

# DEKORAČNÍ KÁMEN A STAVEBNÍ KÁMEN JAKO ZÁKLADNÍ STAVEBNÍ SUROVINY: JEJICH VLASTNOSTI A OBECNĚ ZÁVAZNÉ PŘEDPISY VZTAHUJÍCÍ SE KE ZKOUŠKÁM KAMENE A KAMENIVA

Decorative stone and building stone as the essential raw materials: the legislation related to their properties evaluation

VALERIE VRÁNOVÁ<sup>1</sup>

## Abstrakt

Článek předkládá ucelený přehled dekoračního kamene a stavebního kamene jako základní stavební suroviny ve třech oblastech: a) vymezuje základní fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin jako stavebních surovin s důrazem na strukturu kamene, b) terminologie z pohledu hornin jako stavebních surovin a poté hlavně c) posuzování kamene z hlediska ověřování jeho vlastností jako základní stavební suroviny. Jsou uvedeny základní technické normy, rozšířené o skupiny testů, jejichž výsledky se dlouhodobě osvědčují při hodnocení použitelnosti dekoračního a stavebního kamene jako základní stavební suroviny.

## Klíčová slova

technologické vlastnosti hornin, struktura hornin, ověřování vlastností hornin

## Abstract

The paper is focused on a) the basic technological properties of rocks as sources for decorative and building stones at constructions, b) the practical terminology used in the field of stonework and sorts of stone manufacturing, and, in detail, standards for rock testing and a normalization within rough materials vs. the mechanical and the technological testing. The tested procedures of rocks as quarry products which have been providing professionals in constructions and pre-installations with usage of stone were evaluated and those which manifest the long-time deeply accepted findings were reinforced.

## Key words

Decorative and building stones at constructions, rock structure, standards for testing

## 1. Stavební suroviny a vývoj těžby

Hodnotíme-li vývoj těžby stavebních surovin (stavební kámen, dekorační kámen, štěrkopisky a cihlářské suroviny, níže uvedená tabulka) České republiky, vidíme, že u dekoračního kamene (v krychlových metrech či tisících tun) těžba kolísá, u stavebního kamene, štěrkopisku a cihlářské suroviny klesá, viz níže uvedená tabulka upravena podle [1,2].

Tab. 1 Vývoj těžby stavebních surovin České republiky v letech 2006-2011

		2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Stavební suroviny</b>							
<b>Dekorační kámen</b> (1 m <sup>3</sup> = 2,7 t)	těžba výhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	242	242	229	209	262	192
	těžba výhr. lož., kt <sup>(1)</sup>	653	653	618	564	707	518
	těžba nevýhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	55	50	45	54	43	46
	těžba nevýhr. lož., kt <sup>(2)</sup>	149	130	105	146	116	130
<b>Stavební kámen</b> (1 m <sup>3</sup> = 2,7 t)	těžba výhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	14093	14655	14799	13947	12350	12229
	těžba výhr. lož., kt <sup>(1)</sup>	38051	39569	39957	37657	33350	33207
	těžba nevýhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	1300	1350	1600	1350	1450	1300
	těžba nevýhr.	3510	3654	4320	3650	4920	3510

<sup>1</sup> doc. ing., Ph.D., Ústav geologie a pedologie, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova Univerzita v Brně  
tel.: 545 134 530, email: vranova@mendelu.cz

	lož., kt <sup>(2)</sup>						
<b>Štěrkopísky</b> (1 m <sup>3</sup> = 1,8 t)	těžba výhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	9110	9185	8770	7269	6187	6902
	těžba výhr. lož., kt <sup>(1)</sup>	16398	16533	15786	13084	11140	12424
	těžba nevýhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	6000	6450	6350	6050	4500	5000
	těžba nevýhr. lož., kt <sup>(2)</sup>	10800	11700	11520	10890	8100	9000
<b>Cilhářské suroviny</b> (1 m <sup>3</sup> = 1,8 t)	těžba výhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	1286	1433	1242	1028	838	932
	těžba výhr. lož., kt <sup>(1)</sup>	2315	2579	2236	1850	1508	1678
	těžba nevýhr. lož., tis. m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	290	300	270	203	182	147
	těžba nevýhr. lož., kt <sup>(2)</sup>	540	540	520	365	328	265

(1) úbytek objemu zásob surovinovou těžbou

(2) přibližný údaj

## 2. Kvalita a technologické vlastnosti stavebních surovin

Na základě výše uvedené tabulky vidíme, že domácí produkce ve čtyřech základních komoditách během posledních let neroste. Je pak nasnadě zabírat se též obecným přístupem ke kvalitě stavebních surovin, těžených jako součást nerostného bohatství České republiky.

Abychom se mohli zabývat kvalitou stavebních surovin, je správné začít položením otázky - odkud se tyto suroviny berou - co to vlastně dekorační a stavební kámen jako klíčově důležité stavební surovina vlastně je? Jsou to defragmentované pevné horniny, tj. každá vyvřelá (magmatická), usazená (sedimentární) či přeměněná (metamorfovaná) hornina (z tohoto úhlu pohledu tedy můžeme říci, že reálně jsou zásoby stavebního kamene nevyčerpatelné).

K tomu, abychom tyto horniny mohli využít jako stavební suroviny, předpokladem jsou jejich technologické (fyzikálně-mechanické) vlastnosti. Tyto vlastnosti reflektují vznik horniny, tj. podmínky jak primární geneze, tak i sekundárních přeměn a vykazují z hlediska svého potenciálního použití jako stavební suroviny tyto tři základní parametry:

- různá barva horniny (generující různou intenzitu fyzikálního zvětrávání),
- různý obsah snadno zvětratelných minerálů a různá kvantita i kvalita tmelících látek (v případě sedimentů),
- různé působení srážek a teplot lomového prostoru, tj. ráz mezoklimatu.

Souběžně s tím jsou klíčové ještě tři další jevy:

- mineralogické složení horniny,
- textura (stavba), tj. prostorové uspořádání horninotvorných minerálů; odlučnost, tj. způsoby přirozeného mechanického rozpadu horniny,
- a především z hlediska tématu této konference patrně nejpřínosnější problematika struktury (sloh) kamene, tj. velikost, tvar a vzájemné omezení horninotvorných minerálů.

### 2.1 Struktura stavebních surovin

Pro strukturu kamene platí odlišné vnímání při použití kamene jako stavební suroviny podle typu horniny:

1. Struktura magmatických hornin, která je vnímána ze dvou úhlů pohledu:
  - a) podle stupně krystalizace:
    - holokrystalická - veškerá hmota horniny je tvořena pouze krystaly (velmi pomalé ochlazování ve velkých hloubkách),
    - hypokrystalická - hmota horniny je tvořena krystaly pouze částečně (typické pro efuziva),
    - hyalinní - bez krystalů (okamžité utuhnutí na povrchu výlevného tělesa),
  - b) podle vzájemného omezení minerálů:
    - idiomorfní - minerál má zachované své krystalové omezení (vyrostlice),
    - hypidiomorfní - minerál má vyvinuté jen některé své krystalové plochy, tj. dalšími svými plochami se přizpůsobuje sousedním minerálům,
    - alotriomorfní - minerál se všemi svými plochami přizpůsobuje sousedním minerálům.
2. Struktura usazených hornin, a to ve vazbě na úlomkovité (klastické) sedimenty:

- a) psefitická,
  - b) psamitická,
  - c) aleuritická,
  - d) pelitická.
3. Struktura přeměněných hornin - ta je buď porfyroblastická (heteroblastická), kdy je základní hmota jemnozrná (jsou tedy přítomny porfyroblasty jako krystaly větších velikostí) a nebo je homoblastická, kdy jsou minerály přibližně stejně velké, a pak rozlišujeme strukturu:
- a) granoblastická: zrnitá,
  - b) lepidoblastická: šupinatá, lupenitá,
  - c) nematoblastická: sloupcovitá, vláknitá.

## 2.2 Členění hornin jako stavebních surovin

Druhou zajímavou problematikou je obecně používaná terminologie z pohledu hornin jako stavebních surovin. I zde je základem dělení hornin do tří typů, přičemž platí:

1. Magmatické horniny:
  - a) hlubinné světlé,
  - b) hlubinné tmavé,
  - c) výlevné hutné - s objemovou hmotností vyšší než  $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$ ,
  - d) výlevné pórovité - s objemovou hmotností nižší než  $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$ .
2. Usazené horniny:
  - a) klastické hutné - s objemovou hmotností vyšší než  $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$ ,
  - b) klastické pórovité - s objemovou hmotností nižší než  $2,5 \text{ g.cm}^{-3}$ ,
  - c) klastické vrstevnaté - štípatelné, tj. odlučné podle vrstevních ploch,
  - d) karbonátové hutné - s objemovou hmotností vyšší než  $2,6 \text{ g.cm}^{-3}$ ,
  - e) karbonátové pórovité - s objemovou hmotností nižší než  $2,6 \text{ g.cm}^{-3}$ .
3. Přeměněné horniny:
  - a) karbonátové,
  - b) silikátové,
  - c) břidlice - štípatelné, tj. odlučné podle vrstevních ploch.

## 2.3 Stavební suroviny a praxe

Hovoříme-li o termínech, jako zajímavost je možno uvést v kamenické praxi užívaný termín „měkká hornina“ - ten je používán pro těchto sedm důležitých zdrojů suroviny pro kamenickou výrobu: trachyt (magmatická hornina), pískovec, opuka, travertin (usazené horniny), mramor, hadec, štípatelné břidlice (přeměněné horniny).

Jak se horniny - coby zdroj stavebního a dekoračního kamene - používají? Máme zde dvě možnosti:

- a) Lomový kámen - hornina ve vytěženém stavu.
- b) Drcené kamenivo - hornina v upraveném stavu.

Platí přitom, že kamenická výroba jako součást kamenoprůmyslu přitom produkuje jak deskové výrobky, tak výrobky masivní.

V této souvislosti je ještě důležité zmínit, že z hlediska praktického použití všechny tyto zdroje stavebních surovin snižují svůj význam, objeví-li se:

- a) poruchové (drcené) zóny,
- b) hydrotermálně metamorfované (alterované) zóny,
- c) zvětralé partie navětralé nebo alterované zóny.

## 3. Posuzování kamene z hlediska ověřování jeho vlastností jako základní stavební suroviny

Jak posoudit tyto vlastnosti hornin? Tím, že provedeme standardizované zkoušky ve standardizovaném laboratorním prostředí, kdy vnímáme kámen jako budoucí materiál ve stavbách a ověřujeme jeho vhodnost k tomuto použití. Výsledky ověřování vychází z průkazních zkoušek, doplněných kontrolními zkouškami. Průkazní zkoušky se musí obnovit vždy po uplynutí šesti roků od data vydání poslední zprávy o jejich konání.

Kontrolní zkoušky kamene a kameniva pro vyhodnocení další využitelnosti kameniva v krajinném inženýrství a příbuzných oborech se volí podle potřeby zajištění kontroly převzatých informací od dodavatelů. Z hlediska průkaznosti výsledku mají všechny zkoušky probíhat v laboratoři akreditované pro zkoušky kameniva podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005.

V České republice má zákonnou pravomoc v této oblasti Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví ČR. Jeho jednotlivé technické normalizační komise jsou tvůrci českých technických norem, dnes vznikajících v souladu s Vnitřními předpisy Evropský výbor pro normalizaci (European Committee for Standardization), standardně označovaných zkratkou CEN/CENELEC. Hlavními hráči

na poli mezinárodního ověřování vlastností hornin jako stavebních surovin vedle European Regulatory Committee (CEN/CENELEC), jsou především:

American society for testing and materials (ASTM), Deutsches Institut für Normung E.V. (DIN), British Standard Institute (BSI), Association Française de Normalisation (AFNOR), Italian National Standardization Institute (UNI).

Z hlediska posuzování kamene jako materiálu ve stavbách má klíčovou důležitost technická komise CEN/TC 246 „Přírodní kámen“.

Normy, platné v zemích Evropské unie, jsou přeložené do třech oficiálních verzí: anglické, francouzské a německé (platí přitom, že verze v každém jiném jazyce, přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, musí být notifikovány Řídicím centrem Evropského výboru pro normalizaci; v tom případě má norma v domácím jazyce stejný status jako oficiální verze CEN).

### 3.1 Evropské normy zkušebních metod pro přírodní kámen

Přehled platných evropských norem zkušebních metod pro přírodní kámen využívaný jako stavební surovina:

- EN 1925 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení součinitele nasákavosti vodou působením vztlakovosti
- EN 1926 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku
- EN 1936 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové a otevřené pórovitosti
- EN 12370 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti krystalizaci solí
- EN 12372 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti za ohybu při soustředěném zatížení
- EN 12407 Zkušební metody přírodního kamene – Petrografický rozbor
- EN 13161 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti za ohybu při konstantním momentu
- EN 13364 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení tržného zatížení v otvoru pro kolík
- EN 13373 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení geometrických charakteristik výrobků
- EN 13755 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení nasákavosti vodou za atmosférické tlaku
- EN 14066 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti tepelnému šoku
- EN 14146 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení dynamického modulu pružnosti (pomocí základní rezonanční frekvence)
- EN 14147 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti stárnutí působením slané mlhy
- EN 14157 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti obrusu
- EN 14158 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení lomové energie
- EN 14205 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení tvrdosti podle Knoop
- EN 14231 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti kluzu pomocí zkušebního kyvadla
- EN 14579 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení rychlosti šíření zvuku
- EN 14580 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení statického modulu pružnosti
- EN 14581 Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení součinitele lineární tepelné roztažnosti

### 3.2 Nejvýznamnější normy a zkoušky pro přírodní kámen (stavební suroviny)

Které konkrétní normy by mohly být nyní zmíněny? Z praktického hlediska klíčem je vždy účel daného stavebního kamene - obecně tak můžeme říci, že mezi nejvýznamnější, obecně závazné právní předpisy vztahující se ke zkouškám kamene jako materiálu ve stavbách je možno řadit tyto:

- a) pro vlastní kámen je to určitě ověření zrnitosti vzorků umělého a přírodního kameniva podle ČSN EN 933-1:2012 a ověření protismykových vlastností kamene stanovením odolnosti proti skluzu pomocí kyvadla podle ČSN EN 14231:2003.
- b) pro kamenivo frakce do 125 mm ověření fyzikálních a mechanických vlastností Proctorovou zkouškou modifikovanou podle ČSN EN 13286-2:2011.
- c) pro kamenivo frakce nad 125 cm ověření fyzikálních a mechanických vlastností stanovením mrazuvzdornosti podle ČSN EN 12371:2010, identifikační zkoušky A a B, ověření fyzikálních a mechanických vlastností stanovením pevnosti v tlaku podle ČSN EN 1926:2007 a konečně ověření fyzikálních a mechanických vlastností stanovením nasákavosti vodou za atmosférického tlaku podle ČSN EN 13755:2008.

Stejně tak platí, že mezi nejvýznamnější při jiných účelech použití stavebního kamene patří zkoušky pevnostní vlastnosti kamene jako materiálu ve stavbách, kdy se jedná o pevnosti dané kritickým namáháním, při němž se zkušební tělísko rozlomí, resp. zkušební tělíska jsou zatěžována až do

vyhovujících způsobů porušení. Mezi tyto zkoušky patří především tyto čtyři skupiny testů:

- a) pevnost v tlaku (pevnost tlaková), určované při jednoosém a trojosém namáhání,
- b) pevnost v tahu (pevnost tahová), určovaná jak pevnosti v jednoosém, tzv. prostém, tahu, tak pevností za ohybu, tzv. ohybová pevnost (pevnost v tahu za ohybu),
- c) pevnost tečná, kdy se testuje pevnost ve smyku (krutem namáháno válečkové zkušební tělísko, které je duté), tak pevnost stříhová (metoda přímého stříhu či metoda šikmého stříhu),
- d) mrazuvzdornost jako aplikace pevnosti v tlaku: srovnávání pevností po opakovaném vymrazení s pevností za sucha, dnes především stanovení součinitele mrazuvzdornosti v tlaku (tj. v tahu za ohybu) stanoveného po 25 cyklech opakovaného vymrazení.

Zkoušky jsou prováděny v sériích po více vzorcích (standardně šesti vzorcích).

Jaké další technické vlastnosti kamene jako materiálu ve stavbách je vhodné ještě zmínit?

Východiskovým parametrem je objemová hmotnost; důležité jsou nasáklivost (nasákavost), určovaná podle hmotnosti vzorkem nasáté vody a udávaná v hmotnostních procentech vůči hmotnosti suchého vzorku kamene, a obrusnost, určovaná podle ztráty materiálu na jednotkovou plochu po obrusování vzorku brusným prostředkem, stejně tak jako pevnost v rázu coby odpor vzorku vůči defragmentování.

#### 4. Dostupná barevná škála kamene a kameniva v ČR a jeho využitelnost

Ve vazbě na předložený článek, který se zabývá stavebním a dekoračním kamenem, jejich vlastnostmi a normami je vhodné doplnit jej o informaci o projektu, který se přímo touto tematikou zabývá. Projekt zabývající se kamenem a kamenivem České republiky řešeným na Ústavu geologie a pedologie LDF MENDELU je dílčí součástí projektu OPVK Reg. č. CZ.1.07/2.2.00/28.0019 TECHDREV „Inovace technických a dřevařských disciplín pro vyšší konkurenceschopnost“ řešeným na LDF MENDELU. Zmiňovaná dílčí část projektu OPVK má pracovní název „Dostupná barevná škála kamene a kameniva v ČR a jeho využitelnost“ a krátké představení projektu může být následující. Lomový kámen a kamenivo je hlavní surovinou pro stavbu budov, silnic, vodních děl a dalších. Přirozenou volbu blízkého zdroje této suroviny nahradil princip nabídky a poptávky spojený s nízkými náklady na dopravu; zkušenost starých stavitelů a inženýrů nahradily harmonizované zákony a technické normy. Výsledkem jsou stavby kvalitnější a účelnější, při jejichž realizaci dosud v ČR nezáleželo na barvě a struktuře suroviny.

Projekt má za úkol obohatit studenty o:

- a) poznání barevné škály a struktury (textury kamene a kameniva dostupného pro stavby na území ČR,
- b) hlavní zdroje a parametry umělého kameniva (antuka, expandované zeminy a jíly apod.),
- c) vzorová řešení pro použití těchto surovin při návrhu a realizaci různých staveb,
- d) vytvoření databáze kamene a kameniva pro přímé a praktické použití jednak z pohledu dostupnosti v ČR a jednak z pohledu barevnosti a vlastností kamene a kameniva.

V současné době probíhá vlastní realizace projektu, která spočívá ve čtyřech hlavních krocích:

- a) sběr kamene a kameniva z vybraných lomů celé České republiky (cca 100 lomů),
- b) provedení fyzikálních a fyzikálně-mechanických zkoušek kamene a kameniva s důrazem na objektivní stanovení barevnosti kamene a kameniva,
- c) vytvoření výukového polygonu s použitím kamene a kameniva z vybraných lomů,
- d) vytvoření přehledné a strukturované databáze dostupné na veřejně přístupném místě (internetový portál výše uvedeného projektu OPVK, přístupném po dokončení projektu v lednu 2015).

Tento dílčí projekt je prvním tohoto druhu v České republice a bude mít praktický a určitě hodnotný přínos pro studenty a absolventy MENDELU i jiných technických škol, stavební a realizační firmy i širokou veřejnost.

#### Závěr

Kámen je symbolem trvalosti a pevnosti, resp. nesmrtelnosti, naopak voda je symbolem proměny, života, pomíjivosti a čistoty. Z kamene vyčteme jeho vznik i jeho vlastnosti. Jeho barva, textura a struktura nás naplní radostí, krásou, údivem, vděčností i posvátnem. Je také dobrým lékem proti lidské domýšlivosti - kámen tu byl, je a bude. Člověk a kámen jsou ve spojení po celou lidskou historii a nebude tomu jinak ani v budoucnosti.

#### Literatura

- [1] Starý J., Sitenský I., Hodková T.: (2011) Surovinové zdroje ČR. Nerostné suroviny. Česká geologická služba-Geofond, Praha. 242 s.
- [2] Starý, J., Kavina, P., Sitenský, I., Hodková, T.: (2012) Surovinové zdroje ČR. Nerostné suroviny. Česká geologická služba, Praha. 236 s.

Recenzent: Ing. František Žoček, Ph.D.