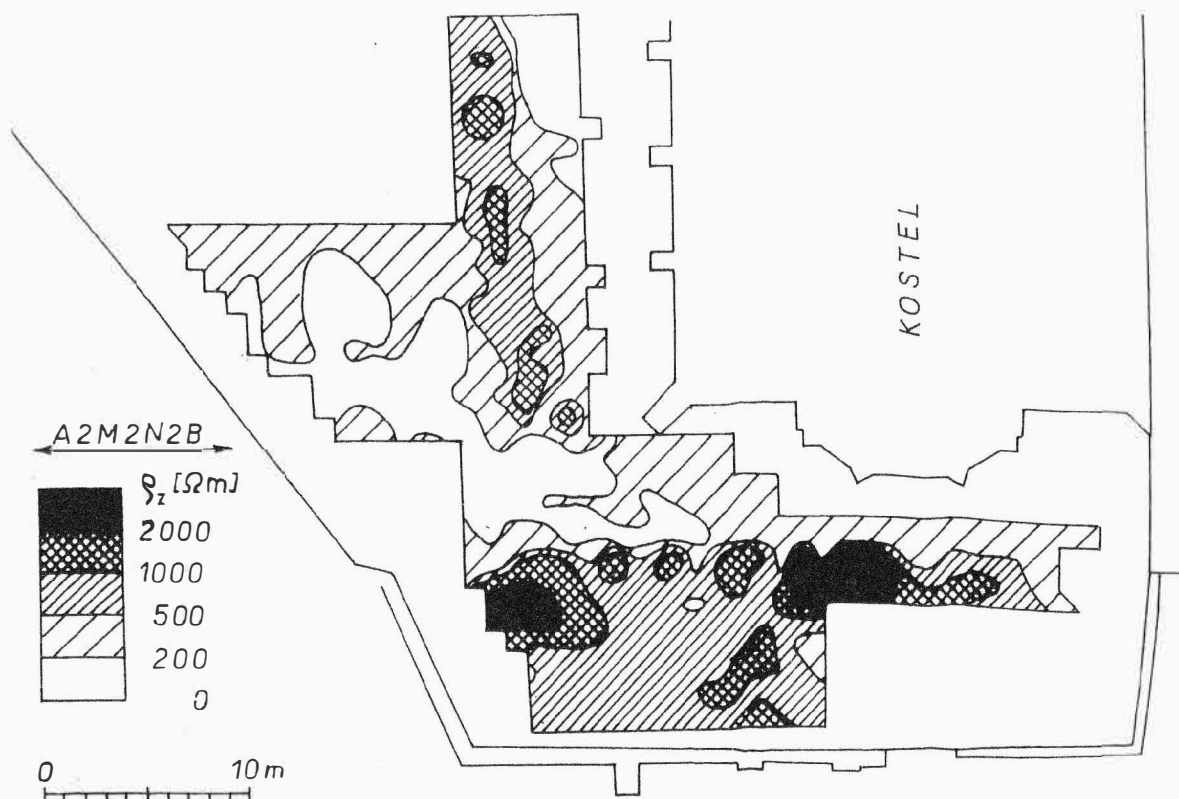
Obr. 6. Nová Ves, okr. Kolín. Mapa zdánlivých měrných impedancí zeminy na frekvenci 1 kHz

v různých navázkách. Měřeno při západní a severní stěně klášterního kostela v místech terénních propadlin. Jako zdroj proudu použit motorgenerátor o frekvenci 20 Hz, uspořádání elektrod činilo A2M2N2B. Proud na AB udržován na hodnotě 10 mA, měřené potenciály na MN sbírány programem MONODAT a poté z nich stanoven zdánlivý měrný odpor půdy. Z přiloženého plánu izolinii vyplývá, že 10 m od západní stěny kostela se táhne pásmo vysokých měrných odporů, oddělených od oblasti nízkých měrných odporů pruhem extrémních hodnot -

Kolín. Plocha měření leží v těsné blízkosti elektrifikované železnice a činí cca 3690 m². Z geologického hlediska je podložím písek, nad ním vrstva 40 cm ornice. Příkop je zahloben asi do 1 m a je zaplněn povrchovými splachy. Měření provedeno na frekvenci 1 kHz při elektroodovém uspořádání A1M1N1B. Krok měření na profilu činil 0,5 m, odstup profilů 1 m. Z obr. 6 je patrna zřetelná záporná anomálie vyvolaná hledaným tělesem, je patrna i další porušení starým liniovým výkopem, patrně pro kabel.

Nízkofrekvenční elektroodporové měření dále provedeno v listopadu 1995 v areálu kláštera Kladruby u Stříbra. Geologické poměry nezkoumány, zřejmě měřeno

patrně zdí. Při severní zdi kostela zachycen pás vysokých hodnot, navazující na terénní útvar, patrný povrchově. Měření nebylo dosud ověřováno výkopem.



Obr. 7. Kladruby u Stříbra. Nizkofrekvenční elektroodporové měření při západní a severní stěně klášterního kostela

ZPRÁVA O VÝZKUMU HORNINOVÉHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU STŘEDOVĚKÝCH STAVEB A JEJICH PROVENIENCE

Jaroslav Dvořák, ČGÚ Brno

V roce 1995 byly publikovány výsledky výzkumu limonitických Fe - rud na Znojemsku a jejich vztah ke středověké architektuře (limonitem tmelené pískovce portálu rotundy ve Znojmě a armování kostela v Drnholci). Zveřejněny byly též výsledky geologické situace a horninového materiálu z archeologické sondy v Rajhradském klášteře (Unger, Dvořák). Do tisku byl připraven příspěvek o hradu Bukov spolu s Dr. Ungerem, kde bylo poukázáno na horninové zdroje, ovlivňující charakter stavby (nejde o románský hrad). V Židlochovicích bylo ve spolupráci s archeology doloženo, že kromě věže celý zbořený kostel včetně základů zmizel díky zarovnání terénu. V Brně bylo prokázáno spolu s Dr. Procházkou, že základy středověkých domů byly stavěny nejen ze slepenců spodnosedonského stáří z Červeného vrchu, ale též z mikritových vápenců svrchnojurského stáří ze Stránské skály a z