



národní
úložiště
šedé
literatury

Kritéria pro výběr, přípravu a opracování náhradního kamene určeného pro opravy kvádrového zdiva - sedimentární horniny

Bláha, Jiří; Buzek, Jaroslav; Cihla, Michal; Hejný, Lukáš; Chamra, Svatoslav; Kovářová, Kateřina; Panáček, Michal; Rafl, Tomáš; Rybařík, Václav; Schröfel, Jan
2016

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-261594>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 23.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .

Certifikovaná metodika

**Kritéria pro výběr, přípravu a opracování
náhradního kamene určeného pro opravy
kvádrového zdiva**

SEDIMENTÁRNÍ HORNINY

Tento materiál vznikl ve spolupráci pracovišť Národního technického muzea, Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i. a Stavební fakulty ČVUT v Praze, díky finanční podpoře grantového projektu č. DF12P01OVV020 z programu NAKI, jehož poskytovatelem je Ministerstvo kultury České republiky.

Jiří Bláha

Jaroslav Buzek

Michal Cihla

Lukáš Hejný

Svatoslav Chamra

Kateřina Kovářová

Michal Panáček

Tomáš Rafl

Václav Rybařík

Jan Schröfel

2015

Obsah

Úvod	4
A. Cíle metodiky, struktura textu a použití	5
A. 1. Cíle metodiky.....	5
A. 2. Struktura textu	6
A. 3. Použití metodiky	6
B. Východiska	7
B. 1. Základní pojmy	7
B. 2. Důležité zdroje informací	11
C. Památková obnova – důvody, koncepce	15
C. 1. Známký naléhavosti obnovy.....	15
C. 2. Stanovení výchozí koncepce	16
C. 2. 1. Činnosti a podklady potřebné pro vypracování záměru obnovy:	16
C. 2. 2. Restaurátorský záměr.....	17
D. Dokumentace výchozího stavu	19
D. 1. Popisy	19
D. 2. Schematizovaná obrazová dokumentace	21
D. 3. Realistická obrazová dokumentace	21
D. 4. Materiálová dokumentace.....	22
E. Standardní průzkumy a analýzy	23
E. 1. Stavebněhistorický průzkum (SHP)	23
E. 2. Stavebně–technický průzkum (STP)	25
E. 3. Laboratorní rozbor.....	27
E. 4. Ložiskový průzkum.....	32
E. 4. 1. Archivní průzkum a rešerše dostupné literatury.....	32
E. 4. 2. Terénní průzkum	34
E. 5. Trasologický rozbor	35
E. 5. 1. Podrobná deskripce řemeslného opracování kamene.....	36
E. 5. 2. Stopy lomové těžby	36
E. 5. 3. Identifikace stop základního opracování kamene do podoby kvádrů	36
E. 5. 4. Základní rozdělení kamenických nástrojů	37
E. 5. 5. Vyhodnocení způsobů povrchové úpravy lícových ploch	38
E. 5. 6. Vyhodnocení způsobů úpravy ložných a styčných ploch	42
E. 5. 7. Další detaily na povrchu kamene	42

F. Postup obnovy.....	44
F. 1. I. etapa – Záměr a koncepce.....	44
F. 2. II. etapa – Předprojektová příprava.....	45
F. 3. III. etapa – Projektová dokumentace	46
F. 4. IV. etapa – Průběh stavby.....	47
G. Souhrnný přehled kritérií.....	48
G. 1. Kritéria pro rozhodnutí o výměně prvku	48
G. 2. Kritéria pro výběr náhradního kamene	48
G. 3. Kritéria pro řemeslné opracování bloků	48
G. 4. Kritéria pro osazování náhradních kvádrů.....	48
G. 5. Kritéria pro povrchové úpravy	49
G. 6. Další kritéria	49
Závěr.....	50
Doporučená literatura.....	52

Úvod

Každý povrch horninového materiálu vystavený působení vnějšího prostředí postupně podléhá zvětrávacím procesům. Po delší době může docházet i k viditelnému úbytku materiálu nebo dokonce k jeho úplnému rozpadu. Rychlost, s jakou tyto změny nastávají, ovlivňuje kromě vlastností použitého kamene i množství dalších okolností, především působení srážkové vlhkosti v součinnosti s teplotními výkyvy okolního prostředí. Materiálové změny, k nimž dochází, jsou ze své povahy nevratné, lze je pouze o něco zpomalit nebo se pokusit zmírnit účinky vnějších vlivů.

Určitý stupeň degradace povrchu kamenného zdiva je přitom esteticky i technicky přijatelný a u historických staveb bývá dokonce často vnímán jako hlavní doklad jejich starobylosti. Při opravách památek proto bývají viditelné stopy stárnutí materiálu někdy vyžadovány nebo dokonce záměrně napodobovány. Přirozeně k tomu dochází ve snaze o vizuální scelení nově osazených prvků a starých ploch. Otázkám souvisejícím s retušemi a patinováním se dost dobře nelze vyhnout, mimo jiné i proto, že k těmto zásahům často docházelo už při dřívějších opravách. V etickém a estetickém pohledu na restaurování kamenného zdiva a jeho autenticitu navíc patří určování přípustné míry odstraňování známek přirozené degradace nebo naopak úmyslné inscenování „hodnoty stáří“ mezi závažná a stále živě diskutovaná témata.

Z praktických důvodů bylo téma omezeno na sedimentární horniny, které s ohledem na svou snadnější opracovatelnost nacházejí ve stavitelství nejširší uplatnění. Na druhé straně ale rychleji zvětrávají, a jsou proto zpravidla citlivější na změny okolního prostředí než jiné, kompaktnější druhy horninového materiálu. Proto se zaměřujeme i na otázky stárnutí povrchu, možnosti dlouhodobého sledování materiálových změn, laboratorní zkoušení a simulaci zrychleného stárnutí, stejně jako na možné vztahy mezi způsobem opracování a trvanlivostí hotového povrchu. Věříme, že získané výsledky mohou inspirovat i k dalším vědeckovýzkumným aktivitám a projektům, které v budoucnu umožní lépe poznat chování horninového materiálu dlouhodobě vystaveného vnějšímu prostředí nebo přiměřenými postupy prodloužit jeho životnost.

Předložený dokument má podobu odborně metodického textu přístupného širokému okruhu uživatelů. Hlavními cílovými skupinami jsou vlastníci nebo správci kulturních památek a dalších historických staveb, projektanti, restaurátoři, památkáři a pochopitelně studenti blízkých oborů. Metodika pochopitelně nemůže nahrazovat projektovou dokumentaci vypracovanou na základě poznání a odpovědného vyhodnocení konkrétní situace. Jejím cílem je především přehlednou formou shrnout kritéria, která je třeba splnit při úsilí o co nejlepší výsledek chystané opravy.

A. Cíle metodiky, struktura textu a použití

A. 1. Cíle metodiky

Poskytnout čtenáři přehledný návod, jak systematicky postupovat při výběru vhodného náhradního kamene a jeho následném řemeslném zpracování. Text by měl umožňovat kontrolu splnění jednotlivých kroků, usnadnit komunikaci mezi jednotlivými účastníky, na úrovni jednotlivých fází napomoci k předvídatelnosti dalšího postupu a tím minimalizovat případná nedorozumění a možné komplikace.

Prostředkem je vyvážené propojení tří hlavních odborných sfér vstupujících do procesu opravy a dílčí výměny kvádrového zdiva – stavební geologie, památkové ochrany a řemeslné technologie. Obsah vychází ze současné praxe, odkazuje na dostupné surovinové zdroje a technologické řemeslné a materiálové možnosti. Současně jde i o jakousi metodickou náhradu absence funkčních tradičních kamenických hutí, které z pozice přirozené odborné autority přirozeně udávají a udržují standardy kvalifikovaných metodických postupů včetně garance výstupní kvality.

Vedle optimalizace postupu při výběru vhodného zdroje náhradního kamene je mimořádná pozornost věnována technologickým otázkám opracování kamene různými typy nástrojů. Ty mohou totiž mít velmi podstatný vliv na vytvoření zpevněné lícové vrstvy a na její odolnost vůči erozním procesům. Rozlišujeme několik kategorií charakterizujících finální povrch kamenného kvádrů jako: 1) *otevřený, narušený*, kdy nástroje při úderu do povrchu kamene nadrcují jeho nejvrchnější vrstvu, ještě více otevírají póry vnitřního prostoru mezi zrny a v pojivovém tmelu způsobují drobné mikrotrhliny. Jde zejména o pemrlování nebo zrnování; 2) *polootvřený*, kdy nástroje v místech záseku ostří rozrušují povrch, ale v místech odštěpu ponechávají vlastně přirozenou lomovou plochu. Jde především o špicování, nebo přerovnání špičatým dlátem či plošinou se špičatými zuby. Můžeme sem ale zařadit i řezání, které nerespektuje žádné tektonické nebo sedimentární charakteristiky horniny; 3) *utažený*, kdy ostří nástroje při dopadu pod ostrým úhlem vedle odštěpu způsobí určité zhutnění (stmelení) pórovitého prostoru povrchové vrstvy, která se tak zkvalitní. Tyto vlastnosti vykazují přerovnání pomocí dlát s rovným břitem nebo plošin s rovným břitem nebo s břitem s plochými zuby.

Výzkum vlivu technologického opracování na kvalitu povrchové vrstvy kamene, na charakter a mechanismy jejího zvětrávání, případně na tvorbu tzv. krusty, je důležitým tématem pro budoucí vědeckovýzkumné projekty a experimenty.

A. 2. Struktura textu

Text metodiky je po úvodu doplněném stručným slovníčkem použitých pojmů a dalšími praktickými informacemi rozdělen do dvou hlavních částí. Oddíly C, D, E obsahují přehled důvodů vedoucích obvykle k rozhodnutí o náhradě původního horninového materiálu, popisují, jak vzniká celková koncepce budoucího zásahu a shrnují požadavky na vypracování dokumentace výchozího stavu i dalších nezbytných podkladů včetně stavebněhistorických, technologických a materiálových analýz a průzkumů. V úvodu každé kapitoly jsou kurzívou uvedena kritéria, jaká na jednotlivých úrovních nejvíce ovlivňují rozhodování o výběru náhradní horniny i o způsobu jejího zpracování.

Strukturovaný přehled postupných kroků od předprojektové a projektové přípravy až po realizaci zásahu je náplní druhé části metodiky (oddíly F, G) nazvané *Postup obnovy a Souhrnný přehled kritérií*. U přípravy náročnějších akcí má tato stručnější druhá část pomoci při naplánování obnovy tak, aby se nezapomnělo na žádnou z důležitých dílčích složek.

A. 3. Použití metodiky

Metodika by měla především napomoci jednotlivým typickým účastníkům procesu památkové obnovy historického kvádrového zdiva uvědomit si své úlohy a z nich plynoucí odpovědnost. Současně jim má přiblížit, co je obsahem práce těch druhých, jaké cíle sledují, jaké metody používají, a která kritéria jsou pro ně důležitá a proč.

Typickými účastníky s vymezením jejich rolí v průběhu složitější památkové obnovy jsou:

Vlastník/investor

Přehled o celém procesu. Správné stanovení záměru a jeho cíle. Odpovědnost při správném zadávání úkolů a objednávání služeb. Kontrola objednaných prací a finančních nákladů. Vyhodnocení správnosti proběhlého procesu a adekvátnosti výsledku.

Průzkumník/projektant

Odpovědnost vůči investorovi, vůči obecným technickým normám i ve vztahu k rozpoznaným památkovým hodnotám. Koordinace prací.

Dodavatel stavby/restaurátor

Odpovědnost vůči investorovi, vůči projektantovi, vůči obecným technickým normám i ve vztahu k památkovým hodnotám. Etické principy přístupu k památce a kvalita práce.

Státní stavební/památkový dohled

Ochrana a uplatnění veřejného zájmu. Splnění zákonných požadavků. Zabezpečení a ochrana rozpoznaných i předpokládaných (předvídaní nálezů) památkových hodnot.

B. Východiska

B. 1. Základní pojmy

Následující kapitola je věnována vysvětlení vybraných výrazů, s nimiž se setkáváme při činnostech souvisejících s péčí o kamenné stavební památky. Nemá jít o dogmaticky chápané definice. Jsme si vědomi toho, že jazyk a tedy i odborné názvosloví se neustále vyvíjejí a teprve jejich praktické používání dává slovům význam. Některé z uvedených pojmů změnil v průběhu nedávné doby svůj obsah (např. *rekonstrukce*) a jejich nadužívání se dnes stává projevem odborné nekompetence. U jiných (*kulturní památka, restaurování*) došlo k zúžení významu díky definicím v obecně závazných právních předpisech, nicméně jsou nadále odborníky běžně používané i v původním širším nebo významově posunutém kontextu. Rovněž některé relativně mladé pojmy (*materiatéka, intervence, trasologie*) se v češtině teprve zabydlují. Jiné termíny (*autenticita*) jsou natolik komplexní, že je jednoduše vysvětlit ani nelze. Glosář pojmů má proto sloužit i k zamyšlení nad obsahem slov a slovních spojení, která často sebejistě používáme, aniž bychom měli jistotu, že naši partneři v dialogu mluví o tom samém.

Adaptace – přizpůsobení podoby nebo způsobu užívání stavby novému využití; též úprava dílčí části stavby pro jiný účel, např. adaptace podkroví.

Analytická metoda (obnovy památky) – způsob společné prezentace *stratigraficky* nesouvisejících vrstev, například zdiva, okenních ostění, sgrafitových omítek, aj., jejich odkrytím a *konzervací*, zpravidla bez ohledu na celkový výraz stavby.

Archeometrie – aplikace přírodovědných a technických metod pro použití v archeologii a stavební historii.

Autenticita památky – hodnověrnost památky, lze ji popsat na základě různých aspektů – autenticita místa, materiálu, výtvarného záměru, technologického opracování, apod.

Degradace kamene – úbytek hodnoty, hmotné (materiální) nebo i duchovní (památkové – nevhodná povrchová úprava).

Dokumentace stávajícího stavu - popisný, obrazový či hmotný (např. odlitek) záznam podoby stavby k určitému konkrétnímu datu.

Dokumentace výchozího stavu – popisný, obrazový či hmotný (např. odlitek) záznam podoby stavby před *intervencí*.

Historická trasologie – vyšetřování stop zjištěných na povrchu staveb a jejich částí, může jít o stopy nástrojů (*mechanoskopie*), vyměřování, transportu a manipulace, stárnutí či opotřebení, případně graffiti nebo různé nápisy a kresby.

Hodnota stáří – též cena stáří, definována teoretikem památkové péče Aloisem Rieglem (1858–1905) jako kvalita spočívající v představě času, který uplynul od vzniku památky a který prozrazují očividné stopy stáří.

Inovativní postup – nový, nevyzkoušený nebo dlouhodobým používáním neprověřený postup × *tradiční postup*.

Integrita – celistvost, neporušenost.

Intervence – v obecném smyslu jakýkoli zásah do hmotné i nehmotné podstaty památky.

Invazivní průzkum – metoda průzkumu vyžadující nevratný zásah do materiálové podstaty objektu, např. odběr vzorků vrtáním.

In situ – na původním místě, ve své původní poloze (z lat.).

Kamenné kvádrové zdivo – zdivo zhotovené z *kamenných kvádrů*.

Kamenný blok – 1. označení homogenní části horninového masivu v místě těžby; 2. obecné označení většího kusu kamene opracovaného pro účely použití ve stavbě.

Kamenný kvádr – blok opracovaný do podoby umožňující lícované zdivo s průběžnými horizontálními *spárami*.

Konzervační metoda – způsob *památkové obnovy* zaměřený na stabilizaci povrchové vrstvy v dochovaném stavu a na zmírnění účinků způsobujících materiálovou degradaci.

Kopie – nepůvodní dílo co nejpřesněji napodobující originál.

Krusta – 1. pevnější vrstvička různé tloušťky patrná při lícním povrchu kamenného kvádrů; 2. povlak pevně ulpívající na povrchu kamene.

Laboratorní průzkum – zde soubor laboratorních zkoušek horninového materiálu prováděných za účelem stanovení vybraných vlastností (např. pevnost v prostém tlaku, nasákavost, apod.).

Lapidárium – sbírka alespoň částečně opracovaných kamenných prvků nebo jejich fragmentů, architektonických článků, úlomků soch, apod. Viz též *materiatéka*.

Ložiskový průzkum – soubor metod sloužících k vyhledání a průzkumu ložisek nerostných surovin, příprava podkladů pro jejich využití a zabezpečení ochrany jejich zásob; legislativně je ložiskový průzkum ošetřen v Zákoně o geologických pracích a o Českém geologickém ústavu 62/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Materiatéka – časově a prostorově utříděná sbírka částí stavby nebo vzorků materiálů získaných při památkové obnově; smyslem materiatéky je zachování možnosti budoucího studia autentického materiálu.

Mechanoskopie – metoda určování nástrojů a způsobu práce s nimi podle povrchových stop zanechaných při opracování kamene, dřeva, nebo i dalších materiálů.

Náhradní kámen – horninový materiál vybraný pro účely výměny poškozených částí stavby.

Nedestruktivní (průzkum, metoda, opatření) – nevyžadující odběr vzorku, který je při dalších zkouškách vážně poškozen nebo dokonce zcela zničen.

Neinvazivní (průzkum, metoda, opatření) – nevyžadující nevratný zásah do materiálové podstaty objektu nebo některé z jeho částí.

Organoklastické sedimenty – usazené horniny, které vznikly nahromaděním pevných schránek živých organismů nebo jejich úlomků.

Operativní průzkum a dokumentace – rychlé a efektivní zachycení informací ohrožených ztrátou, například vyhodnocení nálezových situací odkrytých v průběhu obnovy.

Patina – viditelné známky stárnutí materiálu, esteticky přijatelná míra koroze, zašpinění atp.

Památková obnova – komplexní, avšak časově ohraničený zásah, který se skládá z *intervencí* různé povahy, např. *konzervace, restaurování, různých oprav, adaptací* nebo dokonce *rekonstrukcí* či dostaveb.

Památkový zákon – právní nástroj upravující zacházení s kulturními památkami případně dalšími stavbami a objekty v územích s plošnou památkovou ochranou (Zákon o státní památkové péči č. 20/1987 Sb. v pozdějších zněních).

Petrografie – rozbor a systematická klasifikace hornin vyskytujících se v stavebních hmotách a materiálech.

Replika – volná nápodoba památky či její části.

Retušování – záměrné potlačování některých viditelných jevů, např. zjevných vad, poruch či nových doplňků, motivované estetickými důvody.

Rekonstrukce – opětné vytvoření zaniklé památky nebo její části v její původní podobě.

Restaurátor – osoba provádějící *restaurování*, ve smyslu památkového zákona jde o držitele povolení k restaurování.

Restaurátorská zpráva – standardní dokument obsahující *dokumentaci výchozího stavu*, popis postupu, průběhu a použitých prostředků restaurátorského zásahu.

Restaurátorský průzkum – souhrn analýz provedených jako východisko *restaurátorského záměru*.

Restaurátorský záměr – popis koncepce, prostředků a cílů restaurátorského zásahu zpracovaný v písemné formě pro potřeby schvalovacího procesu.

Restaurování – jeden z intervenčních způsobů přístupu k památkám. Jeho záměrem je odhalovat, chránit a zachovávat památkové hodnoty degradované památky. Po praktické stránce jde o soubor dokumentačních a intervenčních úkonů vedoucích k přijatelné prezentaci památky za předpokladu uchování její autenticity. Podle § 14 odst. (3) zákona č. 20/1987 Sb. o státní památkové péči se restaurováním rozumí „souhrn specifických výtvarných, uměleckořemeslných a technických prací respektujících technickou a výtvarnou strukturu originálu“.

Reverzibilita – vratnost, ve vztahu k *památkové obnově* schopnost budoucího návratu do výchozího stavu. Úplná reverzibilita je u *restaurování* i *konzervování* kamene v praxi obtížně dosažitelná až nemožná.

Sedimentární horniny – též horniny usazené, vznikly mechanickým rozpadem (zvětráváním) starších hornin, jejich přemístěním, usazením a následným zpevněním (fyzikální proces), případně vysrážením z roztoků (chemický proces) nebo usazením organických či anorganických zbytků těl rostlin a živočichů (biologický proces).

Spára – záměrně vytvořená mezera na styku dvou různých materiálů, případně dvou opracovaných části téhož materiálu.

Spárování – způsob úpravy vrstvy pojiva ve *spárách*.

Stavebněhistorický průzkum – soubor postupů a metod umožňujících rozpoznat a popsat proměny stavby v čase.

Stavebně-technický průzkum – soubor činností vedoucích k poznání konstrukční podstaty a technického stavu stavby pro účely její záchrany, opravy, přestavby, atp.

Stratigrafie – popis vrstev nebo vrstvení, v případě usazených hornin jde o postupné ukládání *sedimentů*; u staveb se pomocí stratigrafických rozborů určuje relativní stáří postupně vrstvených omítek nebo nátěrů.

Technologický a materiálový průzkum – soubor činností zaměřených na poznání technologických postupů a materiálů souvisejících se zkoumanou stavbou.

Terénní průzkum – 1. vyšetření prováděné přímo na místě zkoumané stavby (in-situ) obvykle za účelem zjištění a zdokumentování jejího skutečného stavu; 2. průzkum v okolní krajině zaměřený na lokalizaci potenciálních ložisek původního stavebního kamene.

Tradiční postup – technologické či metodické kroky prověřené dlouholetým opakováním; předávané z generace na generaci × *inovativní postup*.

Trasologie – viz *Historická trasologie*.

Urbanistický průzkum – vyhodnocuje širší vztahy v okolí zkoumané stavby a stav prostředí, např. dopravní zatížení, čistotu ovzduší, případně další rizikové faktory.

Území s plošnou památkovou ochranou – ve smyslu *památkového zákona* jde o městské, vesnické či archeologické památkové rezervace (MPR, VPR, APR), městské nebo vesnické památkové zóny (MPZ), krajinné památkové zóny (KPZ), ale také tzv. ochranná pásma nemovité kulturní památky, národní kulturní památky nebo památkově chráněného území.

B. 2 Důležité zdroje informací

Internetové informační zdroje

Česká geologická služba, archiv Geofond:

<http://www.geology.cz>

Státní báňská správa České republiky, registry:

<http://www.cbubbs.cz/index.php/menu-types.html>

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav geologických věd:

<http://atlas.horniny.sci.muni.cz/>

Dekorační kameny, vápence a vybrané písky Čech, Moravy a Slezska:

<http://kamenolomy.fzp.ujep.cz/index.php>

Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky, z. s.

<http://www.wta.cz/>

Metodické a slovníkové publikace

Beránek, J. – Beránková, L. – Čevonová, J. – Macek, P. – Patrný, M. – Záhorka, J. – Zahradník, P.: *Metodika stavebněhistorického průzkumu*, NPÚ, Praha 2015.

Bláha, J. – Jesenský, V. – Macek, P. – Razím, V. – Sommer, J. – Veselý, J.: *Operativní průzkum a dokumentace staveb*, NPÚ, Praha 2005.

Girsa, V. – Holeček, J. – Jerie, P. – Michoinová, D.: *Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*, NPÚ, Praha 2002.

Girsa, V. – Holeček, J. a kol.: *Projektování obnovy stavebních památek*, NPÚ, Praha 2008.

Macek, P.: *Standardní nedestruktivní stavebně historický průzkum*, NPÚ, Praha 2002, 2. vyd.

Maxová, I. – Suchomel, M. – Štulc, J.: *Péče o kamenné sochařské a stavební památky*, Odborné a metodické publikace, svazek 16, SÚPP, Praha 1998.

ICOMOS: *Ilustrovaný glosář projevů poškození kamene* (český překlad M. Drdácký, Z. Slížková, A. Zeman, Praha 2011).

Veselý, J.: *Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči*, NPÚ, Praha 2014.

Odborná periodika

Kámen

Průzkumy památek

Stavebnictví

Zpravodaj Svazu kameníků a kamenosochařů ČR

Zprávy památkové péče

Technické normy

ČSN 72 1151 Zkoušení přírodního stavebního kamene – Základní ustanovení

ČSN 72 1152 Odběr vzorků přírodního stavebního kamene

ČSN 72 1159 Stanovení odolnosti přírodního stavebního kamene proti vlivu povětrnosti

ČSN 72 1800 Přírodní stavební kámen pro kamenické účely – Technické požadavky

ČSN 72 1810 Prvky z přírodního kamene pro stavební účely - Společná ustanovení

ČSN 73 3251 Navrhování konstrukcí z kamene

ČSN EN 1467 (72 1865) Přírodní kámen – Hrubé bloky – Požadavky

ČSN EN 1925 (72 1141) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení součinitele nasákavosti vodou působením vztlakovosti

ČSN EN 1926 (72 1142) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti v prostém tlaku

ČSN EN 1936 (72 1143) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové a otevřené pórovitosti

ČSN ISO 2394 (73 0031) Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí

ČSN ISO 3898 (73 0030) Zásady navrhování stavebních konstrukcí – Označování – Základní značky

ČSN EN ISO 11600 (72 2331) Stavební konstrukce – Těsnící tmely – Klasifikace a požadavky na tmely

ČSN EN 12059 (72 1872) Výrobky z přírodního kamene – Rozměrné kamenné výrobky – Požadavky

ČSN EN 12407 (72 1146) Zkušební metody přírodního kamene – Petrografický rozbor

ČSN ISO 12494 (73 0035) Zatížení konstrukcí námrazou

ČSN EN 12371 (72 1147) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení mrazuvzdornosti

ČSN EN 12370 (72 1144) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti krystalizaci solí

ČSN EN 12372 (72 1145) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti za ohybu při soustředném zatížení

ČSN EN 12440 (72 1401) Přírodní kámen – Pojmenování

ČSN EN ISO 12572 (73 0547) Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků – Stanovení prostupu vodní páry

ČSN EN 12670 (72 1402) Přírodní kámen – Terminologie

ČSN EN 13373 (72 1137) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení geometrických charakteristik výrobků

ČSN EN 13161 (72 1148) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení pevnosti za ohybu při konstantním momentu

ČSN EN 13755 (72 1149) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení nasákavosti vodou za atmosférického tlaku

ČSN EN 13919 (72 1139) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti stárnutí působením SO₂ při zvýšené vlhkosti

ČSN EN 14066 (72 1138) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti tepelnému šoku

ČSN EN 14146 (72 1132) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení dynamického modulu pružnosti (pomocí základní rezonanční frekvence)

ČSN EN 14147 (72 1136) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti stárnutí působením slané mlhy

ČSN EN 14157 (72 1158) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení odolnosti proti ohrusu

ČSN EN 14205 (72 1135) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení tvrdosti podle Knoop

ČSN EN 14579 (72 1166) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení rychlosti šíření zvuku

ČSN EN 14580 (72 1165) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení statického modulu pružnosti

ČSN EN 14581 (72 1131) Zkušební metody přírodního kamene – Stanovení součinitele lineární tepelné roztažnosti

ČSN P 73 0610 – Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení

ČSN EN 15898 Ochrana kulturního dědictví – Základní obecné normy a definice

Vzdělávací instituce

Akademie výtvarných umění v Praze, sochařství, restaurování výtvarných děl

Soukromá střední uměleckoprůmyslová škola Zámeček, s.r.o. v Plzni

Střední průmyslová škola kamenická a sochařská v Hořicích

Střední uměleckoprůmyslová škola sv. Anežky České v Českém Krumlově

Střední uměleckoprůmyslová škola v Uherském Hradišti

Střední odborná škola uměleckoprůmyslová ve Světlé nad Sázavou

Univerzita Pardubice, fakulta restaurování v Litomyšli

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemické technologie restaurování památek

Zákony ČR

Zákon o státní památkové péči č. 20/1987 Sb. v pozdějších zněních

Zákon o geologických pracích a o Českém geologickém ústavu 62/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

C. Památková obnova – důvody, koncepce

C. 1. Znamky naléhavosti obnovy

Potřeba opravy nebo restaurování lícového kamenného zdiva bývá nejčastěji vyvolána některým z následujících podnětů nebo jejich kombinací:

- Míra zjevné degradace povrchu zdiva překročila obecně přijatelnou mez a dochází k vizuálně patrným objektivně nepříznivým projevům poškození:
 - povrchová vrstva ubývá celoplošně,
 - poruchy jsou lokální – jen na jednotlivých kvádrech nebo jejich menších skupinách, příp. je poškozena pouze soklová nebo naopak korunní část zdiva,
 - spojovací směs ztrácí soudržnost a jednotlivé kamenné bloky se následkem toho uvolňují.
- Zásah do úseku s lícovým kamenným zdivem je součástí chystané rozsáhlejší opravy nebo dokonce celkové stavební obnovy historického objektu.
- Došlo k odhalení lícového zdiva do té doby zakrytého, například nátěrem, štukovou či omítkovou vrstvou, zděnou plentou, popřípadě jiným objektem (např. pozdější přístavbou, terénní navážkou, náhrobníkem, apod.).
- Cílem opravy je doplnění zaniklé části stavby – např. úseku hradební či ohradní zdi, zazdění dodatečně vylámaného otvoru, apod.
- Došlo k náhlému lokálnímu destruktivnímu poškození stavby – požár, výbuch, náraz při autonehodě, apod.
- Chystá se úplná rekonstrukce poškozené stavby nebo její významné části, důvodem může být např. úplný rozpad původního materiálu (kostel St Maria zur Wiese v Soestu); jindy se jedná o válečné škody (chrám Frauenkirche v Drážďanech; kamenný most v Mostaru).

Jakkoli se tyto vstupní situace mohou lišit nebo naopak navzájem prolínat či překrývat, hlavní obecné parametry zadání opravy zpravidla zůstávají ve všech případech podobné: ať už jde o úplnou rekonstrukci nebo jen o částečnou substituční obnovu, je potřeba podle finančních možností, estetických a technických kritérií zvolit vhodný druh náhradního kamene, přiměřeným způsobem jej opracovat a případnou retuší sjednotit s okolím.

C. 2. Stanovení výchozí koncepce

Následující část je věnována *vymezení okrajových podmínek* doprovázejících obnovu kvádrového zdiva historického objektu. Je nutné si uvědomit, že konkrétní důvody vedoucí k rozhodnutí přistoupit k zásahu do stavby mohou mít vliv i na vlastní koncepci zamýšlené opravy stejně jako reálné možnosti provést nezbytný sanační zásah v žádoucí kvalitě. Úvahy o přiměřené a přípustné *mřípustné a re* by měly doprovázet celý průběh obnovy, a to i v případech, že se nejedná o restaurování ve smyslu platného památkového zákona.

Pro sanace a opravy kamenného lícového zdiva je k dispozici široká škála opatření od prosté konzervace zahrnující odstranění či omezení vnějších příčin poškození, očištění líce zdiva od prachu a povlaků biotické povahy, přes částečně invazivní zásahy, jako je chemické zpevňování povrchu či jeho hydrofobizace, až po rozsáhlejší výměny horninového a spárovacího materiálu, případně jejich náhradu v plném rozsahu. U autentických památek obecně platí, že je vždy třeba upřednostňovat méně invazivní postupy před těmi razantnějšími.

S otázkou přiměřené míry intervence souvisí nejen intenzita ale i extenzita, tedy plošný rozsah navržených zásahů. V praxi se u nás stále nedostatečně využívá možnosti diverzifikace navrhovaných sanačních opatření. Žádoucí je zejména v mnohem větší míře uplatňovat požadavky na ponechání tzv. bezzásahových ploch, u nichž jsou restaurátorské či konzervátorské intervence omezeny na naprosté minimum. Je třeba si uvědomit, že z hlediska památkové hodnoty jsou nejcennější ty materiály, resp. povrchy, které uchovávají autentické stopy dobových technologických postupů.

C. 2. 1. Činnosti a podklady potřebné pro vypracování záměru obnovy:

- 1) Zjištění rozsahu památkové nebo jiné ochrany a zpracování přehledu jmenovitých památkových hodnot.
- 2) Specifikace rozsahu zamýšleného zásahu – zdůvodnění nutnosti opravy (výměny, konzervace), uvedení případných dalších stavebních zásahů zasahujících do kamenného zdiva (inženýrské sítě, hydroizolační vrstvy, apod.).
- 3) Úvodní rešerše – shromáždění dříve zpracované dokumentace (průzkumy, plánová a obrazová dokumentace, atp.).
- 4) Stanovení rozsahu, kvality a podrobnosti dalších potřebných průzkumů a analýz.

Při *prvotní prospekci* na místě je podle konkrétního zadání třeba nejprve zjistit skutečný rozsah úkolu a jeho parametry. Týká se to především určení množství různých druhů hornin zastoupených v úseku dotčeném obnovou v plánovaném rozsahu a určení míry jejich degradace. S určením míry degradace v tomto kroku souvisí předběžný odhad množství

horninových kvádrů určených k výměně či jiné restaurátorské metodě. Důležité je zajištění přístupu ke všem místům, kde bude potřeba provést vyhodnocení na místě, případně odkud lze odebrat vzorky pro laboratorní zpracování.

Důležitá je koordinace postupu se zástupci dalších profesí nebo zpracovateli dalších analýz:

Stavební historik či restaurátor mohou například určit, které z hornin použitých při předchozích opravách jsou z hlediska dalšího postupu méně důležité, případně zcela irelevantní. Načasování jednotlivých dílčích průzkumů je důležité i z ekonomického hlediska (např. sdružení nákladů spojených se stavbou lešení nebo přistavením či zavěšením plošiny).

V případě, že jde o součást stavby, která je kulturní památkou ve smyslu zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči (dále jen *památkový zákon*) nebo o stavbu, která se nachází v území s plošnou památkovou ochranou¹, je nezbytné, aby si vlastník nemovitosti zažádal u územně příslušného pracovníka pověřeného výkonem státní správy v úseku památkové péče o vydání závazného stanoviska, které stanoví podmínky, za kterých je uvažovaný zásah přípustný. Tomuto kroku by mělo předcházet zjištění a vyhodnocení stávajícího stavu stavby nebo alespoň dotčeného úseku před opravou. Ve většině případů pracovníci státní památkové péče usilují o svolání místního šetření a ve svých pokynech vycházejí z poznatků získaných osobní návštěvou dotčené lokality.

Vždy platí, že další projednávání věci usnadní kvalitní podklady potřebné pro posouzení věci.

Především jde o podrobnou měřičskou a fotografickou dokumentaci stávajícího stavu. Užitečné jsou ale i údaje o předchozích opravách a zejména starší ikonografické prameny – historická vyobrazení, plány, dobové fotografie, apod. K významnějším stavbám mohou existovat i archivované projekty předchozích oprav, starší restaurátorské a výzkumné zprávy nebo dokonce publikované práce, které se mohou vztahovat i přímo k dotčené věci. Proto je v první řadě třeba zjistit, zdali k dotčenému objektu není zpracovaný památkový pasport nebo dokonce stavebněhistorický průzkum (SHP), který zpravidla podává přehled těchto podkladů ve své úvodní stati – historické rešerši.

C. 2. 2. Restaurátorský záměr

Pokud se jedná o restaurování ve smyslu památkového zákona, potom požadavky na zpracování záměru restaurování a provedení průzkumných a výzkumných prací a jejich dokumentaci stanoví příslušný orgán státní památkové péče (krajský úřad, obecní úřad obce s rozšířenou působností) podle situace, povahy a významu kulturní památky v závazném

¹ Územím s plošnou památkovou ochranou ve smyslu památkového zákona je městská, vesnická či archeologická památková rezervace (MPR, VPR, APR), městská nebo vesnická památková zóna (MPZ), krajinná památková zóna (KPZ), ale také tzv. ochranné pásmo nemovité kulturní památky, národní kulturní památky nebo památkově chráněného území.

stanovisku pro přípravu a realizaci restaurování (§ 14 odst. 1 památkového zákona a podle § 10 odst. 3 vyhlášky č. 66/1988 Sb. k provedení zákona č. 20/1987 Sb.). Nutným podkladem k tomuto stanovisku je písemné vyjádření specialisty z územně příslušného odborného pracoviště Národního památkového ústavu.

V praxi to vypadá tak, že záměr na restaurování zpracovává zkušený kameník či restaurátor podle pokynů památkáře, který jej nakonec také musí odsouhlasit a doporučit k realizaci. Účelem tohoto písemně zpracovaného dokumentu je již v úvodní fázi přípravy podle konkrétní situace určit rozsah potřebných průzkumů a na základě nashromážděných informací a s ohledem na požadavky vlastníka památky zvolit optimální způsob opravy.

D. Dokumentace výchozího stavu

Věrné zachycení objektu zájmu nebo jeho části dotčené opravou ve stavu ještě před zamýšleným zásahem je velmi důležité. Podobně jako u restaurátorských prací je třeba uchovat informace, které při budoucích intervenčních krocích zaniknou. Dnes je navíc jedním z častých požadavků na zásahy do autentického historického materiálu jejich reverzibilita. Úplná reverzibilita zásahu je sice nedosažitelná, je však důležité usilovat o to, aby nově vnesené materiály a jejich vrstvy byly pokud možno odstranitelné bez zásahu do původní hmoty. Při další opravě tak v ideálním případě dojde k sejmutí a opětné obnově pouze u poslední restaurované, resp. restaurátorem přidané, vrstvy. Z toho důvodu má archivovaná podrobná dokumentace stavu před opravou zcela zásadní význam.

Dokumentaci stávajícího stavu můžeme pro přehlednost rozdělit do čtyř hlavních skupin, a to na verbalizovanou (slovní popisy nálezové situace), schematizovanou obrazovou (terénní skici, výkresy), realistickou obrazovou (fotografie, fotogrammetrie, 3D skenování) a materiálovou (vzorky skutečného materiálu uložené následně v lapidáriích, materiátekách, apod.).

D. 1. Popisy

Kritéria: širší souvislosti, prostorové uspořádání a členění, details, materiálové složení, poruchy, povrchové stopy

Slovní popisy jsou tradičním deskriptivním nástrojem, do něhož se nejvýrazněji promítají subjektivní postoje zpracovatele, jeho erudice, zkušenosti, oborové zaměření nebo dokonce případná názorová předpojatost. Zatímco některé okruhy jsou již terminologicky ustálené (např. petrografický popis horninového materiálu), u jiných je lexikální nesourodost stále značná (stárnutí a poruchy) a někde se podrobné české odborné názvosloví teprve formuje (trasologie).

Výstižná popisná charakteristika celkové situace objektu, jeho prostorového uspořádání a vazeb na ostatní stavby či konstrukce je důležitá především z hlediska základní orientace v problému. Popisy vycházejí z názvosloví běžně užívaného ve stavitelství. Pro snadnou orientaci v textu je důležité jeho přehledné uspořádání směrem od širších prostorových vazeb a souvislostí přes charakteristiku celku a jeho členění až k významným detailům, jakými může být například přítomnost sochařské či jiné umělecké výzdoby nebo výskyt dodatečných konstrukčních úprav uplatněných během předchozích sanací.

Petrografický popis slouží k identifikaci použitého horninového materiálu, pomocí tohoto rozboru zjistíme, jaký přesně horninový typ tvoří předmětné kvádrové zdivo (např. pískovec,

opuka, vápenec). Základní určení a popis by měly být zpracovány vždy, a to proto, aby se zabránilo nahrazení nevhodným "nepříbuzným" horninovým materiálem. Základní petrografický popis je možno provést na základě pozorování in situ pouhým okem případně s využitím přenosného mikroskopu, někdy ho může zpracovat na základě svých praktických zkušeností i sám restaurátor či kameník provádějící obnovu.

V případech, kdy je požadavkem najít náhradní zdroj horninového materiálu na základě co nejvěrnější vizuální podobnosti (barevnost, struktura povrchu), takovýto zjednodušený popis pochopitelně nestačí. Pro přesnější a podrobnější petrografické zařazení a charakteristiku je zapotřebí odebrat vzorek z daného horninového kvádrů a ve specializované laboratoři z něj nechat vyrobít mikroskopický preparát vhodný pro studium pomocí polarizační mikroskopie (viz kap. Laboratorní rozborů). Petrografický rozbor horninového materiálu pak provádí geolog, nejlépe s danou specializací a zkušenostmi. Názvosloví pro petrografické popisy vychází z odborné terminologie běžně používané v geologické praxi.

Horninové kvádry vystavené působení vnějšího prostředí je nezbytné popsat i s ohledem na výskyt různých diskontinuit (např. trhliny, praskliny, skvrny). Je potřeba charakterizovat specifické projevy stárnutí či degradace horninového materiálu a také jeho případné poruchy a dodatečná poškození. To je důležité i u kvádrového zdiva užitého v interiéru, zvláště pak v těch případech, kde jeho jednotlivé kvádry mají důležitou statickou funkci.

Volba následně navržených opatření často úzce souvisí právě se zjištěnými příčinami degradace a časovým vývojem poruch. Termíny užívané při popisu projevů stárnutí a degradace jsou přehledně uspořádány v *Ilustrovaném glosáři projevů poškození kamene* (ICOMOS–ISCS 2008, 2010, český překlad Drdácký – Slížková – Zeman, Praha 2011). Vyhodnocení stavu kvádrového zdiva může provést opět geolog zabývající se danou problematikou, případně kameník či restaurátor mající v této oblasti dostatečné zkušenosti.

Už v rámci této etapy je vhodné definovat hlavní faktory, které ovlivňují trvanlivost horninového materiálu v dané konstrukci – tzn. jaké zvětrávací procesy se zde uplatňují (např. mrazové, solné či biologické zvětrávání) a jaká je jejich příčina. Tyto informace jsou později velice užitečné ve fázi výběru alternativního horninového materiálu, kdy je zapotřebí zvolit takový materiál, který bude co nejodolnější v konkrétních podmínkách stavby za současného zachování vzhledové integrity objektu.

Popisy dalších významných stop dochovaných na povrchu kamenných kvádrů souvisejí především s uchováním vypovídací hodnoty kamenného zdiva, které z dlouhodobé perspektivy patří k nejtrvanlivějším stavebním materiálům vůbec. Právě u trasologických popisů a rozborů snad vůbec nejvíce záleží na předchozích zkušenostech zpracovatele, případně na jeho schopnosti rozpoznat a zdokumentovat všechny důležité stopy, a to i takové, jejichž interpretační souvislosti jsou zatím nejasné.

D. 2. Schematizovaná obrazová dokumentace

Kritéria: celkové pohledy, jednotlivé úseky, nálezové situace, detaily

Terénní skicování stojí někde na pomezí schematizované obrazové a verbalizované dokumentace. Převažuje v něm sice snaha o zachycení situace pomocí kresebné zkratky, náčrty pořízené přímo na místě však často bývají vedle rozměrových údajů (kótování) doplněné i množstvím slovních popisů, komentářů a poznámek, takže se stávají cenným primárním východiskem pro slovní popisy, jejichž definitivní podoba vzniká až později u pracovního stolu, resp. počítače. Terénní náčrty nelze v celé jejich vypovídací hodnotě převést do vektorizované podoby, mohou ale posloužit jako podklad pro poměrově přesné výkresy v požadovaném měřítku. Hotové skici je možné digitálně ukládat pouze jako naskenované bitmapové obrázky. Jejich hodnota nicméně spočívá právě v přímém zachycení nálezové situace v době průzkumu, a to včetně operativních poznámek. Díky příznivému poměru časové náročnosti a množství zachycených informací je ruční terénní skicování jako komplexní dokumentační metoda zatím nenahraditelné a je třeba jeho používání v praxi udržovat a nadále rozvíjet.

Pokud má být výkresová dokumentace líce kvádrového zdiva použitelná v praxi, a to zejména při dlouhodobé péči o danou stavbu, musí být natolik podrobná, aby bylo možné lokalizovat jednotlivé kamenné bloky a ložné i dělicí spáry mezi nimi. To je důležité především pro analytické výkresy stavebně-technických nebo stavebněhistorických průzkumů, které pomocí různých druhů šrafur a barevných odstínů ukazují rozdíly v materiálové skladbě, rozsah poškození nebo jednotlivé stavební fáze. Podklady pro podrobné trasologické analýzy musí být ještě kvalitnější, doporučuje se vycházet z fotogrammetrických plánů. Zkušenosti ze zahraničních katedrálních kamenických hutí ukazují, že u významných staveb, kde probíhá kontinuální cyklická obnova pláště z lícového zdiva a zároveň průběžný monitoring restaurovaných ploch v mezidobí mezi opravami, je žádoucí vytvoření informačního systému s mapovou podporou (GIS), kde je základní jednotkou jednotlivý kámen. Ke každému z opracovaných kamenů je pak možné navázat metadata obsahující informace o jeho petrografickém složení, způsobu opracování, povrchových úpravách včetně konzervačních zásahů, míře degradace či stavebněhistorických souvislostech.

D. 3. Realistická obrazová dokumentace

Kritéria: prostorové modely, celkové pohledy, jednotlivé dílčí úseky, detaily, poškození

Fotodokumentace, fotogrammetrie a prostorové skenování patří dnes k nejužívanějším metodám realistické obrazové dokumentace. Všechny tři uvedené metody mají své výhody i nevýhody. Fotodokumentace pomocí digitální kamery se na první pohled jeví jako

nejrychlejší a nejlevnější způsob zachycení podoby objektu. Ve skutečnosti je ale tato metoda značně časově náročná, především u snímání detailů, kde je důležité kvalitní osvětlení, přikládání měřítka a barevné kalibrační škály. K času strávenému fotografováním na místě musíme navíc připočítat roztřídění, lokalizaci a popisy jednotlivých snímků a další úpravy prováděné většinou už v kancelářském prostředí, čímž narůstá riziko chyb. Při dokumentaci reálného vzhledu kamenného lícového zdiva se osvědčila především fotogrammetrie, jejíž digitální výstupy umožňují práci v tematických hladinách založených nad fotorealistickým podkladem, což je výhodné zejména pro lokalizaci anomálií a různé analytické výkresy.

D. 4. Materiálová dokumentace

Kritéria: reprezentativnost výběru vzorků, evidence původu, chráněné místo uložení

Materiálová dokumentace, tedy uchovávání fragmentů autentického materiálu pro potřeby budoucího studia, má pochopitelně bezkonkurenčně největší vypovídací hodnotu, současně je nejnáročnější na prostory potřebné k uložení vzorků. U významných historických památek existují lapidária, kde jsou shromažďovány originály sochařské výzdoby, ozdobné kamenické články, různé úlomky získané z archeologických nálezů a další autentické předměty související se stavbou. Samostatným tématem přímo souvisejícím s materiálovou dokumentací je pořizování sádrových odlitků autentických kamenosochařských prvků. Sbírková lapidária poskytují někde již po mnoho desetiletí (např. Kolín nad Rýnem, Vídeň, Freiburg im Breisgau) neocenitelný studijní podklad pro veškeré další konzervační a rekonstrukční zásahy. Pokud je fragment z lapidária zařazen do některé z muzejních sbírek, stává se sbírkovým předmětem ve smyslu zákona č. 122/2000 Sb., o ochraně sbírek muzejní povahy. Tím však mohou být do budoucna omezeny možnosti jeho dalšího výzkumného využití, například odběry vzorků pro materiálové zkoušky. Další z možností, jak uchovávat autentický materiál jsou proto tzv. materiátéky.

Materiatékou je míněn soubor historických materiálů nebo prvků známého původu či stáří, u nichž může docházet v rámci práce s nimi i k jejich částečnému spotřebování, znehodnocení apod. Smyslem je uchovat co nejširší referenční škálu vzorků využitelných pro potřeby budoucího výzkumu zaměřeného například na materiálovou degradaci, kontaminaci, zvětrávání, absolutní či relativní datování, vývoj diagnostických metod, apod. Materiátéky mohou být vztažené ke konkrétnímu objektu nebo podobně jako muzejní sbírky a lapidária shromažďovat akvizice z většího území, města či regionu. Národní materiátéka pro Českou republiku vzniká při Centru stavitelského dědictví Národního technického muzea v západočeských Plasích. Mezi významné zahraniční instituce tohoto druhu patří např. vzdělávací středisko bavorského zemského památkového úřadu Bauarchiv Thierhaupten.

E. Standardní průzkumy a analýzy

E. 1. Stavebněhistorický průzkum (SHP)

Kritéria: stáří, autenticita, celistvost (integrita), architektonické a umělecké kvality

Standardní nedestruktivní stavebněhistorický průzkum většinou předchází plánovaným výraznějším zásahům do památky. Důležité je, že probíhá v dostatečném předstihu před tímto zásahem, aby se získaná zjištění mohla stát východiskem jeho koncepce. SHP však není účelově vázán jen na jedinou stavební akci. Jeho úkolem je shromáždit maximální množství v té době zjistitelných informací o stavbě, které mívají širší vědecký význam i do budoucnosti. S přihlédnutím k této důležité skutečnosti je také třeba nakládat s vyhotovenými elaboráty a postarat se o jejich patřičnou archivaci.

V kontextu průzkumu a dokumentace konkrétní stavby a připravovaných stavebních zásahů mohou na nedestruktivní SHP navazovat další druhy památkových průzkumů, které jej rozšiřují a doplňují – hloubkový SHP, archeologický výzkum, stavebně-technologický průzkum, chemicko-technologický průzkum, dendrochronologický průzkum, petrografický průzkum, restaurátorský průzkum atd. V případech, kdy je nutné operativně reagovat na nenadále vzniklou situaci (zahájení průzkumu až v průběhu probíhajících stavebních prací, časová tíseň, výrazně lokální omezení zásahu, apod.), lze použít zkrácenou formu SHP, která se nazývá *Operativní průzkum a dokumentace (OPD)*. Zpravidla ve vazbě k již existujícímu konkrétnímu standardnímu SHP se OPD využívá k doplnění o nové poznatky v průběhu stavby, kdy dochází k obnažení do té doby skrytých nálezových situací. Tato fáze by měla být samozřejmou součástí každého SHP u stavby, kde k takovémuto plánovanému zásahu dojde. Někdy se u OPD přistupuje i k aktivnímu sondování, které však nenahrazuje restaurátorský průzkum (někdy se v tomto případě užívá termín hloubkový SHP).

Standardní SHP probíhá na základě vlastní metodiky. Základem je detailní prohlídka a popis stavby (terénní průzkum) s porovnáním historických údajů z důkladné komplexní archivní rešerše. Zároveň se provádí podrobná dokumentace funkčních celků, důležitých konstrukčních vazeb a stavebních detailů. K dokumentaci nálezů se využívá především písemný záznam, zákresy do plánů nebo fotoplánů, skici, fotografické snímky. Charakter nálezů ovlivňuje další zvolené postupy, zvyšující jejich objektivitu a výpovědní hodnotu. Jde o další měřickou dokumentaci a podle potřeb a možností také o další druhy průzkumů a speciálních analytických metod. Následuje analýza zjištěných skutečností, jejich interpretace a hodnocení v celkovém kontextu stavby. Výstupem SHP je formálně jednotně zpracovaný elaborát, obsahující část textovou, obrazovou a plánovou. V případě využití speciálních metod jsou připojeny další potřebné přílohy.

Struktura standardního SHP:

Textová část

1. *Úvod* – zahrnuje jednoznačnou a jasnou prostorovou identifikaci zkoumaného objektu, upřesňuje okolnosti vzniku průzkumu a jeho konkrétní cíle. Zde by měl být uveden také přehled použitých postupů, případně výčet dalších specializovaných průzkumů a analýz. Zpravidla obsahuje i komentář k náplni a obsahové struktuře elaborátu.
2. *Dějiny objektu (archivní rešerše)* – komplexní průzkum a excerptce všech zachovaných písemných a obrazových historických archivních pramenů.
3. *Popis (rozbor) objektu* – strukturovaný systematický písemný záznam výsledků pozorování prováděného in situ v objektu. Objektivní komplexní popis celků, jednotlivých stavebních konstrukcí a detailů včetně prvků umělecké výzdoby. Lze jej doplnit o zjištění specializovaných průzkumů.
4. *Stavební historie* – kapitola podává věcný souvislý přehled (výklad) stavebního vývoje na základě vzájemného porovnání zjištění předchozích kapitol 2 a 3. Vytvořeny jsou rekonstrukce vývojových modelů stavby v chronologické posloupnosti. Obsahuje identifikaci všech výraznějších etap stavebních úprav včetně jejich doloženého nebo hypoteticky předpokládaného absolutního datování.
5. *Hodnocení objektu* – samostatná kapitola shrnující informace o urbanistických, architektonických, umělekohistorických, památkových a funkčních kvalitách a významu stavby, včetně významu jako historického hmotného pramene. Hodnocení se provádí jak pro vlastní stavbu, tak i v porovnání se širšími vztahy a jinými obdobnými stavbami.
6. *Soupis hodnotných prvků* – informativní přehled hodnotných konstrukcí a prvků, kterým je nutné věnovat zvýšenou pozornost při posuzování intervenčních zásahů. V případě větších objektů je vhodné ho zpracovat jako samostatný elaborát (Pasportizace/Inventarizace umělekořemeslných prvků) v těsné návaznosti na Standardní SHP.
7. *Závady* – kapitola vycházející zejména z požadavků památkové péče na identifikaci nevhodných stavebních zásahů, které z hlediska zpracovatele průzkumu poškodily památkové hodnoty stavby a lze je reverzibilním způsobem korigovat. Nelze však zaměřovat za účelové puristické odsouzení mladších stavebních úprav, které mají svou funkční, architektonickou a dnes již i historickou hodnotu.
8. *Náměty* – vyjádření zpracovatele průzkumu k možnostem stavebních zásahů a případných adaptací objektu. Soupis požadavků dalších žádoucích průzkumů, výzkumů a analýz pro doplnění znalostí a komplexnosti dokumentace výchozího stavu objektu.

Obrazová část

9. *Historické mapy a plány* – reprodukce historických map zachycujících bezprostřední okolí zkoumané stavby a reprodukce dobových stavebních plánů objektu zjištěných archivní rešerší.

10. *Historická ikonografie* – reprodukce známých historických vyobrazení a historických fotografií zkoumané stavby zjištěných archivní rešerší. U významnějších objektů bývá jen výběrová, případně zaměřená jen na vyobrazení zachycující stavební proměny objektu.

11. *Fotografická dokumentace stávajícího stavu* – kvalitní barevné fotografie celků i detailů stavby se strukturovaným identifikačním slovním popisem či identifikací v plánové příloze. Opět může být buď úplná (pasportizace) nebo výběrová.

Plánová část

12. *Nákresy detailů* – kresebné zachycení významných konstrukčních detailů a architektonických prvků v měřítkách 1:2 až 1:10.

13. *Zaměření stávajícího stavu* – půdorysné a svislé řezy zachycující stávající stav objektu podrobně do všech konstrukčních detailů se všemi deformacemi a nepravidelnostmi historických staveb. Obvykle v měřítcích 1:50 až 1:200.

14. *Stavební vývoj (Stavebněhistorické vyhodnocení)* – analytické barevné vyhodnocení jednotlivých stavebních etap jednotlivých částí objektu provedené do plánových podkladů stávajícího stavu. Díky dlouholeté praxi ve zpracovávání stavebněhistorických průzkumů bývalým státním ateliérem SÚRPMO náleží jednotlivým slohovým obdobím zažitá škála barevných odstínů, což velmi usnadňuje orientaci.

15. *Hodnocení objektu (Architektonický a stavebněhistorický význam)* – analytické barevné vyhodnocení hodnoty a významu jednotlivých částí objektu provedené do plánových podkladů stávajícího stavu.

E. 2. Stavebně-technický průzkum (STP)

Kritéria: technický stav, příčiny poruch a poškození, potenciální rizika

Cílem STP je poznání a pochopení konstrukční podstaty stavby a zjištění jejího aktuálního skutečného technického stavu. Kvalitně provedený STP je neocenitelnou pomůckou nejen pro projektanta s konkrétním zadáním, ale také pro stavebního historika zkoumajícího a interpretujícího stavbu v širších historických souvislostech. Optimální je pochopitelně současně probíhající SHP a STP tak, aby poznatky jednoho specialisty mohly být zohledněny a zahrnuty do výstupů druhého a naopak.

Stavebně-technický průzkum postupuje od shromáždění dostupných informací a podkladů ke stavbě (původní projektová dokumentace) přes podrobné poznání a analýzu stavby s důrazem na nosné konstrukce, jejich technický stav a případné poruchy až k nalezení příčin poruch a návrhu jejich odstranění. Podobně jako SHP tedy na metodické úrovni kombinuje poznatky získané z archivovaných písemných a obrazových pramenů s podrobnou prohlídkou vyšetřované stavby na místě (*in situ*). Zpracovává se většinou ve třech stupních podrobnosti:

- **Základní STP** na základě prosté prohlídky charakterizuje stavbu jako celek složený z dílčích konstrukcí zabezpečujících její správnou funkci, včetně vztahů k jejímu nejbližšímu okolí a s tím související expozicí vůči vlivům okolního prostředí včetně klimatických podmínek, provozní zátěže a ostatních rizikových faktorů. Tento stupeň dokumentace je zpravidla nedestruktivní a nevyžaduje tedy hloubkové sondy ani použití přístrojové diagnostiky.
- **Podrobný STP** již vyžaduje cílenou sondážní práci provedenou za účelem ověření předpokladů ze základního stupně průzkumu, tj. zjištění kvality užitých materiálů, skutečných dimenzí skrytých nosných prvků a jejich vzájemných vztahů (podoba konstrukčních spojů, apod.). Podrobný STP obvykle mapuje rozsah a závažnost poškození v rámci celé stavby, vyžaduje tedy kvalitní plánové podklady.
- **Doplňkový STP** se pak věnuje již jen specializovaným analýzám vybraných materiálů a konstrukčních detailů, nejvíce se většinou soustředí na poruchy a vady a jejich exaktní vyhodnocení. Zde se zpravidla uplatňuje celá řada moderních diagnostických metod často doplněných o laboratorní zkoušky odebraných vzorků degradovaných materiálů.

Výstupem STP je písemná zpráva, rozdělená zpravidla na část analytickou a návrhovou. Fakta uvedená v analytické části musí být zpracována a uspořádána tak, aby umožňovala případné kritické přezkoumání či odbornou oponenturu. Rozsah návrhové části, zaměřené většinou na opatření k sanaci zjištěných poruch, určují specifické požadavky zadavatele a další okolnosti. Někdy může mít tato kapitola podobu obecnějších závěrečných doporučení přehledně strukturovaných v jednotlivých bodech. Důležitou částí každého elaborátu je podrobná fotodokumentace, plánová dokumentace s vyznačením konstrukčních vztahů a poruch, detailní dokumentaci a fotodokumentaci hloubkových sond s jejich jednoznačnou prostorovou identifikací. V dalších přílohách se případně uvádějí protokoly z provedených specializovaných detailních analýz nebo přístrojových měření.

E. 3. Laboratorní rozbory

Kritéria: složení, mechanické vlastnosti, trvanlivost, opracovatelnost

Zpracování a testování v laboratoři se může týkat jak vzorků autentického horninového materiálu získaných ze starého nebo v minulosti opravovaného zdiva, tak materiálu z vybraných potenciálních ložisek náhradního kamene. Zatímco u náhradního kamene si můžeme zpravidla velikost i množství zkušebních tělísek zvolit prakticky libovolně, u autentických ploch a povrchů je třeba k dochovanému materiálu přistupovat co nejohleduplněji. To se týká především srovnávacích vzorků odebíraných z nepoškozených částí povrchu. U kulturních památek by měl být rozsah všech invazivních zásahů, mezi které patří i odběry vzorků pro laboratorní rozbory, vymezen v závazném stanovisku.

Rozsah průzkumných a výzkumných prací lze uzpůsobit a volit s ohledem na význam konkrétní památky a na obtížnost a charakter potřebných sanačních prací. Dále pak míra uplatnění laboratorního průzkumu při analýzách původního horninového materiálu závisí na množství a stavu vzorků, které je možné získat. V případě průzkumu cenných historických objektů někdy není možné odebrat dostatečné množství materiálu z důvodu památkové ochrany. Některé z analýz však mají pro dodržení kritéria petrografické příbuznosti náhradního stavebního kamene zásadní význam. Nezbytnou metodou je především kvalitního petrografického rozboru, na jehož základě je mnohdy možné blíže specifikovat původní zdroj horninového materiálu.

Odebraný horninový materiál by měl být dále podroben mikroskopickému studiu, které je zaměřeno na hodnocení stavu a míry degradace povrchových vrstev např. v důsledku organické kolonizace či atmosférické depozice.

Za předpokladu, že je k dispozici dostatek odebraného horninového materiálu a lze-li z něj vyrobit řádná zkušební tělesa, pak je velice vhodné stanovit základní *fyzikálně–mechanické vlastnosti*. Mezi nejdůležitější vlastnosti ovlivňující trvanlivost přírodního kamene patří otevřená pórovitost a s ní přímo související nasákavost. Pevnost v prostém tlaku je další užitečný parametr umožňující lepší charakterizaci míry degradace horninového materiálu na daném objektu, zejména známe-li zdrojovou lokalitu a máme-li k dispozici data o čerstvém horninovém materiálu. Škála provedených zkoušek zaměřených na zjištění fyzikálně–mechanických vlastností může být samozřejmě daleko širší.

V neposlední řadě je žádoucí provést rozbor získaného horninového materiálu zaměřený na stanovení vodorozpustných solí. Přítomnost solí v horninovém materiálu velkou měrou ovlivňuje jeho trvanlivost a z tohoto důvodu je velice vhodné provedení tohoto druhu průzkumu. Na základě průzkumu daného objektu lze mnohdy odvodit, jaké sole se

pravděpodobně v materiálu mohou vyskytovat – chloridy z působení posypových solí, sulfidy v důsledku atmosférické depozice SO₂, organické soli v důsledku používání močoviny např. poblíž železničních tratí apod. U vybraných reprezentativních kamenných kvádrů je vhodné odebrat vzorky solných výkvětů pro účely stanovení jejich kvalitativního složení.

Z níže uvedeného výčtu laboratorních zkoušek doporučujeme využívat zejména ty, které odpovídají konkrétní realizaci a specifickým podmínkám dané lokality. Cílem detailních laboratorních rozborů je získání exaktních podkladů pro rozhodování o výběru nejvhodnějšího náhradního materiálu z hlediska jeho petrografické příbuznosti, vizuální podobnosti, opracovatelnosti a zároveň zaručujícího v požadovaném místě co nejvyšší možnou míru trvanlivosti.

Samostatnou otázkou při hodnocení kvalit stávajícího lícového kamene je výskyt povrchové krusty a její specifické popisné charakteristiky. Především jde o tloušťku, chemické složení, fyzikální a chemickou stabilitu, identifikaci případných mikroorganismů a biotické kolonizace vůbec, vliv krusty na rychlost degradace povrchu a také její dopad na vnější podobu stavby (estetické kvality, přirozená patina, apod.). I zde se může uplatnit celá řada laboratorních metod jako např. polarizační mikroskopie na výbrusech nebo nábrusech povrchové vrstvy horniny, rentgenová difrakční (XRD) analýza nebo využití skenovacího elektronového mikroskopu ve spojení s energodisperzním rentgenovým analyzátozem (SEM/EDX) aj. K podobě budoucí krusty a k jejím vlastnostem je třeba přihlížet i při výběru náhradního horninového materiálu a při testování jeho dlouhodobé odolnosti vůči vlivům vnějšího prostředí.

Vždy je třeba usilovat o co nejmenší množství nevratných zásahů do autentického materiálu:

Obecně platí, že neinvazivní a částečně invazivní metody mají vždy přednost před invazivními a destruktivními. Pro destruktivní (nereverzibilní) postupy by měly být přednostně využity prvky určené k výměně. Ukáže-li se jako nezbytné odebírat vzorky i z kvádrů s nepoškozeným povrchem, je potřeba vybírat místa co nejméně pohledově exponovaná, např. zakrytá jinými konstrukcemi nebo povrchovými úpravami. V případech, že při rozbořech nejde o úpravu povrchu, ale o kompaktní nebo neporušený materiál, lze vzorky získat ze skryté – jádrové části zdiva.

Druhy laboratorních zkoušek:

Mikroskopické studium

Odebraný horninový materiál by měl být podroben mikroskopickému studiu za účelem provedení petrografického rozboru. Rovněž je vhodné provést mikroskopický rozbor, který je zaměřen na ohodnocení stavu a míry degradace povrchových vrstev např. v důsledku

organické kolonizace či atmosférické depozice. Pro tyto účely slouží celá řada mikroskopických metod, jako např. klasická optická mikroskopie a rastrovací elektronová mikroskopie.

Petrografický rozbor

Petrografický rozbor lze provést dle ČSN EN 12407 (72 1146) *Zkušební metody přírodního kamene – Petrografický rozbor*, avšak každá zkušebna/laboratoř často používá své zavedené formuláře, ve kterých jsou však uvedeny všechny potřebné informace. Řádně a odborně provedený petrografický rozbor může být užitečný v případě určení zdrojové lokality použitého stavebního kamene stejně tak pro určení míry jeho degradace a z toho vyplývajících převažujících degradačních činitelů. Petrografický rozbor horninového materiálu provádí geolog, nejlépe s danou specializací a zkušenostmi. Petrografický popis je vhodné propojit s obrazovou dokumentací kvádrového zdiva (propojení s fotoplánem). Na základě výsledků tohoto rozboru lze začít hledat petrograficky shodný či příbuzný horninový materiál pro náhrady.

Určení mineralogického a chemického složení

Pro účely stanovení mineralogického a chemického složení odebraných horninových vzorků lze použít celou řadu metod. Mezi nejběžněji používané patří následující metody:

- *Rentgenová difrakce* – metoda je vhodná pro určení mineralogického složení horninových vzorků. Výstupem je kvalitativní a v některých případech i semikvantitativní analýza daného materiálu. Tato metoda je velice vhodnou doplňkovou metodou k provedenému petrografickému rozboru, zejména v případě nejasností, kdy horninový materiál obsahuje značné množství špatně identifikovatelných minerálů pomocí mikroskopického petrografického rozboru.
- *Diferenční termická analýza a termická analýza* – opět jsou tyto metody vhodné pro určení mineralogického složení daných horninových vzorků, avšak interpretace získaných výsledků vyžaduje značné zkušenosti daného pracovníka s konkrétním petrografickým typem hornin.
- *Silikátová analýza* – jedná se o jednu z nejstarších metod sloužících k určení procentuálního zastoupení jednotlivých chemických prvků, resp. jejich oxidů.
- *Elektronová mikrosonda* – tato metoda slouží ke stanovení kvalitativního složení horninového materiálu, avšak vyhodnocení získaných výsledků vyžaduje přítomnost zkušeného odborníka a samotné vyhodnocení výsledků bývá časově velmi náročné. Pro účely této metody se připravují naleštěné pokovované výbrusy hornin. Současně lze při analýze pořídít fotografie ve zpětně odražených elektronech (BEI – Back Scattered

Electron Image), jejichž výhoda je detailnější přiblížení a tím pádem možnost lepšího posouzení míry poškození horninového materiálu.

Fyzikálně-mechanické vlastnosti

Níže jsou uvedeny vybrané zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností, jejichž provedení může být užitečné pro detailní charakterizaci použitého horninového materiálu, zejména s ohledem na posouzení míry jeho degradace.

- *Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové a otevřené pórovitosti* dle ČSN EN 1936 – běžně se využívá stanovené objemové hmotnosti a otevřené pórovitosti.
- *Stanovení součinitele nasákavosti vodou působením vzlínavosti* dle ČSN EN 1925 – zkouška umožňující posouzení vzlínavosti, tj. umožňující posouzení horninového materiálu s ohledem na jeho chování v důsledku působení vody².
- *Stanovení nasákavosti vodou za atmosférického tlaku* dle ČSN EN 13755 – viz předchozí zkouška.
- *Stanovení pevnosti v tlaku* dle ČSN EN 1926 – patří mezi nejrozšířenější mechanické zkoušky běžně užívané pro vyhodnocení míry degradace horninového materiálu.
- *Stanovení rychlosti šíření zvuku* dle ČSN EN 14579 – jednoduchá metoda odhalující nehomogenity a diskontinuity v horninovém materiálu, včetně posouzení jeho izotropie, v modifikované podobě lze použít rovněž in situ.

Uvedený výčet není samozřejmě výčtem všech možných a dostupných zkušebních metod, ale výběrem těch v praxi nejpoužívanějších. V případech, kdy lze z nějakého důvodu očekávat speciální druh namáhání horninového materiálu (např. působení sil vedoucích k tvarovým deformacím), lze soubor provedených zkoušek rozšířit. Přehled dostupných normových zkušebních postupů je uveden v kapitole B. 2.

Stanovení vlhkosti kvádrového zdiva

Vzhledem k tomu, že přítomnost vlhkosti v kvádrovém zdivu značnou měrou ovlivňuje trvanlivost přírodního kamene, je její stanovení velice důležité. Při opravách historických objektů je nezbytné co možná nejvíce eliminovat zdroje případné vlhkosti vhodnými stavebně-technickými opatřeními, jejich výčet však není předmětem této metodiky. Metody umožňující měření vlhkosti lze rozdělit na metody destruktivní a nedestruktivní povahy, přičemž metody nedestruktivní by měly být v případě historických objektů upřednostňovány.

² Přítomnost vody má negativní vliv na trvanlivost přírodního kamene zejména v případě mrazu a rovněž slouží jako transportní medium pro rozpuštěné soli uplatňující se v procesu zvětrávání.

Mezi metody, které lze pro účely stanovení vlhkosti použít patří např. gravimetrická metoda, metoda karbidu vápníku, kapacitní metoda, vodivostní metoda a radiometrická metoda.

Pro posouzení nasákavosti materiálu vodou lze využít Karstenovy trubice. Výhodou této metody je její možnost provedení in situ a nedestruktivní charakter.

Vlastnosti pórového prostoru

K posouzení možného vlivu zvětrávacích procesů a jejich převažujících činitelů na trvanlivost horninového materiálu je užitečné získaný horninový materiál podrobit studiu vlastností pórového prostoru. Pro tyto účely lze využít např. metody rtuťové porozimetrie, heliové pyknometrie (stanovení hustoty materiálu) nebo mikroskopie v ultrafialovém světle s následným vyhodnocením pomocí obrazové analýzy a rentgenové mikrotomografie.

Stanovení druhu a míry zasolení

U vybraných reprezentativních kamenných kvádrů je vhodné odebrat vzorky solných výkvětů pro účely stanovení jejich kvalitativního a kvantitativního složení. Pro určení míry a distribuce zasolení je vhodné analyzovat horninové vzorky odebrané z různé hloubky od povrchu a z různé výšky ve zdivu. Pro účely analýzy odebraných vzorků slouží např. metody kapalinové chromatografie, příp. rentgenové difrakce a FTIR spektroskopie (určení zejména organických sloučenin v případě předpokladu solných produktů v důsledku použití močoviny). Pro účely stanovení vodorozpustných solí je možno využít i další metody jako např. potenciometrické stanovení chloridů a dusičnanů a gravimetrické stanovení síranů, případně pomocí indikačních papírků umožňující semikvantitativní stanovení. Získané výsledky je pak možné porovnat s klasifikací uvedenou v normě ČSN P 73 0610 – Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení.

E. 4. Ložiskový průzkum

Kritéria: dostupnost a cena horninového materiálu, mechanické vlastnosti, trvanlivost, opracovatelnost

U plánovaných akcí obnovy většího rozsahu nebo v případě drobnějších zásahů u památek velkého významu je vhodné provést standardní ložiskový průzkum, který je cíleně zaměřený na vyhledávání potenciálních zdrojů náhradního stavebního kamene. Tento průzkum kombinuje poznatky získané z archivního bádání s terénním šetřením a s výsledky laboratorních zkoušek následně vytipovaného horninového materiálu.

Při ložiskovém průzkumu prováděném v souvislosti s obnovou kvádrového zdiva se zpravidla řeší následující tři úkoly:

- určení původního ložiska/ložisek těžby kamene použitého při stavbě nebo pro pozdější opravy kvádrového zdiva dotčeného objektu
- zjištění podmínek pro získání potřebného množství materiálu z původního zdroje
- zjištění podmínek pro získání potřebného množství materiálu z náhradního zdroje.

I v případě méně významných staveb by mělo být vždy dodržováno hledisko přednostního *použití místně původních zdrojů kamene*. Tomuto kritériu však často nelze vyhovět, buď z důvodů zaniklé těžby dané suroviny, existence zástavby v místě původního lomu nebo pro zákonná omezení exploatačních aktivit plošnou ochranou přírody (CHKO, NP apod.). Týká-li se výměna pouze malého množství materiálu (např. několika kvádrů) a nebrání-li těžbě žádná výše jmenovaná omezení, pak lze uvažovat o použití původního zdroje kamene. Toto je základní předpoklad pro cenově přijatelnou těžbu i cenovou relaci týkající se transportních vzdáleností.

E. 4. 1. Archivní průzkum a rešerše dostupné literatury

Kritéria: písemné a obrazové prameny, reflexe v odborné a místopisné literatuře

U zvláště hodnotných památek je provedení archivního průzkumu nezbytnou součástí přípravy jejich obnovy. Jde o systematické vyhledávání historických písemných, mapových a dalších podkladů, sloužících k identifikaci původních zdrojů přírodního kamene. Při pátrání po starších písemných pramenech je potřeba asistence historika, nejlépe se specializací na rešerše pro stavebněhistorické průzkumy, případně dějiny dolování a těžby kamene. Součástí výsledné zprávy o archivním průzkumu by měla být i rešerše dříve publikovaných prací a stať shrnující stávající stav poznání.

Lokalizace původních lomů a ověření současných možností získání kamene stejného nebo podobného složení je při hledání vhodného náhradního materiálu pro opravy historických staveb z lícového kamenného zdiva jednou ze standardních dílčích úloh předprojektové přípravy. I v případě, že těžba na původním místě už není možná, mají tato zjištění obvykle význam pro podrobnější poznání stavební historie zkoumaného objektu.

U nejvýznamnějších staveb, jako jsou katedrály, kláštery nebo staré kamenné mosty, bývají místa těžby doložena písemnými prameny. Často šlo o velké lomy, otevřené a exploatované cíleně pro potřebu konkrétní stavby. Vlastníkem byl v takovém případě obvykle investor stavby – klášter, kapitula, apod. U staveb městských, obecních a vrchnostenských, kam lze v těchto souvislostech přidat i venkovské kostely, bývá dochovaných písemných dokumentů méně a u dalších staveb jsou jen ojedinělé. Množství dochovaných písemných pramenů závisí pochopitelně na celistvosti archivních fondů a stáří památky. Podrobné písemné prameny ze středověkého období jsou výjimečné a dochovaly se většinou jen k nejvýznamnějším stavbám. Z hlediska vypovídací hodnoty a autenticity pramenů jsou nejcennější přímé doklady, a to především stavební účty. U zpráv zaznamenaných s časovým odstupem (anály, kroniky, vzpomínky pamětníků) nebo u subjektivních svědectví (životopisy, osobní korespondence) narůstá potřeba kritického rozboru a hodnocení.

Práci související s vyhledáním, přepisem, event. překladem a interpretací písemných pramenů je třeba svěřit zkušenému specialistovi, který by měl dokázat projít všechny archivní fondy s potenciálně zajímavým obsahem. Vedle písemných pramenů se v archivních sbírkách nacházejí rovněž prameny obrazové, mezi něž řadíme především historické mapy, stavební plány nebo různá vyobrazení, tedy dobové kresby, náčrty, grafické listy či fotografie. Zatímco pro analýzu starších písemných pramenů je většinou nutná paleografická průprava, obrazové materiály či jejich reprodukce může studovat i laik, případně specialista z jiného souvisejícího oboru, například ložiskový geolog, restaurátor nebo stavební historik. Právě hlubší znalost tématu studia je výhodou a někdy může být pro správnou interpretaci rozhodující. Dnešní doba navíc umožňuje pracovat s digitálními kopiemi historických map a fotogrammetrických podkladů, v prostředí GIS často dokonce v tematických hladinách umožňujících okamžité srovnání a kontrolu topografické polohy.

Požadavky na archivní průzkumy se vyplatí zadávat současně, a to s co největším předstihem: Archivní bádání je totiž potřeba nejen k lokalizaci zdrojů použitého kamene, ale i jako východisko pro podrobné stavebněhistorické vyhodnocení dotčené situace a s tím souvisejících požadavků na způsob opracování nových prvků. Cenné informace o předchozích intervencích lze objevit i v průvodních zprávách starších projektů oprav nebo jiných konzervačních a restaurátorských zásahů.

4. 2. Terénní průzkum

Kritéria: dostupnost a vydatnost zdroje, homogenita suroviny, vizuální shoda po opravování

Součástí terénního ložiskového průzkumu by měl být podrobný geologický průzkum okolí, na jehož základě může dojít k nalezení původního zdroje horninového materiálu. V případě, že se to podaří, je nutné oslovit vlastníka předmětného pozemku a možnost získání množství materiálu potřebného pro opravu z tohoto zdroje s ním prodiskutovat. Pokud majitel s případným využitím suroviny souhlasí, je vhodné odebrat horninové vzorky pro účely laboratorního průzkumu, který prověří vhodnost použití tohoto materiálu zejména s ohledem na jeho možné budoucí poškození a dostatečnou míru trvanlivosti. Již v této fázi je důležité zaměřit se na podrobný petrografický popis a vyhodnocení vzhledu (barvy, zvětrávacích forem) alternativního horninového materiálu. Pokud by hornina vykazovala značnou vzhledovou odlišnost od původního materiálu, měla by být tato lokalita z dalšího postupu vyloučena.

Pokud není možné využít původního nebo místně dostupného zdroje kamene, je nezbytné orientovat další terénní výzkum na činné lomy disponující danou surovinou. Geolog či alespoň restaurátor nebo kameník by měl každý uvažovaný lom alternativního horninového materiálu osobně navštívit a zjistit současný stav těžby, jaká surovina (vzhled, struktura apod.) a v jaké kvalitě se v tuto chvíli těží a případně odebrat vzorky pro účely laboratorního výzkumu. Pokud je to nevyhnutelné, lze samozřejmě uvažovat i o využití horninového materiálu ze zahraničí.

Je-li kvádrové zdivo daného historického objektu tvořeno více druhy stejného petrografického typu horniny (např. glaukonitické, železité a křemenné pískovce), tak je pro zachování vzhledové integrity památky účelné se neomezovat pouze na jeden zdroj náhradního materiálu, jako se tomu v mnoha případech děje. Omezení výběru na jediný druh pak obvykle znamená výraznou změnu zažitého vzhledu stavby.

Pro vytipování nejlepšího místa těžby je nutné získat horninové vzorky, a ty posléze podrobit vybraným laboratorním zkouškám uvedeným v kap. E. 3. Pro posouzení vybraného alternativního materiálu je klíčové posouzení odolnosti a dlouhodobé trvanlivosti.

Bez provedení experimentálního klimatického zatěžování lze míru trvanlivosti odhadnout snad pouze na základě pevnosti v prostém tlaku, ačkoli ani toto není samo o sobě dostatečně vypovídající.³ Samozřejmě, že změna pevnosti v prostém tlaku je pouze jedním z parametrů

³ I na stejný druh klimatického zatěžování totiž každý horninový typ stejného petrografického typu reaguje odlišně a vyvolané změny tedy mohou být různé. Např. v případě mrazového zvětrávání může u jednoho horninového typu dojít k nárůstu pevnosti v prostém tlaku a u jiného k jeho poklesu.

sloužících k ohodnocení trvanlivosti kamene. Z uvedeného vyplývá, že by pro účely výběru adekvátního horninového materiálu pro obnovu kvádrového zdiva bylo nejvhodnější alternativní horninové typy podrobit různému druhu namáhání (teplotní, různé roztoky solí a jejich kombinace, apod.) a stanovit změny fyzikálně-mechanických vlastností. Současně by bylo vhodné provést komparativní analýzu vzhledu a odolnosti kamene na památce a z místa předpokládané těžby. Teprve po provedení tohoto kroku lze s konečnou platností určit nejvhodnější alternativní horninu pro obnovu dané historické památky.

Obecně platí, že výhoda normových zkušebních postupů spočívá v možnosti využití výsledků jiných dříve provedených výzkumů. Pozor však na nehomogenitu horninového materiálu, resp. nehomogenitu suroviny v rámci jednoho ložiska (lomu). Je nutno brát v potaz, že hornina získaná v rámci jiného průzkumu, jehož výsledky zamýšlíme využít, mohla být těžena v jiné části lomu, a skutečně dodávaná surovina už nemusí být v téže kvalitě.

E. 5. Trasologický rozbor

Kritéria: Primární opracování, druhotné úpravy, identifikace nástrojů

Nauka o stopách, zanechaných pachatelem na místě činu se v kriminalistice nazývá trasologie. Analogicky hovoříme o tzv. *historické trasologii*, která je jednou z pomocných metod stavebněhistorického průzkumu. Stavební historik při trasologické analýze postupuje podobně jako kriminalista a snaží se nalezené stopy nejprve co nejpřesněji lokalizovat, poté co nejvěrněji zaznamenat, roztrždit a nakonec vyložit ve vztahu ke konkrétnímu zadání úkolu. V interpretační fázi je při rozboru dochovaných stop nejprve potřeba pokusit se veškeré anomálie viditelné na povrchu kamene přiřadit ke skupinám, které odpovídají různému mechanismu vzniku zjištěné stopy. Zpravidla rozlišujeme tyto hlavní skupiny:

1. *stopy ručních nebo mechanických nástrojů* použitých při výrobě a opracování – s nimi souvisejí i osobní kamenické značky pořizované k vyúčtování práce konkrétního řemeslníka
2. *stopy po transportu* hotových kvádrů či polotovarů (bloků) nebo po manipulaci během stavby, montážní značky, pomocné výškové a směrové rysky, konstrukční skici, aj.
3. *stopy používání a opotřebování*, známky přirozeného stárnutí materiálů nebo degradace, různé poruchy a poškození – např. trhliny jako následky lokálního přetížení, nedostatečného dimenzování konstrukcí, stopy mimořádných událostí (zemětřesení, záplavy, sesuvy, požáry atp.)
4. *stopy dodatečných úprav a oprav*, konzervační a restaurátorské zásahy včetně retuší a patinování

5. *ozdobné úpravy povrchů*, např. nátěry a také různé memoriální projevy (nápis, datace, jména řemeslníků), případně stopy vandalizmu (graffiti, aj.).

Při definování parametrů pro způsob opracování a pro povrchovou úpravu nových kvádrů určených pro dílčí nebo i rozsáhlejší opravy má rozhodující význam určení původního způsobu opracování dotčeného úseku, případně rozpoznání dodatečných zásahů do původních povrchů. Sem patří například tzv. přerovnání, či přesekání ploch velmi rozšířené během historizujících oprav prováděných na přelomu 19. a 20. století. Je přitom třeba rozlišovat mezi stopami po odstraňování mladších omítkových nebo nátěrových vrstev a záměrnými zásahy, které měly za cíl sjednocení či zpevnění povrchů nebo jejich opatření novými výtvarnými kvalitami.

E. 5. 1. Podrobná deskripce řemeslného opracování kamene

Každý ze zásadních kroků při opracování kamenného kvádrů zanechal i po definitivní úpravě líců kvádrů svou stopu, která je ve většině případů nadále aspoň částečně čitelná. Po zevrubném průzkumu a analýze lze z podoby těchto stop zpětně větším či menším způsobem podrobně rekonstruovat postup opracování konkrétního kvádrů. Současně lze identifikovat použité nástroje včetně jejich tvaru, velikosti nebo rozměrů a členění ostří.

E. 5. 2. Stopy lomové těžby

Ve výjimečných případech lze na povrchu kvádrů nalézt i primární stopy z těžby základních bloků kamene. Sedimentární horniny se historicky lámaly po vrstvách v tzv. lavicích oddělovaných od skalního masivu drážemi (brázdami) pomocí dvouhrotých nástrojů s úzkými břity, kolmými na dlouhé topůrko (tzv. šramovačka) nebo dvojšpiců s delším topůrkem. Tyto nástroje na svislých plochách oddělených bloků zanechaly charakteristické diagonální, segmentově prohnuté rýhy. Z ložné plochy se lavice oddělovaly pomocí dřevěných nebo kovových klínů, pro něž se vysekávala kónická lůžka. V ojedinělých případech, kdy nebylo nutné tyto stopy těžby již dále odsekávat, nacházíme na povrchu kamenů kvádrového zdiva stopy po šramování nebo zbytky otvorů pro trhací klíny. Častěji pak, většinou když byly sedimentární vrstvy pravidelné a dobře se oddělovaly, zůstávají na kvádrech dále již neupravované původní lomové plochy.

E. 5. 3. Identifikace stop základního opracování kamene do podoby kvádrů

Pokud to bylo nutné, kameník nejprve dvojšpicem či jiným špičatým topůrkovým nástrojem odstranil největší nepravidlosti hrubě vylomeného bloku kamene, který bude osekávat do podoby pravidelného pravoúhlého kvádrů. Vlastní formování kvádrů začalo vytvořením rovné hladké stezky u jedné delší hrany kamenného bloku. Kameník ji vysekával pravidelnými údery dřevěné paličky na úzké dláto. Ve stejné rovině, kterou si kameník

průběžně kontroloval pravítkem, vysekal obvodovou stezku i u hrany na kratší straně kamenného bloku a pak postupně i na obou zbývajících stranách. Obvodová stezka na všech čtyřech hranách vytyčila rovinu jedné z ploch budoucího kvádru. Pokud byl kvádr menších rozměrů a řemeslná vyspělost kameníka byla vysoká, stačila mu k definování rovné plochy jen jedna stezka. Vystupující kamennou hmotu kameník nahrubo odsekal palicí a špičákem nebo dvojšpicem. Stejným způsobem se pokračovalo i na ostatních plochách, přičemž pravouhlost kvádru kameník určoval a kontroloval úhelníkem. K dokončení základního opracování vnitřních ploch kamenného kvádru se většinou používal dvojšpic. Teprve k definitivnímu přerovnání všech ploch kvádru do jednotného povrchu s charakteristickou kresbou stop po opracování kameník použil hladkou nebo zubatou plošinu či hladké široké nebo užší zubaté dláto. Náročnější architektonické prvky nebo dílce byly těmito nástroji také zpracovávány a povrchově opracovávány, někdy však byly ještě broušeny a hlazeny. Stopy těchto nástrojů nacházíme i na sochařských plastických dílech.

E. 5. 4. Základní rozdělení kamenických nástrojů

Kamenické nástroje prošly v rámci svého vývoje různými proměnami a úpravami, které odpovídaly měnícím se nárokům kamenické výroby, ale zároveň odrážely i regionální specifika. Nástroje jsme rozdělili na ruční, které se ovládají pouze jednou rukou, a na nástroje topůrkové, které jsou osazeny dřevěnou násadou a jsou především obouručné.

1. Ruční nástroje

Ručním nástrojem rozumíme jednoruční náčiní, které je schopno práce za pomoci zdroje energie z jiného nástroje (palice, kladivo) či ruky. Jedná se zejména o různé typy dlát, které se postupně vyvíjely v rozličné tvary podle praktičnosti a náročnosti na vykonávanou kamenickou práci.

2. Topůrkové nástroje

Jako topůrkové nástroje označujeme ty, které jsou opatřeny delší dřevěnou násadou, v pozdějších dobách výjimečně i kovovou. Jsou obouručné a svou ergonomií a především pružností jsou velmi účinné. Díky možnosti okamžitého posunu místa úchopu na topůrku vůči úderné ploše – i během jednotlivého úderu – nástroj optimálně využívá své kinetické energie.

Způsob vedení nástroje i intenzita dopadu ostří na opracovávanou plochu jsou v obou uvedených skupinách natolik odlišné, že je podle stop zanechaných na povrchu kamene možné velmi přesně určit, jakým druhem nástroje byla práce provedena. Otisk zanechaný v místě dopadu jeho pracovní části dokáže prozradit detaily o tvarování břitu, například jeho délku nebo zubitou úpravu. Systematické shromažďování údajů o stopách nástrojů

(mechanoskopie) vede k možnostem přesnějšího časového zařazení vzniku staveb nebo jejich pozdějších úprav.

Ruční nástroje se v kamenické výrobě udržely prakticky až do současnosti, naproti tomu práce s nástroji topůrkovými nejpozději s nástupem mechanizace zcela vymizela. Zdánlivý paradox, kterým je vytěsnění výkonnější manuální techniky, lze v tomto případě lehce vysvětlit. Zatímco krátké údery kladívka či palice je možné poměrně snadno nahradit pneumatickým nástrojem, topůrkový nástroj v jeho variabilitě dané prací celého těla už tak snadno napodobit nelze.

E. 5. 5. Vyhodnocení způsobů povrchové úpravy lícových ploch

a) Špicování (ruční nástroj/nástroj na topůrku)

Špičák (ruční nástroj)

Špičák je bez pochyby nejstarším kamenickým nástrojem na světě. Samozřejmě je tento nástroj používán i současnými kameníky, ovšem často jen k prvotním hrubým úpravám povrchu. Ve starověku však byl tento nástroj mnohdy tím jediným, co měl kameník k dispozici. Je to velmi dobře čitelné především na kamenných plochách ve starověkém Egyptě. Stopa po tomto nástroji je velmi typická: postupnými údery palice na nástroj vzniká rýha, která ovšem není přísně pravidelná, protože pod náparem jednotlivých úderů nelze udržet naprosto přímočarou stopu. Nástroj může mít různé velikosti a tvary.

Špic, dvojšpic (nástroj na topůrku)

Jde o obouruční nástroj opatřený násadou s jasanového dřeva kulatého či oválného průřezu. Kovová část je tvořena čepelí čtvercového mírně zaobleného průřezu s kovářsky vytaženými hroty na obou stranách. Průvlak je vytvořen proseknutím pomocí trnů, které jsou aplikovány od nejtenčích postupně k velikosti otvoru. Velikost středověké čepelce se pohybovala v rozmezí 40–50 cm. Postupně se tento nástroj zmenšoval, až koncem 19. století dosáhl velikosti 30 cm. Tomu odpovídala délka násady, která mohla dosahovat od 40–50 cm do konečných 35 cm.

Tento nástroj se používal k prvotnímu hrubému opracování. Cílem bylo rychle a efektivně odstranit větší masy vystupujícího kamene a tak předběžně formovat zamýšlený tvar. Úder dvojšpicem je velmi razantní a zanechává charakteristickou stopu, která má tvar velmi protáhlého trojúhelníku se středovou rýhou zakončenou kulatým důlkem po hrotu nástroje.

Dvojšpic je velmi starý nástroj používaný už ve starověku, především v oblasti Blízkého východu. V Evropě se objevuje již u nejstarších kamenných raně křesťanských staveb od 6. do 10. století. V českých zemích je poprvé doložen ve velkomoravské říši, konkrétně v

Mikulčicích jím byla opracována hlavice sloupu X. kostela z počátku 10. století. Byl využíván pouze k definování budoucích zdobných prvků, zdivo bylo tvořeno lámanou opukou z horních vrstev opukové stěny, tedy z povrchové těžby. Je zcela pravděpodobné, že se tento nástroj mohl jednotlivě vyskytovat ve vybavení románského kameníka, avšak k jeho plnému zapojení do kamenické výroby došlo v Čechách pravděpodobně až kolem poloviny 13. století v souvislosti s příchodem západních řemeslníků, a především s masivní těžbou a zpracováním pískovce, k jehož opracování je velmi vhodný.

b) Přerovnání plochým břitem – plošina (nástroj na topůrku)

Plošina

Dalším obouručním nástrojem s násadou je tzv. plošina. Svým tvarem připomíná dvojbřitou kanadskou sekeru. Násada je opět vyrobena z jasanového dřeva. Oboje ostří je kovářsky vytaženo do tvaru sekery. Kvalita břitu plošiny byla daná způsobem jejího vykování a finálního zabroušení. Při pozvolném vytažení bylo zabroušení nepatrné, pokud ovšem bylo tělo sekery mohutnější, byl břit tvořen ostrým zkoseným klínem. Nástroj se opět velikostně podobal dvojšpici, násada i ostří se pohybovaly kolem 40–50 cm, v novověku se postupně zmenšoval až na velikost 35 × 35 cm.

Plošina se používala k dorovnání menších nerovností po hrubém předchozím opracování, tzv. přerovnání. Ve většině případů se toto opracování stalo konečnou úpravou povrchu lícové plochy. Kámen se opracovával buď celou plochou břitu, nebo pouze jeho špičkou. Celou plochou břitu je plocha kamene opracovávána většinou diagonálně či ortogonálně a zanechává kontinuálně plošně rozmístěný rastr záseků jednotlivých úderů, resp. rýh způsobených vrcholem břitu po odlomení odštěpku. Tvar a velikost stop po břitu jsou zároveň závislé na směru vedení a razanci úderu, tedy jestli kameník při práci seděl nebo stál, a na velikosti nástroje. Špičkou břitu plošiny se pak vytváří tzv. přetínání na styčných plochách. Zkušený kameník může tento způsob aplikovat i na vytvoření obvodové stezky. Opuka, kterou především známe z románského období, je opracovávána kolmými údery, pískovce v pozdějších obdobích pak většinou pod úhlem přibližně 45°.

V západní Evropě se tento nástroj používal již nejméně od 9. století, na území bývalého Českého království od 11. století (Staré proboštství, Pražský hrad). Jeho největší rozšíření však nastalo až od 12. století.

c) Přerovnání plochým zubatým břitem – zubatá plošina (nástroj na topůrku)

Plošina s břitem s plochými zuby

Progresivní novinkou, která byla aplikována na plošinu, bylo vytvoření zubů na břitu nástroje. Ty měly v rámci své malé plochy velký účinek při záseku do kamene a podstatně zvýšily efektivitu práce. Na měkké materiály se používaly zuby ploché a na tvrdé horniny zuby špičaté. Byly vyráběny kovářským prosekutím břitu a dalším zabroušením do požadovaného tvaru. Na povrchu kamene zuby vytvářejí pravidelný kontinuálně rozprostřený rastr jemně plastických charakteristických stop přesně kopírujících jejich tvar a velikost. Zubaté nástroje se objevují již v římském období, a to v době císařství ve 3. století našeho letopočtu. V evropském středověkém stavitelství se objevily až ve 12. století, v německých zemích na jeho konci. V Čechách jsou tyto nástroje symbolem nástupu vrcholně gotického slohu v 1. polovině 14. století, na význačných stavbách se však objevují již v době románské.

d) Přerovnání plochým břitem – široké dláto (ruční nástroj)

Dláto se širokým rovným břitem

Jedná se o široké dláto, které později zdomácnělo pod názvem šalírka (vzniklo zkomolením z německého „Scharriereisen“) nebo rýhovačka. Na krátké tělo dlouhé kolem 15 cm byl nakován břit klínovitého průřezu šířky od 8 do 15 cm. Dláto se striktně používalo na finální přerovnání lícového povrchu kamenického prvku. V různých velikostních a tvarových variantách bylo a je velmi rozšířeným nástrojem, velmi efektivním při dokončovacím procesu. Stejněměrné údery palicí na dláto vytvářejí široké pásy rovnoběžných jednotných rýh. V Evropě i u nás je používáno od raného středověku, od počátků sofistikovanější kamenné architektury doprovázené pečlivě opracovanými architektonickými prvky. Od 15. století se stopy po úderu dláta uplatnily v rozmanitých vzorovaných rastrech jako dekorativní úprava pohledových ploch kamene.

e) Přerovnání plochým zubatým břitem – zubaté široké dláto (ruční nástroj)

Dláto s břitem s plochými nebo špičatými zuby

Zubaté dláto s plochými nebo špičatými zuby byl inovační nástroj k dlátu s úzkým nebo středně širokým rovným břitem. Opět mohlo mít delší nebo kratší tělo, z něhož byl vykován břit s naseknutými třemi až osmi přibroušenými plochými nebo špičatými zuby. Ty zvýšily efektivitu práce a zanechávaly na povrchu charakteristický otisk svého tvaru, který se někdy využíval k dekorativním účelům. V českých zemích se zubaté dláto začalo šířeji využívat ve 13. století. V Evropě byl tento nástroj používán již daleko dříve. Jako základní kamenický nástroj ho najdeme již v antice.

f) Pemrlování

Pemrlice

Jde o topůrkový nástroj tvaru podobného kladivu, které má na obou úderných plochách jehlancové hroty. Hroty mohou být různých velikostí. Podle toho zanechávají různě hluboké stopy na povrchu kamene a vytvářejí jemnější nebo hrubší líc. Jde o nástroj historicky i funkčně primárně určený na tvrdší druhy hornin, např. žulu a k opracování sedimentárních hornin se začal používat až v mladší době, nejdříve ve Francii od 16. století. Úderem nástroje dochází k nadrcování a tím zarovnávání povrchu, nelze s ním definovat žádný tvar. Na povrchu kamene vytváří kontinuální jednolitou plochu s různě hrubým rastrem prohlubní a výstupků. U nás se používá od druhé poloviny 18. století, v druhé polovině 19. století pak i zejména k přesekávání povrchu kamene historických památek.

g) Zrnování

Zrnovák

Zrnovák je taktéž topůrkový nástroj, ale celokovový. Železné topůrko je zakončeno velkým okem, do kterého jsou vloženy ocelové jehly s jehlancovými hroty na obou koncích, utažené klínem. Výhodou je, že jehly lze libovolně vyjímat a vyměňovat za nové, zatímco původní ztupené lze nezávisle ostřit. Nástroj je těžký a velmi účinný. Na povrchu kamene zanechává dlouhé ostré stejnosměrné rýhy v sestavě podle počtu hrotů v oku. Původně opět primárně určený spíše na tvrdší typy hornin, ale s velkou oblibou od počátků 19. století používaný na opracování sedimentárních hornin včetně přesekávání povrchů historických staveb.

h) Broušení hoblíkem

Hoblík

Nejjemnějším požadavkem na úpravu líce zdících kvádrů je broušení pomocí kamenického hoblíku. Ten má tvar různě veliké dřevěné rukojeti, do jejíž spodní plochy jsou diagonálně zapuštěny stejnosměrné nebo zvlněné plechy. S nástrojem se pracuje jako škrabkou taháním po povrchu opracovávaného kamene. Nástroj pochází již ze starověku a přes všechny slohové epochy v tradičním kamenickém řemesle udržel až dodnes. V moderním zpracování kamene je nahrazován elektrickými nástroji.

ch) Řezání

Kamenická pila

Relativní měkkost sedimentárních hornin s úspěchem umožňuje řezání horniny pomocí různých druhů pil. Od antických typů s hladkým listem podsypávaným abrazním materiálem, kde principem je vlastně broušení ve spáře, až k zubatým pilám s ocelovým listem nebo diamantovým kotoučům. Řezání zanechává hladký povrch bez jakékoliv vazby na tektoniku a sedimentární charakter horniny.

E. 5. 6. Vyhodnocení způsobů úpravy ložných a styčných ploch

a) Špicování (ruční nástroj/nástroj na topůrku)

Nejčastější způsob základní úpravy styčných a ložných ploch kvádrů zajišťující optimální zachycení spojovací malty a zároveň nevyžadující nadbytečnou práci. Popis viz předchozí oddíl.

b) Hrubé přerovnání povrchu (ruční nástroj/nástroj na topůrku)

U přesněji opracovaných kvádrů byly i úpravy styčných a ložných ploch dovedeny do pokročilejší fáze celkového přerovnání. Cílem bylo dosažení přesnější skladby zdiva s menší šířkou spár. K přerovnání byla podle potřeby a možností využívána celá škála nástrojů zmíněných v předchozím oddíle.

c) Různé anomálie viditelné na ložných stranách – drážky, kanálky, zámkové spoje, lůžka pro pomocné spojovací prvky, apod.

Jde o množství možných detailů souvisejících se zvolenou technologií skladby zdiva nebo určitou částí konstrukce vyžadující speciální uzpůsobení kvůli statickému nebo dynamickému zatížení, či jako preventivní opatření proti přírodním vlivům.

E. 5. 7. Další detaily na povrchu kamene

Kamenické značky

Do plochy kvádrů vysekané znaky či symboly související buď s určením konkrétní polohy prvku v celé konstrukci, nebo jako osobní podpis kameníka označující jím odvedenou práci pro zaplacení odpovídající mzdy. Jde o význačný detail vypovídající o dílenské příslušnosti nebo dokonce o konkrétním autorství sledovaného kamene.

Stopy po transportu a manipulaci

Zejména u větších staveb vyžadujících náročnější stavební organizaci a strojovou mechanizaci nacházíme i charakteristické stopy po dopravě materiálu na stavbě. Nejčastější jsou dva případy. Ten, který není na vnějším líci patrný, jsou kónické, do hloubky se rozšiřující kapsy v ložných plochách zdících kvádrů, do nichž se vkládaly klínovité krepny zvané „vlk“ pomocí nichž probíhalo zvedání do výšky. Druhý, z našeho prostředí dobře známý případ je charakteristický kulatými důlky zhruba uprostřed lícových ploch všech kvádrů. Otvory jsou párové z obou protilehlých stran a sloužily k zaklesnutí velkých železných nůžkových krepn, pomocí nichž byl kámen dopravován na korunu zdiva. Zvláště tento druhý případ se významně podílí i na vnějším vzhledu zdiva.

Stopy barevnosti

Vždy je třeba počítat s tím, že i lícové kvádrové zdivo mohlo být buď dodatečně, nebo už od počátku opatřeno ochrannými monochromními nátěry, případně složitější malovanou výzdobou. Po zjištění významnějších pozůstatků malované výzdoby v místech chystané opravy by měl vždy následovat restaurátorský průzkum, a to i v případech, kdy zamýšlená práce není restaurováním ve smyslu památkového zákona.

F. Postup obnovy

Pro snadnější praktické použití metodiky byla vytvořena následující kapitola, která je vlastně zobecněným strukturovaným návodem, jak krok za krokem postupovat při uskutečnění obnovy. Výčet zdaleka není úplný, nejde o návod na konkrétní opravu ale o to, podat přehled nejdůležitějších činností souvisejících s výběrem náhradního kamene, jeho opracováním a osazením na místo.

F. 1. I. etapa – Záměr a koncepce

CÍL: Celkové vstupní vyhodnocení situace; stanovení východisek a okrajových podmínek pro další postup.

1. Úvodní rešerše

Shromáždění výchozích podkladů pro další jednání v interdisciplinární skupině. V této fázi jde o snadno a rychle dostupné informace – již existující publikace, výzkumné zprávy, předchozí projekty, atp.

2. Rozbor hodnot

Definování a klasifikace hodnot objektu jako stavební památky, hmotného pramene historických technologií, funkčních hodnot stavby atd. Určení priorit při úsilí o zabezpečení rozpoznávaných kvalit.

3. Studie proveditelnosti

Zhodnocení reálných možností investora – především finančních a časových. Ověření dostupnosti lidských zdrojů zapojených do procesu přípravy i vlastní obnovy. Uvedení rizik a možných komplikací.

4. Stanovení koncepce

Formulování základní strategie vedoucí ke stavebnímu zabezpečení díla a k ochraně jeho rozpoznávaných hodnot.

5. Osnova předprojektové přípravy

Podrobná specifikace obsahu a rozsahu dalších potřebných průzkumů či analýz. Požadavky na kvalitu zaměření a dokumentace stávajícího stavu.

F. 2. II. etapa – Předprojektová příprava

CÍL: Shromáždění podkladů potřebných pro posouzení situace a pro návrh konkrétních opatření, tedy pro vlastní projekt obnovy.

1. Podrobné geodetické zaměření stavby

Podklad pro stavební projekci, též v návaznosti na okolní objekty.

2. Fotoplány a spárořez

Osnova pro veškeré grafické analýzy stavu lícového zdiva (geologie, stavební historie, poruchy). Každý kámen by měl být zakreslen jako samostatná jednotka.

3. Osnova katalogové inventarizace všech kamenných dílců

Opatření každého kamenného dílce jedinečným kódem umožňujícím k přesně lokalizovaným entitám přiřazovat datové informace a zpětně v nich vyhledávat. Způsob běžně používaný v západních zemích pro správu a údržbu významnějších objektů.

4. Fotodokumentace výchozího stavu

Strukturovaná fotobanku navázaná na katalogovou inventarizaci. Je nutné dokumentovat různou podrobnost od celků po detaily, v různých ročních dobách a klimatických stavech. Je třeba počítat s jejím doplňováním v dalších etapách.

5. Stavebněhistorický a historickotechnologický soubor průzkumů

Vypracování nebo aktualizace Standardního nedestruktivního SHP podle stávající metodiky, který bude v dalších fázích doplňován a zpřesňován detailnějšími poznatky umožněnými zejména zpřístupněním běžně nedostupných ploch lícového zdiva.

6. Restaurátorské průzkumy stavu kamene

Ustálený soubor postupů vyšetření a ohodnocení kamene z pohledu možných odborných intervenčních zásahů řešících následky degradačních procesů kamene nebo jednorázových devastačních činů, tak aby byla prodloužena životnost horninového materiálu nebo byly vyhodnoceny důvody pro jeho výměnu.

7. Přírodovědné, materiálové a technologické průzkumy

Zpracování rozsáhlého souboru průzkumů a analýz spolupodílejících se na diagnostice procesů odehrávajících se v tělese zdiva, v jeho dílčích partiích a v jednotlivých kamenných dílcích.

8. Stavebně–technické průzkumy

Průzkumy a analýzy vyšetřující stav lícového zdiva v širších souvislostech (statika stavby, vnější činitelé způsobující degradaci, atp.).

9. Rejstřík poškození

Zpracování komplexního výčtového katalogu zjištěných a dokumentovaných způsobů poškození lícového kvádrového zdiva.

F. 3. III. etapa – Projektová dokumentace

CÍL: Závazné technologické předpisy sloužící k provedení navržených prací a opatření.

1. Inventarizační katalog

Rejstřík poškození – podrobný katalog nejlépe jednotlivých kamenných dílců vytvořený pro potřeby ukládání poznatků ze stavebněhistorických, restaurátorských, přírodovědných, materiálových a stavebně–technických průzkumů a pro dlouhodobé sledování jejich stavu.

2. Stanovení technologicko–řemeslných postupů intervenčního zásahů

Návrh konkrétního řešení pro každý úsek stavby (optimálně pro každý kamenný dílec). Určení kritérií kvality pro jednotlivé úkony, celkový dojem a výsledek podstatně ovlivňuje úroveň zpracování detailů.

3. Materiálová specifikace

Specifikace veškerých nových materiálů, které budou použity při opravě a jejich vlastností; technické listy, certifikáty, výsledky laboratorních zkoušek a testů.

4. Harmonogram postupu prací a jejich logistické zajištění

Rozpis časové následnosti jednotlivých kroků, optimální etapizace zásahu, technologické přestávky, periody a zastoupení profesí u akcí průběžného hodnocení, tzv. kontrolních dnů. Provizorní zajištění v průběhu stavby, ochrana částečně rozebraných úseků (např. před přívalovým deštěm nebo i odcizením autentických prvků).

5. Soupis potřebných doplňujících a zpřesňujících průzkumů

Přehled analýz a průzkumů, které mohou být provedeny až v průběhu opravy; např. trasologické vyhodnocení opracování ložných ploch jednotlivých bloků nebo rozsah a stav skrytých spojovacích prvků či starších sanačních opatření.

F. 4. IV. etapa – Průběh stavby

CÍL: Průběžná kontrola a operativní reakce na zjištění učiněná během obnovy.

1. Výběr zhotovitele

Jeden z nejdůležitějších vlivů vůbec. Cena za provedené práce musí být přiměřená, nikoli nepřiměřeně stlačená. Nejnižší nabídková cena zpravidla bývá příčinou největších problémů vznikajících ať už při realizaci nebo po dokončení stavby.

2. Doplnkové průzkumy

V průběhu obnovy je třeba operativně reagovat na všechny významné nálezy a zjištění, které se ukáží až po instalaci lešení a také při částečném rozebírání zdiva. Jednotliví účastníci musí být na tyto skutečnosti předem připraveni.

3. Průběžné doplňování inventarizačního katalogu

Doplnění inventarizačního katalogu detailními poznatky z operativních a doplňkových stavebněhistorických, restaurátorských, přírodovědných, materiálových a stavebně-technických průzkumů. V optimálním případě vznikne informační systém využitelný ke sledování stavu objektu, jeho preventivní ochraně a při veškerých dalších intervencích.

4. Testování a případná modifikace předepsaných konkrétních postupů

Ověření kompatibility zvolených náhradních materiálů. Případné terénní zkoušky přímo na místě – např. drobné vzorky různých druhů povrchových úprav nebo barevných retuší.

5. Průběžná kontrola průběhu prací

Pravidelné i nepravidelné (operativní potřebou vyvolané) schůzky a setkání klíčových účastníků obnovy, tedy zástupců investora, projektanta a realizátora prací, případně specialistů, kteří se podíleli na dílčích analýzách.

6. Závěrečná zpráva a hodnocení

U restaurátorských akcí standardní součástí provedení prací, u ostatních neméně důležitý dokument sloužící pro archivaci a tedy umožňující budoucí sledování kvality a dlouhodobého účinku skutečně provedených opatření.

G. Souhrnný přehled kritérií

G. 1. Kritéria pro rozhodnutí o výměně prvku

1. Prokázání nevyhnutelnosti výměny z důvodu materiálové degradace
2. Výměna z důvodu nevhodného materiálu požitého pro starší opravu
3. Jiný důvod, např. vytvoření kapsy pro kotvící prvek (táhlo, lanová kotva) použitý při statickém zajištění stavby a její následné zakrytí

G. 2. Kritéria pro výběr náhradního kamene

4. Identifikace původního zdroje materiálu
5. Dostupnost materiálu z původního zdroje
6. Identifikace zdroje materiálu použitého pro opravy
7. Dostupnost materiálu použitého pro starší opravy
8. Míra shody navrženého náhradního kamene s původním materiálem
 - petrografické určení
 - struktura a barevnost
 - trvanlivost a způsob stárnutí
 - opracovatelnost

G. 3. Kritéria pro řemeslné opracování bloků

1. Způsob opracování lícových i skrytých ploch původních kamenných bloků
2. Způsob opracování lícových i skrytých ploch bloků použitých pro opravy

G. 4. Kritéria pro osazování náhradních kvádrů

1. Skládání zdiva bez použití malty, tzv. na sucho
2. Identifikace původního spojovacího materiálu a jeho potenciální vliv na stav a odolnost kamene
3. Identifikace spojovacího materiálu použitého pro starší opravy a jeho potenciální vliv na stav a odolnost kamene
4. Technologie nanášení a povrchové úpravy líce spáry u původního spojovacího materiálu

5. Technologie nanášení a povrchové úpravy líce spáry u spojovacího materiálu použitého pro starší opravy
6. Složení a vlastnosti spárovacích směsí navržených pro aktuální opravu
7. Technologie pro usazení do kapsy po odstraněném prvku
 - ztracené podložky, klínky
 - tlakové spárování
 - kotvení rozpínavou maltou

G. 5. Kritéria pro povrchové úpravy

1. Zjištěné stopy starších nátěrů nebo omítek
2. Zjištěné nechtěné změny barevnosti nebo kvality povrchu – např. popožárové zčervenání, zčernání dehtem, skvrny od tuků atp.
3. Záměrné starší úpravy zvyšující odolnost a trvanlivost lícové vrstvy
4. Zjištěné nebo předpokládané dřívější použití zpevňovacích látek – konsolidantů
5. Posouzení aktuální potřebné míry zásahů do povrchové vrstvy
 - výskyt krusty – stabilní, nestabilní
 - výskyt biofilmu – ochranná × destabilizační funkce
 - výskyt přirozené patiny
6. Posouzení vhodnosti, event. přijatelného rozsahu retuší a patinování

G. 6. Další kritéria

1. Použití břidlice nebo jiného materiálu jako izolační vrstvy
2. Výskyt pomocných spojovacích prvků (železo, dřevo, aj.)
3. Ohled na zjištěné pozůstatky kotvicích a zalévacích technik
4. Vliv vnitřních vrstev víceplášťového zdiva na lícové bloky kamene
5. Specifická kritéria pro kamenné zdi pod hladinou vody
6. Nutnost zohlednění dalších konstrukcí kotvených do líce, např. kovové zábradlí, okapové svody, hromosvody, apod.

Závěr

Na samý závěr je třeba říci, že předložená metodika nepředstavuje vyčerpávající návod, který by čtenáři za každých okolností zaručil úspěšný výsledek. V žádném případě nemůže nahradit systematické studium souvisejících témat ani zkušenosti, jaké se sbírají po dlouhá léta. Autoři nicméně doufají, že může přispět ke zlepšení péče o stavební díla minulosti tím, že nabízí pohled z perspektivy různých oborů lidské činnosti, a že nabízí přehled všech hlavních kroků, které by při opravě měly být učiněny tak, aby nic důležitého nebylo opomenuto.

V tomto ohledu příručka shrnuje otázky, s nimiž je třeba se vypořádat vždy, když při obnově památky nastane situace, kdy je potřeba provést částečnou opravu kamenného lícového zdiva výměnou jednotlivých kvádrů. Jednotlivé okruhy problémů souvisejících s výběrem a opracováním náhradního kamene by měly být diskutovány s vážností odpovídající tomu, že se dotýkáme věcí, do nichž se často po celá staletí postupně zapisovala řemeslná zručnost, konstrukční dovednost, stárnutí materiálu, používání staveb, ale třeba i živelné pohromy nebo proměny ovzduší.

Koneckonců se během řešení projektu, a to při studiu dostupných podkladů, při účasti na vzorových a dalších obnovách a zejména při návštěvách zahraničních kamenických hutí v Německu a ve Francii, autoři sami mnohokrát přesvědčili, že proces obnovy historických objektů nelze jednoduše „generalizovat“ a postupovat podle stejných kroků v případě různých objektů. Postup, který byl zvolen na jedné stavbě, nemusí být vždy vhodným postupem pro objekty jiné. Ze všech navštívených hutí lze v tomto ohledu uvést dva absolutně rozlišné postupy, které jednotlivé hutě uplatňují. V první řadě se jedná o kompletní výměnu horninových kvádrů katedrály v Soestu, kde vzhledem ke katastrofálnímu „havarijnímu“ stavu použitého horninového materiálu mnohdy hrozí samovolné opadávání částí horninových kvádrů a tím pádem dochází k ohrožení zdraví občanů. V tomto případě se pro výměnu pískovcových kvádrů nepoužívá původní horninový materiál, ostatně jeho použití nebylo ani uvažováno vzhledem k jeho špatné trvanlivosti a odolnosti vůči zvětrávacím procesům, ale byl zvolen jiný, odolnější typ pískovce i za cenu nerespektování vzhledové autenticity objektu. Zcela na opačné straně pak stojí kontinuální obnova katedrály ve Freiburgu, kde již dlouhá léta probíhá detailní monitoring jednotlivých horninových kvádrů. Každý opracovaný kvádr má svůj „záznam“ a je k němu přístupováno zcela individuálně. Postupy obnovy jsou v tomto případě voleny skutečně velmi obezřetně se snahou zachovat co nejvyšší možnou míru autenticity samotného zdiva a tím pádem i celé stavby.

Mohli bychom na tomto místě pokračovat uvedením mnoha dalších případů, kdy jsou postupy navzájem zcela odlišné, avšak všechny mají něco společného – vycházejí z „potřeb“ jednotlivých historických objektů a z technických, materiálových a lidských možností, které

jsou v daném místě k dispozici. Ke zdárnému výsledku dochází všude tam, kde se setkají odborníci z oblastí stavební geologie, památkové ochrany a řemeslné technologie, kteří ke společnému dílu přistupují se vzájemným respektem a zároveň i s nezbytnou úctou k dílu našich předků.

Doporučená literatura

KNIHY:

- Ashurst, J. – Ashurst, N. (1988): *Practical building conservation: English Heritage technical handbook. Volume 1, Stone masonry*, 100 s.
- Ashurst, J. – Dimes, F. G. (2011): *Conservation of Building and Decorative Stone*. Butterworth–Heinemann 1990; Elsevier 1998; Routledge New York 2011.
- Berends, G. – Janse, H. – Slinger, A. (1980): *Natuursteen in monumenten*. Zeist, 120 s.
- Dreesen, R. – Duser, M. – Doperé, F. (2001): *Atlas Natuursteen in Limburgse Monumenten. Geologie, beschrijving, herkomst en gebruik*, Hasselt, 294 s.
- Dubelaar, W. – Nijland, T. G. – Tolboom, H. J. (2007): *Utrecht in Steen. Historische bouwstenen in de binnenstad*. Utrecht, 192 s.
- Friedrich, K. (1932): *Die Steinbearbeitung, in ihrer Entwicklung vom 11. bis zum 18. Jahrhundert*. Augsburg, reprint Ulm 1988.
- Grimmer, A. E. (1984): *A Glossary of Historic Masonry Deterioration Problems and Preservation Treatments*, 65 s.
- Jundrovský, R. – Tichý, E. (2001): *Kamenictví, tradice z pohledu dneška*, Praha, 238 s.
- ICOMOS-ISCS (2008): *Monuments&Sites XV – Illustrated glossary on stone deterioration patterns / Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre*.
- ICOMOS-ISCS (2010): *Monuments&Sites XV – Illustrated glossary on stone deterioration patterns // Illustriertes Glossar der Verwitterungsformen von Naturstein*.
- Kiesewetter, A. – Kiesow, G., ed. (1997): *Naturwerkstein und Umweltschutz in der Denkmalpflege*. Ulm, 755 s.
- Morsbach, P. ed. (1990): *Der Dom zu Regensburg. Ausgrabung, Restaurierung, Forschung*. München–Zürich, 294 s.
- Parsons, D. (1991): Stone. In: Blair, J. – Ramsay, N. (ed.): *English Medieval Industries*, London, s. 1–28.
- Rybařík V. (1994): *Ušlechtilé stavební a sochařské kameny České republiky*. Nadace SPŠ kamenické a sochařské v Hořicích v Podkrkonoší, Hořice v Podkrkonoší, 218 s.
- Rybařík V. (2016): *Kamenná katedrála*. Česká geologická služba, Praha, 200 s.
- Sapin, Ch.(ed., 2000): *Archéologie et architecture d'un site monastique, V–XXe siècles. 10 ans de recherche à l'abbaye Saint-Germain d'Auxerre*. Auxerre, 493 s.
- Siegesmund, S. – Snethlage, R. (eds., 2011): *Stone in Architecture. Properties, Durability*. Springer Verlag, 552 s.
- Srový, B. (1956): *Kámen v architektuře a jeho povrchové úpravy*, SNTL, Praha. 208 s. Obnovené vydání 1984.
- Winkler, E. M. (1994): *Stone in Architecture, Properties, Durability*, Springer Verlag Berlin, Heidelberg.

ČLÁNKY:

- Alessandrini, G. – Balenci, P. – Pietramellara, C. – Tampone, G. – Vannucci, S. (1981): Investigation on the degradation of stone: X – Effects of finishing techniques on sandstones and marbles. In: Rossi–Manaresi R. (Ed.) *The conservation of stone II*. Centro per la conservazione delle sculture all'aperto, Bologna, s. 139–164.
- Arnošová, L. – Bláha, J. – Chamra, S. – Panáček, M.: The use of historical cartographic and iconographic sources in search of abandoned or forgotten stone quarries for construction purposes. In: *Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining*. Volume II of the 14th SGEM Conference Proceedings, Sofia 2014, s. 951–962.
- Balenci, P. – Pietramellara, C. – Tampone, G. – Vannucci, S. (1981): Investigation on the degradation of stone: XI - Historical research on the techniques of working. In: Rossi–Manaresi R. (Ed.) *The conservatiom of stone II*. Centro per la conservazione delle sculture all'aperto, Bologna, s. 165–195.
- Bessac, J. C. (1987): L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité a nos jours. In: *Revue archéologique de Narbonnaise*, Supplément 14, Paris.
- Bláha, J. – Chamra, S. – Panáček, M. – Rafl, T. (2013): Repair of the ashlar masonry battlements of Kost Castle within the Lapidarius Project. In: *Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining*. 13th SGEM Conference Proceedings, volume II, Sofia 2013, s. 325–332.
- Cihla, M. – Panáček, M. (2008): Úvod do problematiky středověkých technologických postupů opracování stavebního kamene, in: *Forum Urbes Medii Aevi VI*. Surovinová základna a její využití ve středověkém městě, Brno 2011, s. 4–25.
- Cihla, M. – Panáček, M. (2011): Technological, Structural and Historical Aspects of the Gothic Bridge at Roudnice nad Labem. In: *Archäologie der Brücken*, Regensburg 2011, s. 240–246.
- Doperé, F. (2009): La chronologie de la taille des pierres. Ses possibilités et ses limites dans l'archéologie du bâtiment, In: *Matériaux de l'architecture et toits de l'Europe*, Les dossiers de l'IPW 6, Namur.
- Ebelová, I. (2002): *Počátky organizace kameníků v rámci cechů stavebních řemesel*, in: *Kámen* 2002, roč. 8, č. 3, s. 17–21.
- Foerster, A. M.: (2010a): Building conservation philosophy for masonry repair: part 1 – "ethics", In: *Structural Survey*, Vol. 28 Iss: 2, s. 91–107.
- Foerster, A. M.: (2010b): Building conservation philosophy for masonry repair: part 2 – "principles", In: *Structural Survey*, Vol. 28 Iss: 3, s. 165–188.
- Hlobil I.: K původu opuky parléřovských děl v týdenních účtech katedrály sv. Víta. In: *Zprávy památkové péče* 1/1995, s. 202–204.
- Chotěbor, P. (1993): Opracování kamene v různých stavebních hutích působících na pražském hradě, in: *Archaeologia historica* 18/93, Brno, s. 347–357.

- Kovářová, K. – Bednarik, M. – Holzer, R. – Laho, M. (2011): Metodika výběru náhradního stavebního kamene pro účely rekonstrukce historických památek. In: Vorel, I. – Mansfeldová, A. – Kramářová Z. (eds.): *Člověk, stavba a územní plánování 5*. ČVUT v Praze, Praha, s. 166–176.
- Kráľová, E., (2008): K zásadám materiálovo–konštrukčného riešenia pri stavebnom zásahu na pamiatkovom fonde. In: *Monumentorum tutela. Ochrana pamiatok 19*. Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, Bratislava, s. 30–41.
- Laho, M. – Bednarik, M. – Holzer, R. – Wagner, P. (2009): Výber stavebného kameňa pre rekonštrukciu historických objektov. In: *Acta geologica Slovaca*, 1 (1), 2009, s. 9–14.
- Maxová, I. (2008): Silikátové materiály. In: *Péče o architektonické dědictví. Sborník prací II. díl*. Idea Servis Praha 2008, s. 11–109.
- Naturstein als Baumaterial (2007): *Jahrbuch für Hausforschung*, Band 52, Marburg.
- Paradise, Thomas R. – Turkington, Alice V. (2005): Sandstone weathering: a century of research and innovation. In: *Geomorphology* 67, s. 229–253.
- Pospíšil, P. (2008): Systémová analýza přírodního kamene ve stavebních konstrukcích. In: *Stavební konstrukce z pohledu geotechniky*. Akademické nakladatelství CERM, Brno, s. 141–146.
- Přikryl, R. ed., (2006): *Dimension Stone 2004 – New Perspectives for a Traditional Building Material*, Proceedings of the International Conference in Dimension Stone 2004, 14–17 June, Prague, Czech Republic.
- Přikryl, R. (2004): “New natural stone” for the reconstruction of Charles Bridge in Prague. In: Fort R. – Alvarez de Buergo, M. – Gomez-Heras, M. – Vazquez-Calvo, C. (Eds.) *Heritage, Weathering and Conservation*. Vol. 1., London 2004, s. 23–29.
- Rybařík, V. (2008): Kámen v historii stavby a oprav Karlova mostu v Praze. In: *Průzkumy památek 1/2008*, s. 143–149.
- Rybařík, V. (1994): Povaha a původ kamenů použitých v chrámu sv. Víta v Praze. In: *Zprávy památkové péče 1994*, s. 305–318.
- Storemyr, P. (2000): Attempt at Reopening Klungen Medieval Soapstone Quarry fo Modern Use at Nidaros Cathedral. In: *Report Raphael I Nidaros Cathedral Restoration*, Workshop Trondheim 2000.
- Török, Á. – Rozgonyi, N. – Přikryl, R. – Přikrylová, J. (2004): Leithakalk: the ornamental and building stone of Central Europe, an overview. In: Přikryl, R. (ed.) *Dimension Stone 2004*. London 2004, s. 89–93.
- Tupá, K. (2012): Restaurátorský průzkum podle zákona o státní památkové péči. In: *Restaurování a ochrana uměleckých děl 2012*. Sborník z konference ArteFakt, Kutná Hora 2012, s. 10–11.

STUDENTSKÉ PRÁCE:

- Béna, P. (2007): *Historické kamenosochařské techniky v Čechách*. Bakalářská práce, Univerzita Pardubice 2007, 52 s.
- Rejman, P. (2006): *Vliv hydrofobizačních prostředků na vlastnosti kamenných objektů zatížených vzlínající vlhkostí a vodorozpustnými solemi*. Bakalářská práce, Univerzita Pardubice 2006, 87 s.
- Šinálková, V. (2010): *Degradace maletínského a mladějovského pískovce na historických objektech Olomoucka*. Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci 2010, 74 s.
- Šinálková, V. (2012): *Pískovce na historických objektech Olomouce*. Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci 2010, 87 s.

OSTATNÍ:

- Hrubá, I. (2008). *Európske technické normy v oblasti ochrany pamiatok*. In: *Monumentorum tutela. Ochrana pamiatok 19*. Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, Bratislava, s. 16–21.