

B. Metodika princípov rozhodovania Pamiatkového úradu SR  
vo veciach stavebnotechnického /alebo reštaurátorského/ zásahu

časť 11.  
Súčasná požiadavka na výstavbu

Vypracoval:  
Jan Vlnář

# Statika, technické normy a sanácie

Zabezpečenie statickej  
funkcie pri zachovaní  
autenticity



---

---

# OBSAH

|           |                                                                                  |           |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>ÚVOD.....</b>                                                                 | <b>3</b>  |
| 1.1.      | CIELE METODIKY A PREDPOKLADY ICH NAPLNENIA .....                                 | 3         |
| 1.2.      | PREDMET A TERMINOLÓGIA.....                                                      | 4         |
| 1.3.      | VÝSTUPY A FORMA SPRACOVANIA .....                                                | 4         |
| <b>2.</b> | <b>MATERIÁLY, TECHNOLOGIE, NOSNÉ KONŠTRUKCIE<br/>HISTORICKÝCH STAVIEB.....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1.      | MURIVO.....                                                                      | 5         |
| 2.2.      | MALTY .....                                                                      | 5         |
| 2.3.      | MECHANICKÉ VLASTNOSTI MURIVA .....                                               | 7         |
| 2.4.      | MUROVANÉ KONŠTRUKCIE.....                                                        | 9         |
| 2.5.      | KLENBA.....                                                                      | 21        |
| 2.6.      | MUROVANÉ MOSTY .....                                                             | 28        |
| 2.7.      | ZÁKLADY.....                                                                     | 30        |
| 2.8.      | DREVENÉ KONŠTRUKCIE.....                                                         | 34        |
| 2.9.      | NOSNÍKY A STROPY Z INÝCH MATERIÁLOV .....                                        | 44        |
| 2.10.     | PRIEČKY .....                                                                    | 47        |
| 2.11.     | NOVODOBÉ PAMIAŤKOVO CHRÁNENÉ STAVBY .....                                        | 49        |
| 2.12.     | PROVIZORNÉ A POMOCNÉ KONŠTRUKCIE.....                                            | 50        |
| <b>3.</b> | <b>LEGISLATÍVA A SÚČASNÉ TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA<br/>VÝSTAVBU.....</b>           | <b>52</b> |
| 3.1.      | ČESKOSLOVENSKÉ (ČESKOMORAVSKÉ) ŠTÁTNE NORMY .....                                | 52        |
| 3.2.      | METODICKÉ PODKLADY.....                                                          | 52        |
| <b>4.</b> | <b>STÁTNÍ ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE (SÚPP)/NÁRODNÍ<br/>PAMÁTKOVÝ ÚSTAV (NPÚ).....</b> | <b>53</b> |
| <b>5.</b> | <b>ODPORÚČANÁ LITERATÚRA.....</b>                                                | <b>54</b> |
| <b>6.</b> | <b>ZDROJE FOTOGRAFICKEJ A OBRAZOVEJ PRÍLOHY.....</b>                             | <b>59</b> |
| <b>7.</b> | <b>ZOZNAM PRÍLOH .....</b>                                                       | <b>62</b> |

# 1. ÚVOD

Kvalifikované posudzovanie nosných konštrukcií, ktoré tvoria podstatnú časť hmoty historickej stavby a sú významnou časťou pamiatkových hodnôt, je obzvlášť dôležité.

Pri nosných konštrukciách historických stavieb je prvotná ich priestorotvorná funkcia (vytvorenie a uzavretie objemu stavby, dispozičné riešenie a splnenie požiadaviek na účel stavby). Okrem toho majú nosné konštrukcie historických stavieb takmer vždy aj funkciu architektonickú, estetickú a izolačnú (tepelnú, zvukovo a proti vlhkosti). Tieto funkcie naplňujú aj povrchy nosných konštrukcií. Pre historické stavby je charakteristické úzke prepojenie a spolupôsobenie všetkých konštrukcií a neoddeliteľnosť ich funkcií.

Preto je nutné každú historickú stavbu a jej funkcie posudzovať ako celok.

Táto charakteristika zásadne odlišuje historické stavby od stavieb novodobých, ktoré vznikli v dobe industriálnej výroby materiálov, prvkov a konštrukcií a sú navrhnuté na základe moderných vedeckých metód. Podstatou industrializácie je ekonómia výroby, navrhovania a stavby, čoho dôsledkom je stále väčšia špecializácia odborov a vymedzovanie funkcií jednotlivých konštrukcií. Nosné konštrukcie sa stále viac oddeľujú od povrchov a izolácií, architektonický výraz vytvárajú raz materiály, raz samostatné dekoratívne prvky, raz voľná priestorová tvorba architekta a iba ojedinele je to statické riešenie nosnej konštrukcie (prípadne polemika so statickými princípmi).

Z vyššie uvedeného vyplýva, že pamiatkovú hodnotu môže mať každá konštrukcia (aj jej funkcia).

Súčasná ochrana pamiatkového fondu sa sústreďuje nielen na architektonické a umelecké hodnoty, ale aj remeselné, technické a technologické kvality. Preto musí byť každý zásah do nosných konštrukcií pamiatky podložený dôkladným odborným a overiteľným prieskumom konštrukcií, ich stavu, porúch a príčin porúch.

Oprava alebo obnova musí vychádzať z kvalifikovaného a zdôvodneného posúdenia a návrhu, musí byť obmedzená len na zásahy nevyhnutne potrebné, musí voliť overené metódy a technológie, ktoré nebudú mať negatívne dôsledky na stavbu, ktorých trvanlivosť zodpovedá požadovanej životnosti pamiatky, a ktoré sú obnoviteľné. Dodržanie uvedených zásad obvykle vedie k ekonomickému riešeniu opravy/obnovy, a preto by sa malo uplatniť aj pri historických stavbách, ktoré nie sú chránené. Starostlivosť o stavebné pamiatky je komplexná činnosť, ktorá vyžaduje úzku spoluprácu špecialistov mnohých odborov.

Technológie, materiály a konštrukcia historických stavieb sa často výrazne líšia od technológií, ktoré využíva súčasné stavitelstvo. Na odborných a vysokých školách sa stavitelstvo historických stavieb vyučuje len v obmedzenej miere, kvalitná odborná literatúra

nepokrýva historické nosné konštrukcie v potrebnej úplnosti.

Kvôli nedostatku koncepčného materiálu a podkladov sa problematika nosných konštrukcií v praxi rieši často improvizovane a neprimerane a predkladané riešenia príliš závisia na individuálnom prístupe a erudovanosti navrhovateľa.

Nepriaznivý vplyv doteraz majú niektoré skôr využívané novodobé technológie, ktoré sa neosvedčili a dnes sú už v pamiatkovej praxi neprípustné.

Značný vplyv na stavebné firmy, projektantov aj investorov má masívny tlak reklamy stavebných výrobkov a technológií vyvinutých pre súčasné stavitelstvo, ktorých výrobcovia chcú preniknúť aj do oblasti obnovy historických stavieb. Dôsledkom týchto vplyvov býva využívanie technológií, ktoré nie sú overené, a ktoré môžu pri historických stavbách spôsobiť nezvratné škody. Trvajúci trend neodborného prístupu potvrdzujú opakované prípady nekvalifikovaných návrhov a realizovaných nepriaznivých zásahov do nosných konštrukcií pamiatok.

Návrh metodiky vychádza z dokumentu ICOMOS<sup>1</sup> a aplikuje princípy, ktoré tento dokument predkladá.

## 1.1. CIELE METODIKY A PREDPOKLADY ICH NAPLNENIA

1. Cieľom metodiky je zabezpečiť to, aby údržba, konzervácia, oprava, obnova a stavebné úpravy nosných konštrukcií chránenej stavby boli navrhnuté a vykonané len v rozsahu, ktorého nevyhnutnosť je preukázaná a neznížia jej pamiatkovú hodnotu. Na prípravu a spracovanie dokumentácie pre stavebné zásahy do pamiatkovo chránených objektov je preto nutné klásť podstatne vyššie nároky, než je to v prípade ostatných stavieb.
2. Nevyhnutným podkladom pre uspokojivé riešenie je kvalifikovaný komplexný prieskum a jeho analýza, určenie stavu pamiatky a určenie príčin defektov a porúch.
3. Návrh musí byť spracovaný tak, aby bolo možné jeho posúdenie a overenie východísk. Posúdenie návrhu zvykne byť zanedbávané, pretože nie sú k dispozícii písomné, koncepčné a metodické návody a postupy.
4. Pri realizácii sa musia uplatniť iba postupy a technológie určené projektom a schválené príslušnými orgánmi štátnej správy. Je prípustné využívať len overené stavebné materiály a technológie.
5. Realizácia stavby musí prebiehať pod dozorom investora, projektanta a príslušných orgánov štátnej správy.

<sup>1</sup> Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage. Zimbabwe: ICOMOS, 2003.

Metodika je určená pre zamestnancov pamiatkovej starostlivosti, skúsených aj začínajúcich, projektantov, stavebné firmy, investorov a správcov pamiatkových objektov a orgány štátnej správy a samosprávy.

Z princípov uvedených v tejto metodike je účelné vychádzať aj pri posudzovaní, opravách a stavebných úpravách historických objektov, ktoré nie sú pamiatkovo chránené.

## 1. 2. PREDMET A TERMINOLÓGIA

Časť metodiky Pamiatkového úradu Slovenskej republiky (ďalej len „Pamiatkový úrad SR“) *Statika, technické normy a sanácie* sa zaoberá nosnými konštrukciami historických stavieb z hľadiska ich statickej funkcie (únosnosti, deformáciami, stabilitou), ostatným funkciám a charakteristikám nosných konštrukcií (typológií, technológií, využívanej funkcií, histórii, pamiatkovej hodnote a pod.) sa venujú ďalšie časti metodiky Pamiatkového úradu SR, na ktoré je v texte odkazované.

Pre účel metodiky vymedzíme pojem „*historické stavby*“ (v užšom zmysle) – tým rozumieme stavby budované remeselným spôsobom približne do konca 19. storočia, pri opravách ktorých je žiaduce využívať autentické metódy a materiály (teda tie, ktoré zodpovedajú dobe ich vzniku a stavebného vývoja).

Súčasnou pamiatkového fondu je samozrejme tiež množstvo stavieb postavených v dobe industriálnej (v 19. a 20. storočí), ktoré využívajú priemyselne vyrábané nové materiály (liatinu, oceľ, železobetón, sklo, konglomeráty a materiály syntetické). Pre tieto stavby používame v metodike označenie „*novodobé stavby*“. Tiež pri opravách stavieb novodobých by mali byť využívané autentické (zodpovedajúce dobe vzniku) materiály a technológie.

Nosné konštrukcie zaisťujú statickú funkciu stavby, t. j. odolnosť voči statickým a dynamickým zaťaženiam a prenos síl medzi spolupôsobiacimi nosnými konštrukciami a do základov. Funkciu nosných konštrukcií historických stavieb majú predovšetkým:<sup>2</sup>

- stĺpy, piliere,
- steny,
  - murované (ďalšie delenie podľa druhu muriva),
  - hrazdené (ďalšie delenie podľa výplne),
  - stĺpkové,
  - zrubové,
- preklady, záklenky (ďalšie delenie podľa konštrukcie a materiálu),
- stropy, prievlaky (ďalšie delenie podľa konštrukcie a materiálu),
- stužujúce konštrukcie (vence, tiahla, oporné piliere, oporné oblúky),
- klenby, klenuté pásy (ďalšie delenie podľa konštrukcie a materiálu),
- schodiská, rampy, arkiere, balkóny, pavlače,
- krovky a konštrukcie striech (ďalšie delenie podľa konštrukcie a materiálu),
- základy (ďalšie delenie podľa konštrukcie),
- ohradné a oporné steny, opevnenie, pevnostné stavby,
- nosné konštrukcie dopravných stavieb (mosty, cesty, tunely),
- nosné konštrukcie vodných stavieb,
- podzemné stavby,
- lešenia, provizórne zaistenie.

2 V prípade nosných konštrukcií historických budov nie je praktické použiť rozdelenie na zvislé a vodorovné konštrukcie ako v prípade moderných budov.

## Definícia niektorých pojmov pre účely metodiky:

- pôvodná technológia/konštrukcia = ktorá je (alebo bola) najstaršia,
- autentická technológia/konštrukcia = ktorá je súčasťou stavebného vývoja pamiatky,
- tradičná technológia/konštrukcia – tento pojem je neurčitý, jeho použitie v rámci ochrany pamiatkového fondu neodporúčame,
- architekt = projektant zodpovedný za celú stavbu,
- statik = projektant zodpovedný za nosné konštrukcie.

Pri pamiatkovo chránených stavbách je úzka spolupráca architekta a statika bezpodmienečne nutná.

V texte je pre označenie silového účinku „hmotnosti“ použitý niekedy termín „váha“ (ktorý je zrozumiteľný i pre netechnikov) namiesto korektného „ťaž“.<sup>3</sup>

## 1. 3. VÝSTUPY A FORMA SPRACOVANIA

Metodika pozostáva z hlavného textu, ktorý je ďalej doplnený prílohami v počte 8,<sup>4</sup> ktoré hlavný text dopĺňajú a rozvíjajú načrtnutý kontext.<sup>5</sup> Text bol preložený z českého jazyka a v prípade potreby doplnený o slovenský kontext a legislatívne špecifiká. V metodike je definovaná charakteristika a vlastnosti historických stavebných materiálov, dokumentované funkcie nosných konštrukcií a konštrukčných systémov historických budov, typické poruchy nosných konštrukcií a ich príčiny. Je uvedený prehľad najdôležitejších tradičných aj novodobých spôsobov opravy a zosilňovania nosných konštrukcií. Na základe analýzy typických konštrukcií a konkrétnych riešení sú odporúčané postupy, ktoré by mali byť využívané pri ochrane, údržbe a obnove pamiatky. Tento text je ďalej doplnený prílohami (2 – 7).<sup>6</sup>

Pre jednoduchšiu orientáciu sú dôležité zásady vyznačené tučným písmom. Zásady, ktoré je treba pri opravách/obnove stavebných pamiatok dodržiavať, sú veľmi dôležité, preto nebolo možné sa v kapitolách venovaných jednotlivým konštrukciám vyhnúť opakovaniu. Kapitoly, ktoré sa zaoberajú súvisiacimi témami, sú prepojené vzájomnými odkazmi. Fyzikálne vlastnosti, parametre materiálov a konštrukcií a ustanovenia noriem sú charakterizované všeobecne platnými princípmi, konkrétne hodnoty a odkazy na normy nie sú uvedené. Dôvodom je okolnosť, že dochádza k aktualizáciám a zmenám. Metodika nenahrádza normy ani učebnice.

3 V angličtine sa „váha“ a „ťaž“ nerozlišuje, pre oba pojmy sa využíva výraz „weight“.

4 Príloha č. 1. *Príprava a realizácia opravy a stavebných zásahů do nosných konštrukcií památkově chráněných staveb* vychádza z metodiky: Požiadavky na predprojektovú a projektovú prípravu, v ktorej je odporúčaný osvedčený postup prípravy a realizácie obnovy pamiatky. V prílohe je zdôraznená dôležitosť prieskumu nosných konštrukcií pamiatkovo chránených stavieb; uvedený nutný obsah, rozsah a forma prieskumov; nevyhnutnosť analýzy príčin porúch; odporúčaný spôsob predkladania, posudzovania a schvaľovania stavebnotechnickej koncepcie a návrhov každého stavebného zásahu. Je formulovaný vzťah statického riešenia k súvisiacim odborom (ochrana proti vlhkosti, technológie materiálov, napadnutie a ochrana dreva, geológia, reštaurovanie a pod.) a k doteraz spracovaným metodikám. V prílohe č. 8. *Historická stavba a jej nosné konštrukcie* je charakterizovaná historická stavba ako celok, je doporučený spôsob, postup a určenie priorit riešenia návrhu a realizácie obnovy nosných konštrukcií. Viac pozri v: Príloha č. 1. *Príprava a realizácia opravy a stavebných zásahů do nosných konštrukcií památkově chráněných staveb*; Požiadavky na predprojektovú a projektovú prípravu; Príloha č. 8. *Historická stavba a jej nosné konštrukcie*.

5 Metodika vychádza z textu, ktorý vydal Národní památkový ústav v Českej republike: VINÁŘ, J. *Metodika oprav nosných konštrukcií památkově chráněných objektů. Zajištění statické funkce při zachování autenticity* [online]. Praha: NPÚ, 2022 [cit. 5. septembra 2023]. ISBN 978-80-7480-175-4. Dostupné na: [www.npu.cz/publikace/metodika-oprav-nosnych-konstrukci-pamatkově-chráněných-objektu.pdf](https://www.npu.cz/publikace/metodika-oprav-nosnych-konstrukci-pamatkově-chráněných-objektu.pdf). Text je voľne šíriteľný.

6 Viac pozri v: *Zoznam príloh*.

## 2. MATERIÁLY, TECHNOLOGIE, NOSNÉ KONŠTRUKCIE HISTORICKÝCH STAVIEB

Do 19. storočia sa pre nosné konštrukcie využívali najmä tieto materiály: kameň, hlina, tehly (pálené, nepálené), malta, murivo, vápno, sadra, hydraulické prísady, drevo. Kovy (železo, meď, bronz, olovo) iba obmedzene (na spoje, tiahla, krytiny). Výrobu liatiny a neskôr ocele uľahčilo využitie uhlia ako zdroja energie.

Historické materiály dobre odolávajú tlaku. Ťahom je možno namáhať iba drevo a kovy (prípadne rastlinné materiály – rákos, slamu, pletivo) a v novodobých stavbách železobetón.

► Obr. 1. Porovnanie pevnosti historických stavebných materiálov.



►► Obr. 2 a, b. Nepriaznivé pôsobenie cementových mált v konštrukciách vystavených poveternostným podmienkam; Jihlava, Hněvín.

nepriedušným škárovaním alebo omietkou, hromadí sa za lícom vlhkosť, ktorá vylúhuje spojivo z pôvodnej malty a niekedy narúša aj stavivo. Dochádza k objemovým zmenám (aj k mrznutiu) v póroch vlhkého muriva. Dôsledkom je postupná degradácia omietok, mált a staviva a odtrhnutie líca. Porušované je murivo vo vonkajšej expozícii, najmä pri oporných múroch, ale tiež pri múroch ohradných, ktorých korunou do muriva preniká zrážková voda. Koruna krytá monolitickým cementovým poterom alebo vyškárovaná cementovou maltou pred prenikaním vody do muriva nechráni, pretože pri tvrdnutí vznikajú v cementovej malte drobné trhlinky, v ktorých kapilárne sily udržiavajú zrážkovú vlhkosť, prípadne vlhkosť z rosného bodu. Nepriaznivé pôsobenie cementových mált v konštrukciách vystavených poveternostným vplyvom sa prejavilo až asi po 50 rokoch, keď spôsobené škody boli už zjavne viditeľné.



### 2.1. MURIVO

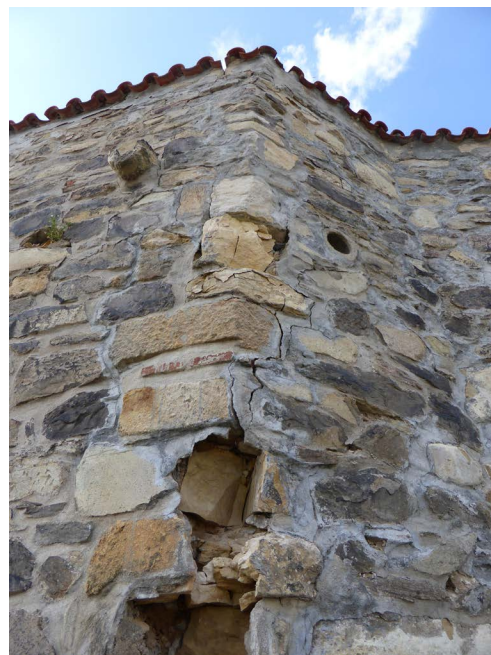
Murivo je konštrukcia tvorená stavivom (kameňom, tehliami) spojeným maltou. Malta je zmes plniva (najčastejšie piesku), spojiva a vody, ktorá po stvrdnutí dodá murivu pevnosť. Suché murivo je murivo bez malty.

Vlastnosti muriva určuje materiál a druh staviva, zloženie malty a podstatným spôsobom aj väzba muriva, ktorá závisí od veľkosti, tvaru a spôsobu opracovania staviva (viac pozri v: [Murované konštrukcie](#)).

### 2.2. MALTY

Prevládajúcim spojivom stavieb vysokej architektúry a stavieb, ktoré mali mať dlhú životnosť, bolo vápno. Vápno pálené v milieroch má určitú hydraulicitu, ktorá je daná vypálením silikátov a hlinitanov, ktoré sú obsiahnuté v znečistenom vápenci nad hranicu spekania. K tomu môže dôjsť pri nerovnomernej teplote pálenia. Do malty sa pridávali prísady, ktoré dávali malte hydraulické vlastnosti, napríklad tehlová drvina, železiarska alebo sklárska troska. V malte výplňového muriva pražského Karlovho mosta bola zistená opuková drvina.

Od začiatku 20. storočia až do 70. rokov 20. storočia sa pri opravách historických budov bežne používali cementové malty, ktoré sa okrem vysokej pevnosti vyznačujú malou priedušnosťou. Tieto vlastnosti môžu pri stavbách vo vlhkom prostredí, ktoré je pri historických stavbách bežné, spôsobiť vážne poruchy. Keď je vonkajší povrch muriva utesnený

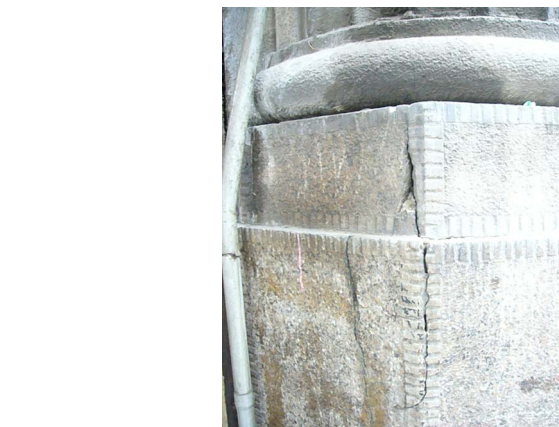


V posledných rokoch sa prejavuje starnutie tzv. ušľachtilých omietok, ktorými sa v predvojnovnej dobe často ošetrovali fasády. Pokiaľ tieto omietky nemali dilatčné škáry, vznikla v nich sieť drobných trhliniek, ktoré vzhľad príliš nenarušovali. Avšak pokiaľ stavba nie je udržiavaná, do týchto trhliniek sa môže dostať vzliňajúca alebo zrážková voda, v dôsledku čoho dochádza k degradácii a odtrhávaniu omietky.

► Obr. 3 a, b. Starnutie tzv. ušľachtilých (cementových) omietok; vodojem Poděbrady; palác Lucerna, 20. storočie.



►► Obr. 4. Klenba z lomového kameňa, murovaná bez podpory na sadrovú maltu; Alqosh, Irak.



►► Obr. 5 a, b. Murovanie alebo inštalácia stavebných prvkov na polyuretánovej pene nie je v NKP prípustná. Dôvodom je nepreukázaná životnosť a použitie neautentickej technológie. V uvedených príkladoch boli zmenené detaily osadenia okien, narušená architektúra fasády a zmenšená plocha zasklenia, 21. storočie; Praha Malešice, Lenešice.

Pri navrhovaní a realizácii opráv historických stavieb, ktoré sú často vystavené pôsobeniu vlhkosti, treba počítať s vlastnosťami historických mált, ale aj mált cementových, ktoré boli uplatnené pri opravách v priebehu 20. storočia.

Preto je potrebné na základe posúdenia charakteru stavby a vonkajších podmienok, ktoré ju ovplyvňujú, zvažovať voľbu vhodného materiálu pre maltu a omietky. Pri stavbe, ktorá je vlhká, je nutné použiť hydraulickú maltu, ktorá zaisťuje dostatočnú pevnosť, ale zároveň nebude brániť odvetraniu vlhkosti z muriva. Riešením sú vápenné malty s hydraulickou zložkou, ktorá sa volí podľa zloženia pôvodných materiálov a vonkajších podmienok stavby. K dispozícii je široký sortiment materiálov, preto je pri ich výbere vhodné spolupracovať so špecializovaným technologom alebo využiť overené materiály skúseného zhotoviteľa.<sup>7</sup> Je však nutné počítať s tým, že nastavené vápenné malty majú menšiu trvanlivosť ako cementové malty, preto je nutná pravidelná údržba stavby.

Pri vidieckych stavbách a pri stavbách účelových sa bežne používala hlinená malta z ílovej zeminy, ktorej ložiská boli v každej dedine. Kvalita hlinenej

malty sa vylepšovala prímесou štrku, piesku, vápna. Na zvýšenie pevnosti v ťahu (najmä pri mazanine) sa pridávali organické prímеси, napríklad rezanka, pazderie, zvieracie chlpy. Pri opravách týchto stavieb je najvhodnejším riešením použiť maltu rovnakého zloženia – materiály sú obvykle dostupné v mieste.

Výhodou sadrových murovacích mált, ktoré boli bežné v niektorých oblastiach,<sup>8</sup> bolo rýchle tvrdnutie, ktoré sa využívalo pri klenutí z ruky.



V súčasnej dobe sa používa široká škála prísad, ktoré zlepšujú vlastnosti mált. Existujú špeciálne malty, ktoré sú inzerované ako vhodné na opravy historických stavieb.

Pri opravách národných kultúrnych pamiatok (ďalej len „NKP“) sú prípustné iba materiály, ktoré danému použitiu vyhovujú a ktorých vlastnosti sú preukázateľne overené.

Materiály na báze umelých hmôt, ktoré súčasné stavebníctvo používa aj na murovanie, napríklad polyuretánová pena, sú pri obnove NKP neprípustné.

Viac pozri v: [Murované konštrukcie, Omietky a fasádne farby, Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry.](#)



<sup>7</sup> Súčasnú možnosť stavbárskej výroby a použitia priemyselne vyrábaných vápenných zmesí pozri napr.: *Sanace budov proti nadměrné vlhkosti, svazek 19, 1/2017*. Praha: STOP, 2017; ŠIMÚNKOVÁ, E., KUČEROVÁ, I. *Dřevo*. Praha: STOP, 2008; *Technologie, které se v památkové péči neosvědčily, odborný seminář STOP, 15. listopadu 2012*. Praha: STOP, 2012.

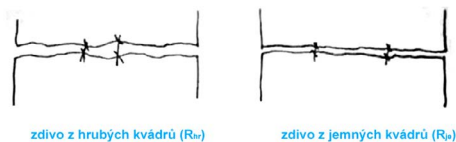
<sup>8</sup> Napríklad katalánska klenba.

## 2.3. MECHANICKÉ VLASTNOSTI MURIVA

### PEVNOST

Mechanické vlastnosti muriva určuje nielen pevnosť staviva a malty, ale predovšetkým väzba, ktorá je daná tvarom a veľkosťou staviva, opracovaním jeho ložných a styčných plôch a dôkladnosťou previazania. Vzhľadom na to, že pevnosť malty je rádovo menšia ako pevnosť staviva, je veľmi dôležitá hrúbka škáry. Pevnosť staviva sa najlepšie využije,

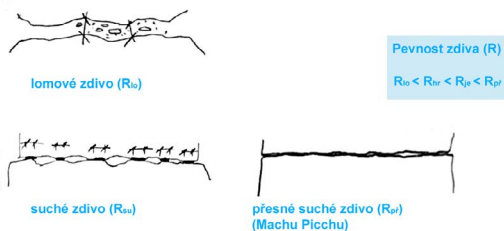
► Obr. 6. Závislosť pevnosti muriva na opracovaní ložnej plochy a hrúbky škáry.



zdvo z hrubých kvádrov ( $R_m$ )

zdvo z jemných kvádrov ( $R_n$ )

►► Obr. 8. Porušenie pevného kameňa šmykom v lomovom murive s nepravidelnými škárami; Zlenice.



lomové zdvo ( $R_{lo}$ )

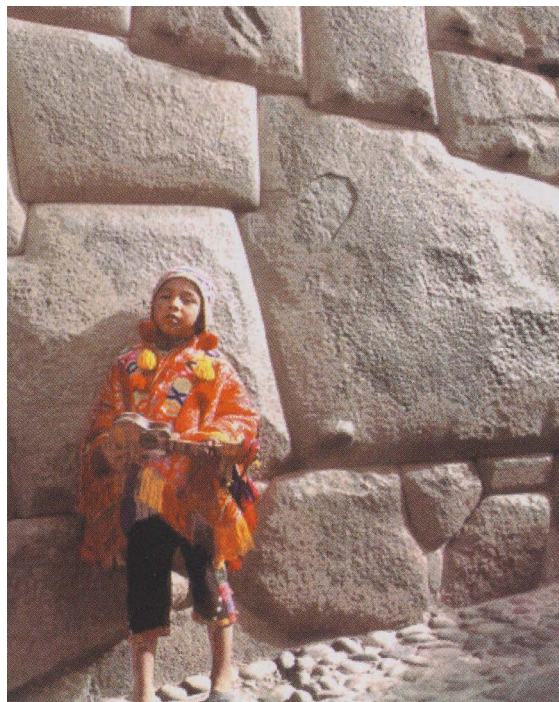
suché zdvo ( $R_{su}$ )

presné suché zdvo ( $R_{pr}$ ) (Machu Picchu)

Pevnosť zdvia ( $R$ )  
 $R_{lo} < R_m < R_n < R_{pr}$

keď je škára čo najtenšia – preto je výhodné suché murivo, kde dosadajú plochy staviva priamo na seba. Tento princíp sa uplatnil pri presne opracovaných plochách kameňa monumentálnych stavieb, je to tiež dôvod ich mimoriadnej trvanlivosti.

► Obr. 7. Presné suché murivo; Chavin de Huantar, Peru, 1200 pr. n. l.



Najvyššiu pevnosť je možné doceliť pri kamenárskom murive (tzn. kamenár otesáva jednotlivé kvádre na mieru pre určité miesto v murive) z veľkých presne opracovaných kamenných kvádrov murovaných na tenkú škáru. V tomto prípade sa môže uplatniť kameň vysokej pevnosti (pri rozmerných kvádroch je vysoká pevnosť kameňa nutná). Využitie celej ložnej plochy a pevnosti kameňa sa pri exponovaných kamenných prvkoch (gotické fiály) dosahuje osadením na tenkú škáru, ktorá sa zaleje olovom.

Pevnosť muriva závisí od týchto faktorov (spravidla v uvedenom poradí):

- väzba staviva,
- tvar a veľkosť staviva,
- presnosť opracovania ložnej plochy,
- hrúbka ložnej škáry,
- pevnosť malty,
- pevnosť staviva.

Pri murive z presných kvádrov je pevnosť v tlaku niekoľkonásobne vyššia ako pri murive lomovom – dôvodom je práve menší vplyv malty a malá hrúbka ložnej škáry. Pri murive lomovom musí mať škára takú hrúbku, aby bol zaistený rovnomerný prenos zaťaženia z jedného kameňa na druhý. Pokiaľ nie je pri murive z nepravidelného kameňa hrúbka škáry dostatočná, vznikne v škáre sústredené zaťaženie, ktoré môže porušiť aj veľmi pevný kameň šmykom.



Z porovnania tabuľkových hodnôt je zrejmé, že pri lomovom murive nie sú podstatnejšie rozdiely v pevnosti muriva z kvalitného alebo menej kvalitného kameňa. Rovnako rozdiely v pevnosti malty ovplyvnia pevnosť lomového muriva len obmedzene.

Spôľahlivejší podklad na zistenie pevnosti môžu poskytnúť skúšky staviva a malty iba v prípade muriva kvádrového a tehlového. Kvádrové murivo starších stavieb má však často jadro z muriva lomového, takže mechanické skúšky nám pomôžu iba pri posudzovaní stavieb, ktoré sú z kvádrov vymurované v celej hrúbke muriva.

► Obr. 9 a, b.  
Pevnost kamenného  
muriva podľa staršej  
normy.

Tab. 2B. VÝPOČTOVÉ PEVNOSTI KAMENNÉHO ZDIVA V DOSTŘEDNÉM A MIMOSTŘEDNÉM TLAKU (v MPa) PŘI PORUŠENÍ ZDIVA V KUSOVÝCH STAVIVECH NEBO VE SPÁRÁCH.

| Zdivo   | Výška<br>jedné ložné<br>vrstvy<br>$h_1$                                                                                                                                               | Pevnostní<br>značka<br>kamene <sup>1B)</sup> | Výpočtové pevnosti zdiva na maltu označenou<br>podle ČSN 72 2430 <sup>2B)</sup> | 15   | 10 | 5    | 2,5  | 1    | 0,4 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|----|------|------|------|-----|---|--|--|--|--|--|--|--|
|         |                                                                                                                                                                                       |                                              | MPa                                                                             |      |    |      |      |      |     |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       |                                              |                                                                                 |      |    |      |      |      |     |   |  |  |  |  |  |  |  |
| 1       | 2                                                                                                                                                                                     | 3                                            | 4                                                                               | 5    | 6  | 7    | 8    | 9    | 10  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| kamenné | Z jemných kvádrů podle<br>ČSN 73 2310 s ložnými<br>plochami pemřovanými<br>(stupeň 131 podle ON<br>72 1805, výška hrbolek<br>nejvýše 3 mm) <sup>3B)</sup>                             | 110                                          |                                                                                 | 13,8 |    | 13,3 | 12,3 | 10,9 | 9,4 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 80                                           |                                                                                 | 11,4 |    | 10,9 | 9,9  | 8,6  | 7,3 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 40                                           |                                                                                 | 6,5  |    | 6,2  | 5,7  | 5,1  | 4,4 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 20                                           |                                                                                 | 3,6  |    | 3,4  | 3,1  | 2,8  | 2,3 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 10                                           |                                                                                 | 2,1  |    | 2,0  | 1,8  | 1,6  | 1,3 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       |                                              |                                                                                 |      |    |      |      |      |     |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 110                                          |                                                                                 | 11,0 |    | 10,6 | 9,8  | 8,7  | 7,5 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 80                                           |                                                                                 | 9,1  |    | 8,7  | 7,9  | 6,9  | 5,8 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 40                                           |                                                                                 | 5,2  |    | 5,0  | 4,6  | 4,1  | 3,5 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 20                                           |                                                                                 | 2,9  |    | 2,7  | 2,5  | 2,2  | 1,8 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 10                                           |                                                                                 | 1,7  |    | 1,6  | 1,4  | 1,3  | 1,0 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       |                                              |                                                                                 |      |    |      |      |      |     |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         | Z hrubých a čistých kvá-<br>drů podle ČSN 73 2310<br>s ložnými plochami čistě<br>špicovanými (stupeň 091<br>podle ON 72 1805, hloub-<br>ka prohlubni nejvýše<br>15 mm) <sup>3B)</sup> | 110                                          |                                                                                 | 9,7  |    | 9,3  | 8,6  | 7,6  | 6,6 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 80                                           |                                                                                 | 8,0  |    | 7,6  | 6,9  | 6,0  | 5,1 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 40                                           |                                                                                 | 4,6  |    | 4,3  | 4,0  | 3,6  | 3,1 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 20                                           |                                                                                 | 2,5  |    | 2,4  | 2,2  | 2,0  | 1,6 |   |  |  |  |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                       | 10                                           |                                                                                 | 1,5  |    | 1,4  | 1,3  | 1,1  | 0,9 |   |  |  |  |  |  |  |  |

Pokračování

ČSN 73 1101 - Značka b

10,0 5,0 95 1 0,1 0,1

Tab. 2B — pokračování

| 1                                                 | 2           | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    | 10  |
|---------------------------------------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| Řádkové <sup>4B)</sup> čisté<br>podle ČSN 73 2310 | $h_1 > 150$ | 110 | 6,3 | 6,0 | 5,4 | 5,1  | 4,8  | 4,2  | 3,2 |
|                                                   |             | 80  | 5,1 | 4,8 | 4,5 | 4,2  | 3,6  | 3,3  | 3,0 |
|                                                   |             | 40  | 3,2 | 2,8 | 2,6 | 2,4  | 2,2  | 2,0  | 1,7 |
|                                                   |             | 20  | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 1,6  | 1,5  | 1,3  | 0,9 |
|                                                   |             | 10  | —   | 1,5 | 1,4 | 1,2  | 1,1  | 1,0  | 0,6 |
| Řádkové <sup>5B)</sup> hrubé<br>podle ČSN 73 2310 |             | 110 | 4,7 | 4,5 | 4,0 | 3,8  | 3,6  | 3,2  | 2,9 |
|                                                   |             | 80  | 3,8 | 3,6 | 3,4 | 3,2  | 2,7  | 2,5  | 2,2 |
|                                                   |             | 40  | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,8  | 1,7  | 1,5  | 1,3 |
|                                                   |             | 20  | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2  | 1,1  | 1,0  | 0,9 |
|                                                   |             | 10  | —   | 1,1 | 1,0 | 0,9  | 0,8  | 0,7  | 0,5 |
| Lomové a kyklopské<br>podle ČSN 73 2310           |             | 110 | —   | 2,2 | 1,6 | 1,0  | 0,7  | 0,5  | 0,3 |
|                                                   |             | 80  | —   | 2,0 | 1,4 | 0,9  | 0,6  | 0,4  | 0,2 |
|                                                   |             | 40  | —   | 1,3 | 1,0 | 0,7  | 0,5  | 0,3  | 0,1 |
|                                                   |             | 20  | —   | 0,8 | 0,7 | 0,56 | 0,43 | 0,23 | 0,1 |
|                                                   |             | 10  | —   | —   | 0,5 | 0,5  | 0,4  | 0,2  | 0,1 |

<sup>1B)</sup> Viz čl. 31.  
<sup>2B)</sup> Viz čl. 31.  
<sup>3B)</sup> Při výšce kvádrů  $h_1$  rovné 200 mm a větší, avšak menší než 600 mm, se výpočtové pevnosti násobí součinitelem (číselně rovným)  $k_2 = 0,64 + 0,0009 (h_1 - 200)$ , kde  $h_1$  je v mm (např. při  $h_1 = 300$  mm je  $k_2 = 0,73$ ). Při výšce kvádrů  $h_1$  větší než 1000 mm se výpočtové pevnosti násobí součinitelem  $k_{2d} = 1,1$ .  
<sup>4B)</sup> Jestliže se pro řádkové čisté zdivo použijí kopáky s ložnými plochami čistě špicovanými (stupeň 091 podle ON 72 1805, hloubka prohlubni nejvýše 15 mm), násobí se výpočtové pevnosti součinitelem  $k_{2d} = 1,12$ .  
<sup>5B)</sup> Též svisle provazované řádkové zdivo.

ČSN 73 1101 - Značka b

Pri lomovom murive, ktoré pri historických stavbách prevažuje, je pre pevnosť muriva rozhodujúca väzba.

Vlastnosti lomového muriva závisia od petrológie kameňa, ktorá je určujúca nielen pre jeho pevnosť a trvanlivosť, ale aj pre spôsob ťažby (alebo zber), možnosti opracovania, veľkosť, tvar a plochy staviva a aj pre spôsoby murovania.

Zo spôsobu murovania spravidla nemožno vyvodzovať vplyvy dobové alebo slohové. Spôsob murovania je takmer vždy určený druhom a charakterom kameňa, zistené zhody sú obvykle regionálne – z rovnakého kameňa sa muruje rovnako v rôznych dobách. To si treba uvedomiť pri dnešných opravách – murári sa spôsob murovania z miestneho kameňa musia naučiť na starej stavbe. Pri opravách riadkového lomového muriva je veľmi praktické vyznačiť pôvodné riadky šnúrou.

V murive každej stavby vznikajú okrem tlakového napätia aj napätie ťahové a šmykové, ktorým murivo s vodorovnými ložnými škárami zle odoláva. K namáhaniu muriva priečnym ťahom od zvislého zaťaženia dochádza najmä na nárožiach stavby, pri pilieroch a pri vzpere. Ťahové a šmykové napätia vznikajú v murive pri namáhaní vodorovnými reakciami klenieb alebo šikmých nosníkov, pri tepelných dilatáciách, pri poruchách spôsobených poklesmi alebo pootočením základov, v dôsledku nekvalifikovane vykonávaných prestavieb, pri dynamickom zaťažení.

Pevnosť muriva v ťahu a v šmyku je veľmi nízka, je daná iba pevnosťou malty – pri posudzovaní stavby nemá praktický význam.

#### PRIEČNA DEFORMÁCIA (ŤAH)

Pri jednoosovej tlakovej skúške pôsobí na každý element skúšobného telesa zvislé napätie  $\sigma_z$ . Pre zjednodušenie uvažujeme o prípade rovinnej napätosti, kde sú ostatné napätia nulové  $\sigma_x = 0$ ,  $\tau_{xz} = 0$ . Od tlakového zvislého napätia vzniká zvislá tlaková deformácia  $\epsilon_z = \sigma_z / E$  a vodorovná ťahová deformácia  $\epsilon_x = -(\mu / E) \cdot \sigma_z$ , kde  $E$  je modul pružnosti materiálu,  $\mu$  (možno nájsť aj označenie  $\nu$ ) je Poissonovo číslo, ktoré pre homogénne izotropné materiály nadobúda hodnoty od 0 do 0,5.

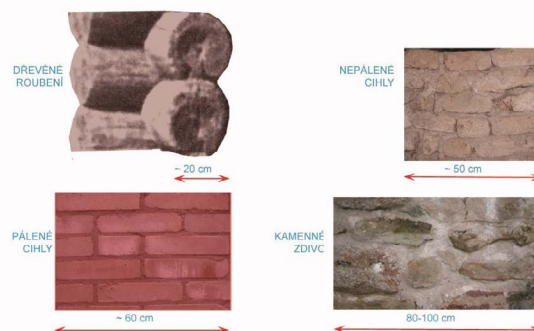
#### TRENIE

Odolnosť historických stavieb proti namáhaniu vodorovnými silami je daná predovšetkým trením v ložnej škáre. Trenie je funkciou zvislého zaťaženia, pri murive je možné uvažovať o súčiniteli trenia  $f = 0,5$ , to znamená, že trenie v ložnej škáre zachytí vodorovnú silu, ktorej veľkosť sa rovná polovici zvislého zaťaženia. To je pomerne vysoká hodnota, ktorá dáva historickým stavbám, pokiaľ sú dostatočne masívne, vyhovujúcu bezpečnosť. Trenie vo vodorovnej ložnej škáre tiež dokáže zachytiť vodorovnú zložku reakcie klenby alebo konštrukcie so šikmými prvkami, pokiaľ táto reakcia pôsobí pod uhlom zodpovedajúcim pomeru prepony trojuholníka a základne = 1 a výške = 2 (teda tzv. „gotickému trojuholníku“) – to je jeden z princípov geometrickej konštrukcie oporných systémov (nielen gotických) stavieb. Hodnota súčiniteľa trenia  $f = 0,5$  sa udáva pre vlhké murivo a pre murivo na zemine – vyhovuje teda aj v priebehu murovania bez podpory. Viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie](#); Statika stavby.

## 2. 4. MUROVANÉ KONŠTRUKCIE

### NOSNÉ MURIVO

Statická funkcia murovanej konštrukcie je daná jej rozmermi a pevnosťou muriva. Vonkajšie nosné konštrukcie historických obytných stavieb museli vyhovieť aj z hľadiska požiadaviek na tepelnú pohodu – klimatické pomery stavby ovplyvnili hrúbky vonkajších stien a voľbu ich konštrukcie. Voľbu konštrukcie a materiálu nosného muriva určovali aj stavebné náklady a požadovaná trvanlivosť, ktoré boli odlišné pri rôznych kategóriách stavieb. Viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie](#); Kategorie staveb.



### PORUCHY MURIVA HISTORICKÝCH BUDOV A ICH PRÍČINY

K prekročeniu pevnosti muriva v tlaku dôjde pri preťažení alebo pri zhoršení jeho kvality (napríklad pôsobením vlhkosti pri zatekaní alebo vztlínaní, degradáciou spôsobenou poveternostnými vplyvmi a pod.). K prekročeniu pevnosti v ťahu alebo šmyku dôjde pôsobením vodorovných alebo šikmých síl (najčastejšie od klenby, narušeného krovu, pri poklese alebo pootočení základu).

K zhoršeniu mechanických vlastností muriva dochádza najčastejšie pri jeho degradácii pôsobením vonkajších činiteľov. Najväčšie škody spôsobuje vlhkosť. Viac pozri v: [Vlhnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia \(riasy, machy, huby\), sanácia](#). Vlhkosť mení konzistenciu hlinených mált a vyplavuje ich z muriva, pri vápenných maltách rozpúšťa uhličitán vápenatý a vo forme roztoku vápenného hydrátu ho vyplaví z malty. V oboch prípadoch dôjde k zníženiu obsahu spojiva v malte a k výraznému poklesu jej pevnosti. Pokiaľ do muriva stále preniká voda, vyplaví sa aj piesok z malty a murivo sa mení na kamennú rovinaninu.

Pokiaľ je murivo vystavené poveternostným podmienkam, mechanické namáhanie vlhkou maltou mrznúcou v škárach vyvolá posuny jednotlivých kameňov a následne deformácie muriva. Na rozvoľňovanie muriva sa podieľajú aj tepelné dilatácie.

Pri nedostatočne udržiavaných objektoch sa prejavuje aj pôsobenie vegetácie, ktorej korene chemicky reagujú s vápnom a aj niektorým stavivom. Poškodenie muriva býva výraznejšie spôsobené rastom koreňov drevín. Dreviny rastúce v tesnej blízkosti môžu murivo narušovať mechanicky svojimi vetvami, ale aj zvýšenou vlhkosťou vzduchu v okolí koruny, ktorá sa môže negatívne prejavovať vo vzdialenosti do 2 m aj viac. Vo vlhkom murive dochádza k rozpúšťaniu solí obsiahnutých v malte alebo stavive, soli sa dostávajú do muriva aj so vzlianjúcou vodou. Roztoky solí

► Obr. 10. Hrúbky stien historických obytných budov (v našom klimatickom pásme) v závislosti od tepelného odporu.

migrujú k povrchu muriva, kde pri vysychaní kryštalizujú a vytvárajú výkvety. Kryštalizačným tlakom v póroch rozrušujú omietky, malty alebo aj stavivo.

Na murivo pôsobí vlhkosť zrážková, vlhkosť prenikajúca do steny, ktorá je v kontakte so zeminou a vlhkosť vzliňajúca. Pred zrážkovou vlhkosťou chráni murivo strecha, nezastrešenú stenu kvalitne vykonaná koruna. Murivo v kontakte so zeminou je nutné v každom prípade chrániť odvodnením povrchu terénu, pri používaných budovách sa uplatňujú izolácie. Vzliňajúca vlhkosť sa môže prejavovať pri všetkých typoch budov.

Základom zlepšenia podmienok stavby je vždy správne navrhnuté odvodnenie – teda zachytenie a spoľahlivé odvedenie zrážkovej vody.

Viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie](#); Stárnutí materiálov a konštrukcií, Ochrana pred vlhkosťou.

Aj pri murive, ktoré je chránené pred vlhkosťou, sa môže prejavovať degradácia. Pri niektorom kameni môže byť degradácia spôsobená veternou eróziou kombinovanou s tepelným namáhaním, mrazom a snečným ožiarением.

Opukové murivo je veľmi citlivé na zmeny vlhkosti, v dôsledku kolísania vzdušnej vlhkosti dochádza k jeho degradácii aj v suchom prostredí. V posledných rokoch je možné sledovať degradáciu opuky v románskych pivniciach, ktoré boli začlenené do používaných interiérov, často vykurovaných.

Niekde dochádza k zvetrávaniu mäkkého kameňa (alebo tehál) v režnom murive, ktoré je proti vlhkosti chránené. Zvetrávaniu môže viac podliehať kameň než pevná vápenná malta škár – ide o podobný jav ako je voštinové zvetrávanie pieskovcov.

Vždy je nevyhnutné príčiny degradácie muriva starostlivo rozlíšiť.

Je zjavné, že vo vyššie uvedených príkladoch je vhodným riešením ochrana muriva omietkou (pokiaľ to pripúšťa pamiatkový charakter stavby). Omietka predstavuje dobrú ochranu, preto bolo historické murivo, najmä lomové (s výnimkou obdobia historizmu), väčšinou omietané. K historickým povrchovým úpravám patrí aj škárovanie a nátery režného kvádrového alebo tehlového muriva.

Pri opravách a obnove historického muriva je vždy nutné zisťovať existenciu omietok a náterov a po vyhodnotení prieskumu autentickej vrstvy tieto chrániť a konzervovať.

Na zistenie príčin porúch je nevyhnutná analýza veku, charakteru, rozsahu, širok a smerov trhlín, ktoré sú najlepšie viditeľné v omietkach. Preto je neprípustné odstraňovať omietky pred dokumentáciou a vyhodnotením porúch. V rámci obnovovacích zásahov treba vždy riešiť vzťah medzi nosnou konštrukciou a jej povrchmi. Voľba zloženia murovacích, škárovacích, injekčných a omietkových mált a náterov musí byť vždy výsledkom kooperácie technologa, pamiatkara, projektanta nosných konštrukcií, architekta a v prípade pamiatkovo cenných vrstiev aj reštaurátora. Viac pozri v: [Murované konštrukcie, Omietky a fasádne farby, Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry](#).

Môžeme zhrnúť: murivo (najmä lomové) by malo byť chránené strechou a omietkou – dostávame sa teda k princípu, ktorý uplatňovali už starí stavitelia. Pri pamiatkovo chránených objektoch je však nutné rešpektovať ich autentické povrchy, ktoré sa v priebehu histórie menili.

## DIAGNOSTIKA, POSUDZOVANIE A OPRAVY MURIVA

Po zistení a dokumentácii charakteru a stavu muriva je nutné vykonať analýzu porúch, to znamená určiť príčiny porúch, ich význam, históriu a aktuálnosť.

Nevyhnutné je rozlíšiť smery a charakter trhlín (zvislé, vodorovné, šikmé, diagonálne; ťahové, šmykové; lokálne, systémové) aj deformácií (vykláňanie, vydúvanie, pokles), rozlíšiť príčiny ich vzniku (pootočenie základu, pôsobenie vodorovných síl od narušeného krovu alebo klenieb, zmeny stavby a pod.) a tiež charakter a príčiny degradácie muriva (fyzikálne, chemické vplyvy; zatekanie, vzliňajúca vlhkosť).

Často pôsobí viac príčin naraz, ich prejavy sú podobné, pričom niekedy bola príčina, ktorá poruchu spôsobila, už odstránená. Príčiny porúch, ktoré konštrukciu stále ovplyvňujú, treba vždy odstrániť (napríklad porucha v krove alebo podmačanie základov). Mnoho porúch stavby súvisí so zvýšenou vlhkosťou, preto treba súčasne s prieskumom konštrukcií sledovať odvodnenie stavby, jeho nedostatky a poruchy, zvýšenú vlhkosť v konštrukciách, v okolí stavby aj v podlaží a príčiny (aj históriu) tohto stavu. Viac pozri v: [Vlhnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia \(riasy, machy, huby\), sanácia](#).

Pri určovaní pevnosti historického muriva je väčšinou nutné vychádzať z hodnôt daných normami. Pri historických stavbách prevláda lomové, prípadne zmiešané murivo, ktorého pevnosti sú relatívne nízke.

Možnosti zvýšenia pevnosti muriva sú obmedzené, preto je vždy nutné porovnávať zaťaženie v období pôvodného stavu stavby so zaťažením navrhovaným. Pri pamiatke by navrhovanými stavebnými úpravami nemalo dôjsť k zvýšeniu zaťaženia nad pôvodnú hranicu únosnosti.

K spevneniu historického muriva je nutné pristúpiť v nasledujúcich prípadoch:

- keď je preťažené (alebo má byť zaťažené nad hranicu únosnosti),
- ak je narušené trhlinami,
- ak má veľkú medzerovitosť, pretože:
  - je nekvalitne vymurované,
  - je deformované,
  - malta je čiastočne vypadaná alebo vyplavená,
- malta nemá požadovanú pevnosť:
  - bolo použité spojivo s nízkou pevnosťou,
  - spojivo je vylúhované,
- je degradované stavivo.

Pred rozhodnutím o spevňovaní muriva je nutné zistiť históriu porúch a príčiny nevyhovujúceho stavu muriva. Dôležité je zistenie, či v pôvodnej stavbe bola únosnosť muriva dostatočná, kedy a prečo došlo k zhoršeniu stavu.

Pokiaľ príčiny zhoršenia (napríklad vlhkosť, pôsobenie poveternostných podmienok) trvajú, je nutné ich odstrániť. Ak je (alebo má byť) murivo preťažené,

je žiaduce zvážiť možnosti zníženia zaťaženia. Ďalším nutným podkladom je zistenie požiadaviek na vzhľad a charakter muriva.

Prioritu má zachovanie pamiatkovej hodnoty, ktorú tvorí predovšetkým pôvodné stavivo, jeho opracovanie a väzba a v druhom rade malta, jej zloženie, farebnosť a úprava škár. Žiaduce je zvýšenie pevnosti muriva bez rozoberania (premurovania).

### PEVNOSŤ MURIVA NARUŠENÉHO TRHLINAMI

Trhliny v murive vznikajú pri jeho namáhaní ťahom alebo šmykom. K porušeniu dôjde predovšetkým v malte, ktorej šmyková a ťahová pevnosť je veľmi nízka.

Je vždy nutné zistiť príčiny vzniku trhlín, ktoré treba hľadať v statickom pôsobení súvisiacich konštrukcií a ťahové a šmykové sily v prvom rade eliminovať – obnovením pôvodnej tuhosti (krovu, klenby) alebo zachytením vhodnou konštrukciou (ťahla, kotvy, oporné piliere a pod.).

Zopnutie trhlín nerezovou závitnicovou výstužou ťahové či šmykové sily nezachytí a únosnosť muriva nezvýši. Ich uplatnenie je zbytočné, pričom drážky pre osadenie výstuže navyše poškodzujú omietky. Využitie závitnicovej výstuže pre zopnutie trhlín sa preto neodporúča.

► Obr. 11. Pre obnovenie únosnosti klenby je predovšetkým nutné zaistiť prenos tlaku – čo najlepšie vyplníť trhliny hĺbkovým vyškárovaním, k čomu na fotografii nedošlo. Osadenie závitnicovej výstuže do drážok v omietke nezabráni pôsobeniu ťahových a šmykových síl, k zvýšeniu únosnosti klenieb neprospieva. Je však výrazným zásahom do autentických povrchov; Praha Pohořelec.



Velmi nebezpečné sú vodorovné praskliny v ťahu spôsobené poklesom. Príčina je v murive pod trhlinou alebo v základoch, je potrebné odstrániť príčinu poruchy (napríklad narušený nosník, na ktorom je stena založená) alebo podchytenie základov.

Vloženie výstuže pre zachytenie ťahu je neúčinné. Ťahom, ktorý výstuž prenáša, nie je možné zaťažiť murivo nad trhlinou, ani pod ňou.

Ťahovú silu v šikmých trhlínach v murive spôsobených poklesom je možné zaistiť osadením oceľových prútov do vrtov vedených kolmo cez trhlinu (je nutné dodržať kotviace dĺžky), pokiaľ ide o miestnu príčinu (napríklad zlomený preklad pod trhlinou), nie o pokles v základoch a pokiaľ bude sila prenesená do stabilizovaného miesta. Oceľové prúty väčšieho prierezu (ø 20 mm) sú vhodnejšie než mäkká závitnicová výstuž, pretože zachytia aj namáhanie momentom. Oceľové prúty je nutné posúdiť statickým

výpočtom. Aj v tomto prípade je samozrejme nutné odstrániť príčinu poklesu.

K porušeniu muriva trhlínami môže dôjsť aj účinkom priečných ťahových síl počas preťaženia. Na štíhlych okrajoch muriva oddelených trhlínami sa potom môže uplatniť vzpera. V tomto prípade je potrebné posúdiť možnosť zvýšenia únosnosti, pretože praskliny v ťahu sú dôkazom, že medza únosnosti v tlaku bola prekročená. Injektáž trhlín je nevyhnutná, pre zvýšenie únosnosti býva nutná prídavná konštrukcia (opásanie oceľovými strmeňmi, vloženie únosného prvku – oceľový stĺpik), zosilnenie muriva alebo jeho premurovanie.

Vždy je nutné obnovenie homogenity muriva hĺbkovým vyškárovaním a injektážou trhlín.

### PEVNOSŤ MURIVA MEDZEROVITÉHO

Murivo, ktoré má veľkú medzerovitosť, je možné spevniť vyplnením medzier maltou. Do určitej vzdialenosti od líca je možné vložiť novú maltu hĺbkovým škárovaním, medzery v jadre muriva je možné vyplniť injektážou.

#### Je však vždy nutné si uvedomiť limity tohoto riešenia:

- pre výslednú pevnosť je rozhodujúca väzba, ktorú nie je možné zmeniť a ktorá mohla byť pri deformáciách muriva narušená,
- pevnosť novej malty sa výraznejšie uplatní iba pri murive z pravidelného staviva (bloky, tehly); v týchto typoch muriva dochádza v nepriaznivých podmienkach skôr k degradácii malty než ku vzniku medzier,
- významnejšie spevnenie je možné dosiahnuť pri lomovom murive, ktoré má obvykle veľkú medzerovitosť; pri pôsobení vonkajších činiteľov, najmä keď murivom preteká voda (napr. pri oporných múroch, nekrytých ohradných múroch, pri ruinách stavieb a pod.), sa medzerovitosť zvýši; platí, že čím väčší je objem medzier, tým väčšie zvýšenie pevnosti je možné dosiahnuť,
- použitie malty s vysokou pevnosťou môže byť obmedzené s ohľadom na mineralogické zloženie kameňa. Malty obsahujúce cement nie sú vhodné pre väčšinu pieskovcov a najmä opuku; pre vlhké murivo (čo je pri murive s veľkou medzerovitosťou časté) je nutné použiť vápennú maltu s hydraulickou prísadou, aby rýchlo nadobudla dostatočnú pevnosť, nesmie však dôjsť k utesneniu líca, vhodné môžu byť trasové alebo puzolánové spojivá,
- pri hĺbkovom škárovaní a injektáži dôjde k čiastočnej alebo úplnej zmene vzhľadu škár, je preto potrebné počítať s úpravou štruktúry, farby a povrchu škárovania, ktoré by malo byť blízke autentickému stavu.

Do tejto kategórie patrí murivo na hlinenú maltu, s ktorým sa môžeme stretnúť nielen pri stavbách ľudových, ale aj pri stavbách stredovekých. Charakter hlinenej malty môže tiež mať pôvodne kvalitná vápenná malta, z ktorej bolo spojivo vylúhované. Murivo na hlinenú maltu je možné injektovať vápennými nastavenými maltami, možnosti vyplnenia medzier novou maltou sú však menšie než pri maltách vápenných, pretože vlhká hlinená malta je plastická a pri degra-

dácii muriva dochádza k jej dotvarovaniu a lepšiemu vyplneniu medzier.

Podobne sa správa murivo z nepálených tehál na hlinenú maltu, ktoré sa pri premočení dotvaruje. Ku vzniku medzier v škárach nedochádza, pri deformácii muriva vznikajú trhliny a dutiny, ktoré je možno injektovať vápenno-cementovou zmesou. K zvýšeniu pevnosti muriva nedôjde, injektáž trhlín má však význam pre obnovenie homogenity konštrukcie stien.

### PEVNOSŤ MURIVA NARUŠENÉHO POVETERNOSTNÝMI PODMIENKAMI

V prípade muriva narušeného povrchovou degradáciou kameňa alebo tehál je možné posudzovať konštrukciu oslabenú o časť, ktorá je zvetraná.

V prípade blokového alebo tehlového muriva záleží na tom, koľko malty sa z muriva vyplavilo a či je murivo deformované. Pokiaľ nedošlo k deformácii, je možné nájsť vhodný spôsob nahradenia vyplnenej malty hĺbkovým škárovaním a injektážou. V tomto prípade (ak sa zvolí vhodný spôsob kontroly obnovenia malty v škárach), je možné sa priblížiť ku kvalite pôvodného muriva.

Pri lomovom murive záleží na jeho väzbe. Ak došlo k deformácii muriva, pri ktorej bola pôvodná väzba narušená, je pravdepodobne jediným spôsobom, ako dosiahnuť kontrolovateľnú kvalitu muriva, jeho premurovanie.

Spevnením degradovaného staviva je možné spevniť jeho povrch, nie je však možné dosiahnuť pôvodnú pevnosť muriva. Spevnením povrchu sa obvykle vytvorí vrstva s väčším difúznym odporom, ktorá môže spôsobiť degradáciu staviva.

Pokiaľ je stavivo (kameň, tehly) degradované, je možné dosiahnuť pôvodnú pevnosť muriva tým, že degradované prvky (vrátane malty) budú vymenené za prvky, ktoré svojimi vlastnosťami budú zodpovedať pôvodnému materiálu. Dôjde k zmene vzhľadu, preto musí byť toto riešenie schválené orgánmi ochrany pamiatkového fondu.

Pokiaľ nie je prípustná výmena degradovaných kamenných prvkov (napríklad pri sochársky alebo kamenársky spracovaných prvkoch), je možné ich spevnenie, prípadne aj doplnenie reštaurátorskými metódami. V týchto prípadoch však dôjde iba k obnoveniu alebo konzervácii autentického vzhľadu a zachovaniu alebo obnoveniu niektorých funkcií prvku (celistvosť povrchu, odvodnenie a pod.), v žiadnom prípade však nedôjde k zvýšeniu pevnosti. Naopak, podľa zásad pamiatkovej ochrany musia mať doplnky a povrchové úpravy reštaurovaných prvkov nižšiu pevnosť ako pôvodný materiál, aby pri pôsobení vonkajších činiteľov došlo k degradácii nového zásahu a nie autentického prvku. Viac pozri v: [Murované konštrukcie, Omietky a fasádne farby, Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry](#).

### REŠTAUROVANIE A REŠTAURÁTORSKÁ KONZERVÁCIA

Reštaurovanie a konzervácia muriva a kameňa sa vykonáva pomerne často pri konštrukciách z tesaného kameňa, ktorý degraduje pôsobením poveternostných podmienok alebo vlhkosti. Reštaurátori disponujú overenými prostriedkami na spevnenie zvetraného povrchu i masívu kameňa, doplnenie po-

škodenia kameňa, na odstránenie krusty, prípadne na zvýšenie ich priedušnosti. Musí sa dodržať zásada odstrániteľnosti nového zásahu a nižšia pevnosť nového materiálu proti pôvodnému materiálu. V princípe sa vykonáva len doplnenie existujúceho tvaru, ktoré je nevyhnutné pre funkciu prvku (odvodnenie, stabilita). Doplnky sa vykonávajú modeláciou z umelého kameňa, tesané vložky sa používajú výnimočne.

Spôsob ošetrenia a opráv kameňa (aj pamiatkovo cenného škárovania, náterov alebo omietok) sa navrhuje prostredníctvom zámeru na reštaurovanie, ku ktorému musí byť vydané rozhodnutie príslušného krajského pamiatkového úradu (ďalej len „KPÚ“).

V niektorých prípadoch sa dáva prednosť ochrane kameňa omietkou pred jeho prezentáciou. Preventívnu ochranu kameňa môže byť hydrofobizácia, ktorú musí tiež navrhnúť a garantovať reštaurátor v návrhu na reštaurovanie, viac pozri v: [Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry](#).

Životnosť reštaurátorského zásahu je porovnateľná s trvanlivosťou povrchových úprav, preto obvykle nemožno zvýšiť únosnosť murovanej konštrukcie alebo kamenného prvku (s výnimkou vloženia kovovej výstuže, trňa alebo strmeňa). Viac pozri v: [Murované konštrukcie, Omietky a fasádne farby, Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry](#).

### MOŽNOSTI ZVÝŠENIA ÚNOSNOSTI MURIVA

Z uvedeného vyplýva:

- únosnosť nenarušeného muriva je možné zvýšiť iba pridanou konštrukciou alebo prvkom,
- injektáž trhlín je nutná pre obnovenie homogenity muriva, k obnoveniu pôvodnej únosnosti je nutné zachytenie alebo eliminácia síl, ktoré trhliny spôsobili,
- injektážou a hĺbkovým škárovaním je možné v obmedzenej miere zvýšiť pevnosť muriva s veľkou medzerovitosťou (najmä lomového), prípadne muriva na maltu s malou pevnosťou, viac pozri v: [2.4. Murované konštrukcie, Pevnosť muriva medzerovitého](#),
- degradované stavivo je možné nahradiť, spevnením staviva nie je možné dosiahnuť pôvodnú pevnosť.

Súčasťou návrhu opravy musí byť (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie](#); Posudzovanie a návrh opravy):

- odstránenie príčin porúch,
- oprava poškodenia,
- zosilnenie alebo výmena poddimenzovaných konštrukcií a prvkov,
- doplnenie alebo zmena konštrukčného systému.

Odstránenie príčin porúch bude v konkrétnych prípadoch spočívať v zlepšení odvodnenia, v obnovení alebo zvýšení tuhosti stavby, v zlepšení základov a pod. Doplnením alebo zmenou konštrukčného systému (alebo zmenou využitia objektu) je možné znížiť zaťaženie, ktoré presahuje možnosti existujúcich konštrukcií.

Všetky tieto opatrenia sú zásadné a je nutné ich vykonať vždy. Až súčasne s ich realizáciou má význam zaoberať sa stabilizáciou exponovaného muriva.

Základným princípom je individuálny prístup ku každej stavbe, ku každej konštrukcii.

Preto sú uvedené len príklady vhodného alebo nevhodného riešenia:

- Pri lomovom murive odporúčame vychádzať z tabuľkových hodnôt (skúšky pevnosti kameňa a malty na presnejšie zistenie pevnosti neposlúžia). Zvýšenie únosnosti lomového muriva je možné dosiahnuť v prípade, že je silne narušené, má veľký objem medzier a pomocou kontrolovanej plošnej injektáže sa dosiahne ich vyplnenie. Pri lomovom murive je možné predpokladať objem škár 30 % až 40 % z objemu muriva, pri značne narušenom murive býva len polovica škár vyplnená maltou. Pokiaľ by sa injektážou dosiahlo vyplnenie zvyšného objemu (čo nie je vždy reálne) maltou vysokej pevnosti, kvalita muriva obvykle dosiahne len pevnosť muriva na maltu nastavenú, ktorá zodpovedá pevnosti karbonizovanej vápennej malty, s ktorou je možné počítať pri starom murive nevystavenom poveternostným podmienkam. Z toho vyplýva, že injektovať medzerovité murivo má zmysel, ale jeho únosnosť proti únosnosti vyplývajúcej z tabuľkových hodnôt významne zvýšiť nemožno. Pri murive s malým objemom medzier k zvýšeniu pevnosti injektážou nedôjde, preto plošná injektáž nemá zmysel.
- Pri murive tehlovom a kvádrovom je vplyv väzby kontrolovateľný, je možné vychádzať zo zatažovacích skúšok prispôbených podmienkam určitej stavby. Metodika zosilnenia tehlových pilierov ocelovými strmeňmi je rozpracovaná, je možné ju overiť zatažovacími skúškami prispôbenými podmienkam určitej stavby. Pri murovaných pilieroch s pomerom strán 1 : 1 až 1 : 2 je možné zvýšiť ich únosnosť zopnutím ocelovými strmeňmi. Spôsoby výpočtu uvádza literatúra.<sup>9</sup> Pri stenách s prevládajúcim dĺžkovým rozmerom je účinnosť tejto metódy neistá. Zosilňovanie murovaného piliera betónovou alebo železobetónovou objímkou je v prípade NKP vzhľadom na nepriedušnosť betónu, jeho nižšiu životnosť a neodstrániteľnosť neprípustné.
- Nástrek narušeného muriva maltou, prípadne vystuženým torkretom, ktorý bol praktizovaný od 60. rokov 20. storočia, spôsobil pri mnohých stavbách, najmä pri vonkajších ohradných a oporných múroch nenapraviteľné škody. Nástrek nepriedušnou maltou (zvyčajne v spojení s cementovou korunou) zabránil odparovaniu vlhkosti, ktorá do muriva prenikala korunou aj z rubu. Mráz a tepelné dilatácie spôsobili odtrhnutie novej konštrukcie pevne spojenej s časťou pôvodnej steny. Oprava takto narušených múrov vyžaduje odbúranie nových konštrukcií, premurovanie a doplnenie pôvodného narušeného muriva. K poškodeniu môže dôjsť aj pri vlhkom murive v interiéri vyškárovanom alebo omietnutom nepriedušnou maltou. Táto metóda je v prípade NKP neprípustná.
- Nahradenie zataženého muriva alebo piliera kvalitnejšími tehliami, kvádrovým murivom,

prípadne kamenným alebo ocelovým stĺpom. Na návrh a posúdenie tohto riešenia sú dostatočné podklady.

►► Obr. 12. Opukové murivo s použitým asfaltovým náterom a cementovou omietkou; fara Měřunice.



►► Obr. 13 a, b. Lomové murivo škárované cementovou maltou; mestské hradby Jihlava, hrad Orlik.



<sup>9</sup> SOLAŘ, J., LOKAJ, A. Výpočet únosnosti zděného pilíře zesíleného ocelovou bandáží pomocí metody SBRA. In: IV. ročník konference Spolehlivost konstrukcí, Dům techniky Ostrava, 23. až 24. 4. 2003. Ostrava, 2003.

Pre obnovenie pôvodnej kvality muriva má zásadný význam vyplnenie narušených škár a trhlín a prípadne aj injektáž trhlín (viac pozri v: [2.4 Murované konštrukcie, Hĺbkové škárovanie a injektáž](#)), ktoré do istej miery obnovia homogenitu muriva a zaistia spolupôsobenie všetkých jeho častí. Hĺbkové škárovanie narušených škár a trhlín je nutné vykonať vždy.

► Obr. 14 a, b. Oprava hradieb s lícom z režného muriva a jadrom z lomovej opuky doplnením vypadnutého muriva, hĺbkovým škárovaním trhlín a otvorených škár a injektážou; Nymburk.



Nymburk – oprava hradieb



Nymburk – oprava hradieb

Vzhľadom na to, že exaktné zistenie pevnosti muriva je problematické a možnosti zvýšenia únosnosti sú obmedzené, je nutné stavebné úpravy navrhovať tak, aby únosnosť muriva nebola prekročená. Statický výpočet preto musí vyčíslieť napätie v murive pre niekoľko stavov stavebného vývoja:

- pôvodná stavba,
- rozhodujúca fáza prestavieb,
- navrhované úpravy.

Posudzuje sa to, k akým zmenám napätia došlo v rámci histórie stavby, či priťaženie muriva spôsobilo poruchy, či v dôsledku navrhovaných úprav dôjde k zvýšeniu zaťaženia a či je navrhované priťaženie prípustné.

Pokiaľ je únosnosť muriva nedostatočná, je nutné hľadať také riešenie, aby k priťaženiu nedošlo (zmeniť dispozíciu, odľahčiť konštrukciu stropov a priečok a pod.). Aby nedošlo k zmenám zaťaženia muriva, treba pri riešení dispozície NKP v maximálnej miere vychádzať z danej polohy nosných múrov a z rozmiestnenia otvorov, ktoré zodpovedajú rozhodujúcim fázam vývoja stavby. Pri zámere vybudovania ďalšieho poschodia alebo využitia podkrovia je pri NKP nedostatočná únosnosť nosného muriva limitujúcim faktorom.

V jednotlivých prípadoch, keď je nosné murivo silne narušené trhlinami, značne degradované alebo preťažené, je možné narušené murivo premurovať

z pevnejšieho materiálu alebo nahradiť inou konštrukciou (napr. oceľovým stĺpom), preťažené murivo je možné zosilniť primurovkou.

Pri obnove NKP by takýto postup mal byť uplatnený len výnimočne, a preto musí byť zdôvodnený a doložený statickým výpočtom.

Pri posudzovaní nosného muriva je nutné vždy presne zistiť, dokumentovať a posudzovať každé oslabenie otvormi a nikami (i zamurovanými), komínovými prieduchmi, drážkami, prestupmi a pod. Návrh zriadenia nových otvorov, drážok, prestupov a pod. musí byť pri projektovaní starostlivo koordinovaný medzi jednotlivými profesiami a posudzovaný z hľadiska únosnosti konštrukcií.

Preklady a záklenky sú najslabším článkom nosného muriva, preto pri poruchách stavby dôjde často k ich narušeniu šmykovými trhlinami v blízkosti uloženia, pri prekladoch aj ťahovými trhlinami pri spodnom líci. Častou poruchou aj novodobých oceľových alebo prefabrikovaných prekladov je nedostatočná dĺžka uloženia (mala by byť minimálne rovnaká ako výška nosníka). Pri nedostatočnom uložení môže dôjsť k prekročeniu pevnosti muriva, ktoré sa prejaví vznikom trhlín v murive pod prekladom.

Dĺžku uloženia nosníkov je nutné posúdiť statickým výpočtom. Pri nedostatočnej dĺžke uloženia môže dôjsť k pootočeniu stropného nosníka v podpore a dokonca aj k jeho vypadnutiu zo steny (táto porucha bola príčinou zrútenia trámového stropu, ktorý bol pri neodbornom búraní preťažený sutinou).

Každý zásah do nosného muriva (premurovanie, búranie, vytvorenie otvorov, osadenie prekladov) musí byť v projekte detailne opísaný vrátane postupu a provizórnej výdrevy. Zásahy do nosného muriva musí vykonávať kvalifikovaný pracovník pod dohľadom stavbyvedúceho.

## HĽBKOVÉ ŠKÁROVANIE A INJEKTÁŽ

### Technológia hĺbkového škárovania

Murivo sa hĺbkovo škáruje, keď sú škáry otvorené do hĺbky väčšej ako 3 cm alebo v prípade, že má byť zjednotený vzhľad režného kamenného muriva. Pri hĺbkovom škárovaní muriva, ktoré zostane režné, je nutné zloženie škárovacej malty, najmä zrnitosť a farebnosť, rovnako ako povrchovú úpravu škár prispôbiť vzhľadu autentického muriva. Úprava škár musí byť schválená KPÚ. Obvyklé je zatiahnutie malty do líca kameňa bez vyťahovania škárovkou.

Mechanizované škárovanie tlakovou pištoľou je pri NKP neprípustné.

### Využitie injektáže pri historických a pamiatkových objektoch

K možnostiam využitia hĺbkového škárovania a injektáže viac pozri v: [2.5. Klenba](#). Z praxe a skúseností pri obnove pamiatok vyplýva, že:

- injektážou a hĺbkovým škárovaním je možné zvýšiť pevnosť muriva s veľkou medzerovitou (najmä lomového), prípadne muriva na maltu s malou pevnosťou,

- pevnosť nenarušeného muriva nie je možné injektážou významne zvýšiť,
- injektáž trhlín je nutná pre obnovenie homogenity muriva, podmienkou obnovenia pôvodnej únosnosti je nutnosť zabrániť predovšetkým pôsobeniu síl, ktoré boli príčinou vzniku trhliny.

Pri injektovaní trhlín si treba uvedomiť, že trhliny v murive vznikajú pri prekročení pevnosti muriva v ťahu alebo šmyku.

Pevnosť injekčných zmesí na zachytenie ťahových a šmykových síl nie je dostatočná, je preto potrebné vždy vykonať dôkladnú analýzu príčin vzniku trhlín a pôsobenie týchto síl eliminovať alebo sily zachytiť inou konštrukciou.

Súčasne je potrebné skúmať, či trhliny majú funkciu dilatčných škár. Dilatačné škáry neboli v historických stavbách zámerne realizované a vznikali samovoľne v miestach najmenšej tuhosti stien, často však v statických trhlínach vyvolaných konštrukčnou chybou alebo zhoršením stavu konštrukcie (napríklad poklesom základu). Prekotvenie trhliny, v ktorej stavba dilatuje, by mohlo spôsobiť presunutie dilatanej trhliny do iného miesta a teda poškodenie stavby.

Vyplnenie trhliny (aj trhliny dilatanej) je však dôležité pre obmedzenie veľkosti pohybov vyvolaných tepelným či dynamickým zaťažením, pretože pri pohybe v otvorenej trhlíne dochádza k prepadávaní piesku, úlomkov malty i muriva, trhlina sa klinuje a rozširuje. V bežných prípadoch postačí hĺbkové škárovanie, pri trhlínach širších ako 30 mm je vhodné vyklinovanie a následná injektáž, aby sa trhlina vyplnila do maximálnej hĺbky. Trvanlivosť takejto opravy dilatanej trhliny je samozrejme obmedzená, ale je v zásade rovnaká ako trvanlivosť povrchov stavby (omietok), teda rádovo 30 rokov.

Zachytenie ťahových alebo šmykových síl v trhlíne zainjektovanými oceľovými prútmi môže byť účelné iba pri lokálnych poruchách, napríklad pri poklese muriva nad porušeným nadpražím.

Pri trhlínach, ktoré boli spôsobené poklesmi v základoch alebo pôsobením vodorovných reakcií krovu, klenieb, prípadne iných konštrukcií, je osadenie oceľových prútov, strmeňov alebo kotiev na trhlínu nevhodné. Oceľový prút tieto sily nezachytí, jeho namáhanie ťahom alebo ohybom môže spôsobiť ďalšie narušenie muriva. Riešením je odstránenie príčin, ktoré trhlínu spôsobili.

Ďalším efektívnym využitím zainjektovaných prútov môže byť prekotvenie škáry medzi obvodovým múrom a priečnym múrom v prípade, že došlo k odklonu vonkajšieho múru pôsobením vodorovných síl od narušeného krovu, od klenby alebo aj pri pootočení alebo poklese základu vonkajšieho múru. Vo všetkých týchto prípadoch je samozrejme nutné odstránenie príčiny vzniku poruchy (oprava krovu, klenby, podchytenie základu).

Naopak väčšinou nie je účelné pomocou zainjektovaných kotiev alebo spínaním oceľovými tiahkami zvyšovať tuhosť stavby. Tuhosť historických stavieb je daná predovšetkým ich relatívne veľkou hmotnosťou vyvodzujúcou trenie, ktoré bolo v bežných prípadoch schopné zabezpečiť dostatočnú stabilitu.

V niektorých prípadoch síce poruchy historických stavieb vznikli v dôsledku konštrukčnej chyby, väčšinou však boli spôsobené dodatočnými zmenami stavby a zhoršením jej stavu. Je preto potrebné opäť zdôrazniť nutnosť dôkladnej analýzy statického stavu a histórie porúch a návrhu odstránenia príčin porúch na základe tejto analýzy.

Zvýšenie tuhosti síce môže zlepšiť odolnosť stavby voči pôsobiacim vplyvom, väčšinou však znamená neprimeraný zásah do historickej stavby a predovšetkým nerieši odstránenie príčin poruchy.

### Plošná injektáž

Plošná injektáž môže mať význam iba pri murive, ktoré je značne medzerovité. Možnosti zvýšenia pevnosti muriva plošnou injektážou sú obmedzené. Zámer uplatnenia plošnej injektáže pri murive NKP je nutné pri spracovaní koncepcie opravy zdôvodniť a schváliť.

### Injektáž pri opravách klenieb

Injektáž trhliny môže prichádzať do úvahy aj pri klenbách v prípade, že nie je dostupný ich rub alebo nie je (z dôvodov ochrany pamiatkových hodnôt) žiaduce odstraňovať násyp. Pri klenbách, ktoré majú narušené škáry a pri klenbách narušených trhlínami sa dáva prednosť hĺbkovému škárovaniu, prípadne klinovaniu, pretože je dôležitá dokonalá a kontrolovaná realizácia. Dokonalé vyplnenie škár v klenbe je nutné preto, aby sa obnovil kontakt všetkých klenákov a bol zaistený prenos tlaku v celom profile klenby.

Hĺbkovým škárovaním trhliny a narušených škár je možné obnoviť pôvodnú únosnosť klenby.

Pri hĺbkovom škárovaní sa musí odstrániť všetka malta zo škár, aby sa tlaky medzi klenákmi prenášali kvalitnou maltou. Ak použijeme vyššiu pevnosť, mohli by sme v tomto prípade únosnosť klenby i zvýšiť. V praxi k tomu však nedôjde, pretože zvyčajne býva narušená len časť škár v miestach, kde zatekalo, pretože bola klenba deformovaná. Pri oprave a škárovaní značne narušenej klenby býva niekedy možné (po podoprení klenby výdrevou) postupným klinovaním korigovať jej deformáciu bez rozoberania.

Cieľom hĺbkového škárovania a injektáže trhliny a otvorených škár nie je zachytiť ťahové alebo šmykové sily pôsobiace v murive, ale predovšetkým obmedzovať trhliny spôsobené statickým, dynamickým alebo tepelným zaťažením a migráciou vlhkosti v murive.

Z týchto dôvodov je potrebné trhliny (najmä trhliny široké) vyplniť čo najdokonalejšie.

Zvlášť významné je hĺbkové vyškárovanie narušených škár a trhlín v tlačných konštrukciách, najmä v klenbách a záklenkoch. O uplatnení hĺbkového škárovania a injektáže viac pozri v: **2.5. Klenba**. Hĺbkové škárovanie a injektáž (spôsob, rozsah a materiály) musí byť aspoň koncepčne navrhnuté v projekte na stavebné povolenie a schválené KPÚ.

## KOMÍNY<sup>10</sup>

Komínové murivo je často narušené trhlinami (zvyčajne vertikálnymi), ktoré vznikajú pri rôznom tepelnom namáhaní slabšieho muriva komína a nadväzujúcej nosnej steny. Praskliny sa dajú opraviť vyškárovaním (zvyčajne postačuje) alebo premurovaním. Vloženie výstuže je pre komíny vzhľadom k tepelnému namáhaniu nevhodné.

Komínové prieduchy a sopúchy na ne napojené často významne oslabujú nosné murivo, ktoré okrem narušenia trhlinami býva tiež degradované pôsobením vysokej teploty a spločin horenia. Sadze a decht, ktoré sa usadzujú v komínovom prieduchu, niekedy prenikajú trhlinami i murivom až k vonkajšiemu lícu. Neudržiavané komíny sú často v spodnej časti do veľkej výšky vyplnené sadzami a sutinou zo zvetraného muriva. Do nechráneného komína prší, sutina v jeho päte zadržiava vodu, ktorá spôsobuje degradáciu muriva a zvyšuje vlhkosť v súvisiacich konštrukciách.

V prípade historických objektov a predovšetkým pri NKP je neprípustné vyplňať komínové prieduchy betónom alebo ich zasypávať. Dôsledkom zasypania komína sutinou bude hromadenie vlhkosti vo výplni a jej vztlkanie do vyšších polôh. Pri zabetónovaní bude vlhkosť zadržovaná v škáre medzi murivom a betónom a dôjde rovnako k jej vztlkaniu. V oboch prípadoch vlhkosť vnútri komínového prieduchu prispeje k nežiadúcemu prenikaniu sadzí do muriva a omietok.

K zvýšeniu únosnosti muriva žiadnym spôsobom neprispieje vyplnenie komína. Komínové prieduchy v novodobých domoch majú obvykle profil 15 x 15 cm, ktorého únosnosť je vzhľadom k veľkej štíhlosti zanedbateľná. Ani pri prielezných komínoch starších stavieb nemožno počítať s tým, že betónová výplň bude mať charakter nosného piliera. Vystuženie výplne k únosnosti rovnako neprispieje, pretože usadeniny v komínovom prieduchu sú agresívne a spôsobili by koróziu výstuže a deštrukciu betónu. So spolupôsobením výplne s murivom nie je možné vzhľadom k silnému znečisteniu vnútorných stien prieduchov sadzami a dechtom počítať.

Pri každej oprave a obnove je potrebné odstrániť sutiny v päte komína a vyčistiť jeho prieduchy a sopúchy. Murivo narušené degradáciou je nutné premurovať, narušené tehly vymeniť, praskliny v celej hrúbke muriva vyškárovať.

Rovnako sa bude postupovať v prípade, že komín bude ďalej využívaný pre vykurovanie (viac pozri v: [Príloha č. 3. Ochrana dreva](#)), v prípade, že bude slúžiť ako inštalácia alebo vetracia šachta, aj v prípade, že nebude využívaný vôbec. Účelné je využívanie komínu pre odvetranie vnútorných vysušacích kanálov. V tomto prípade je možno komíny využiť aj ako inštalácie šachty. (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce](#); Stárnutí materiálů a konstrukcí)



► Obr. 15. Vetrací kanál pod podlahou z tvarovek iglú; Stranské.

10 K problematice bola spracovaná samostatná metodika, viac pozri v: [Komíny](#).

Ak (v odôvodnenom a schválenom prípade) je nutné stenu v mieste komína použiť ako nosnú, musí byť komín postupným zamurovaním a premurovaním (pri zvýšených kontrolách) premenený na stĺp. Pravdepodobne bude potrebné čiastočne zbúrať prednú stenu komína, aby sa vnútorné povrchy muriva mohli dokonale vyčistiť od sadzí a dechtu. Únosnosť stĺpu vytvoreného z komínového muriva bude pravdepodobne nižšia než ostatného muriva. Vzhľadom na komplikované prevádzkovanie pôvodného muriva a výplne, bude problematické aj prípadné zvýšenie únosnosti pomocou ocelových objímok.

Sadze a decht prenikajúci z muriva komínov a sopúchov značne znehodnocuje omietky, preto je nutné veľmi dôkladné vyčistenie vnútorných plôch komínov, sopúchov, znečistených trhlín a znečisteného vonkajšieho povrchu muriva. Znečistené omietky je obvykle nutné odstrániť a na povrch muriva dočasne aplikovať materiál, ktorý je schopný dechty absorbovať, najlepšie vlhkú buničinu. Po odstránení obkladu sa odporúča priložiť na murivo neklížený (filtračný) papier a vyrobiť vápennú omietku. Ak sa na omietke objavia po vyschnutí menšie stopy dechtu, obvykle pomôže ich zatretie bielou olejovou farbou.

## VONKAJŠIE KONŠTRUKCIE<sup>11</sup>

Základnou podmienkou úspešnej opravy konštrukcií vystavených vonkajšiemu prostrediu je spoľahlivé odvodnenie, t. j. odvedenie zrážkovej vody z budovy. Je nutné pamätať na to, že historická budova, ktorej materiály sú porézne a absorpčné, nemôže byť úplne chránená pred zemnou vlhkosťou. Jedinou spoľahlivou ochranou pred zrážkovou vodou je strecha.

Murivo vystavené poveternostným vplyvom je možné do istej miery chrániť mačínovým porastom alebo ílovými izoláciami, je však treba počítať s možnosťou prenikania vlhkosti do muriva, preto voda musí mať možnosť opäť z muriva unikáť škárami alebo odvodňovacími otvormi v líci.

Malta v škárach musí mať vždy menšiu pevnosť než kameň alebo tehla. Pri tom samozrejme dochádza k narušeniu malty a je nutná pravidelná údržba a obnova škár (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce](#); Stárnutí materiálů a konstrukcí).

## OHRADNÉ A OPORNÉ MÚRY<sup>12</sup>

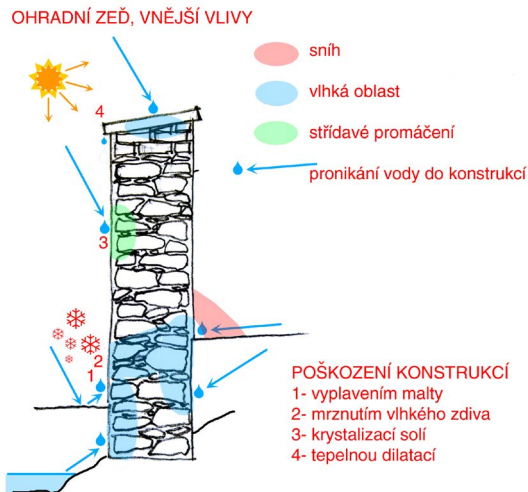
Ohradné a oporné múry sú namáhané predovšetkým vonkajšími vplyvmi (zrážková a vzliavová vlhkosť, teplotné rozdiely, mráz, veterná erózia, biotické napadnutie), oporné múry navyše zemným tlakom a vlhkosťou prenikajúcou do rubu múru zo zeminy. Základnou podmienkou úspešnej opravy konštrukcií vystavených vonkajšiemu prostrediu je preto spoľahlivé odvodnenie, resp. odvedenie zrážkovej vody od objektu, predovšetkým z priestoru nad múrom. (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce](#); Stárnutí materiálů a konstrukcí)

Spoľahlivú vodotesnú izoláciu rubu múru v styku so zemnou je možné zriadiť pri novostavbe, pri historickej stavbe len za cenu veľkého stavebného zásahu.

11 Viac pozri v: [Vlhnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia \(riasy, machy, huby\), sanácia](#).

12 Viac pozri v: [Vlhnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia \(riasy, machy, huby\), sanácia](#).

► Obr. 16. Vonkajšie vplyvy pôsobiace na ohradný a oporný múr.



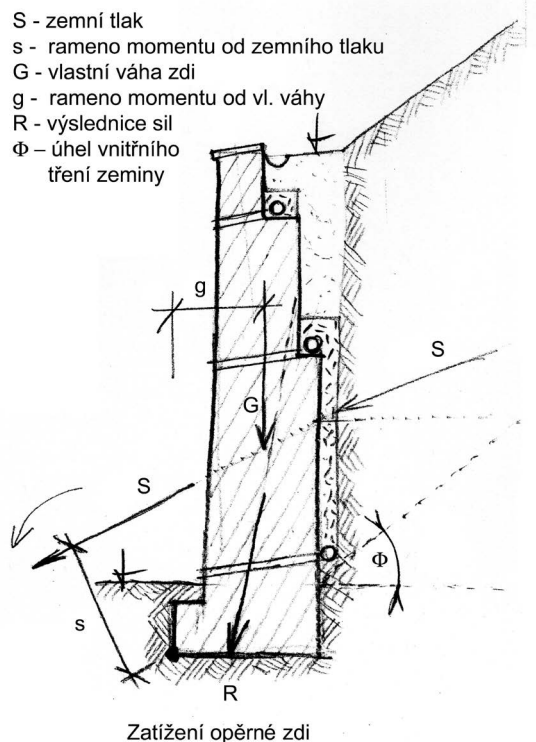
Pri voľne stojacich múroch je zriaďovanie vodotesnej izolácie problematické a nie je účelné.

Vodotesná izolácia alebo utesnenie líca múru môže spôsobiť zvýšenie hladiny podzemnej vody, čoho dôsledkom je zvýšenie zemného tlaku a namáhanie izolácií a ostatných konštrukcií tlakovou vodou.

Účelným riešením môže byť dodatočné zriadenie drenáže za rubom múru spôsobom, ktorý bol od 19. storočia obvyklý pri železničných násypoch a inžinierskych stavbách. Nevyhnutnou podmienkou je dokonalé odvodnenie svahu nad múrom (najlepšie rigolom z prefabrikátov alebo dlažby odvedeným do strán). Štrková drenáž za múrom musí mať dostatočnú šírku (cca 40 cm), musí byť taktiež zaistené, že sa neznečistí zeminou (oddelenie od zeminy geotextíliou, ktorá musí byť priepustná pre vodu, nesmie sa zalepiť jemnozrnnou zeminou). V päte drenáže (v dostatočnej výške nad základovou škárou) musia byť dobre dimenzované drenážne rúrky odvedené v dostatočnom spáde mimo múru, čistenie drenáže musí byť zaistené revíznymi šachtami.

► Obr. 17. Konštrukcia a zafixovanie oporného múru.

►► Obr. 18 a, b. Nevhodná konštrukcia múrov vystavených poveternostným podmienkam; Praha, Malá strana.



Zrážková (povrchová) voda z povrchu terénu nad múrom by sa v žiadnom prípade nemala odvádzať drenážou za múrom. Mohlo by dôjsť k zvýšeniu vlhkosti násypu a teda k zvýšeniu zemného tlaku a privedeniu väčšieho množstva vody k murivu.

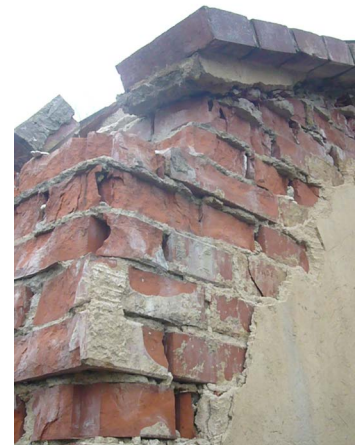
Pri každom opornom múre musia byť v líci odvodňovacie otvory, ktorými sa odvádza vlhkosť z muriva aj zo zeminy/drenáže na rube.

Rozostupy, veľkosť, tvar a úprava otvorov sa volia s ohľadom na charakter muriva, pri NKP musí byť prevedenie schválené KPÚ (obvykle sa volí rovnaká úprava ako pri otvoroch autentických).

Je nutné počítať s tým, že vždy bude dochádzať k prenikaniu vlhkosti do muriva z rubu. Pri nových stenách a opravách je preto dôležitý výber vhodného staviva, ktoré je odolné proti zemnej vlhkosti aj proti pôsobeniu vonkajších činiteľov. Úplne nevhodným materiálom je opuka a s určitými výnimkami aj pieskovec. Podmienečne vhodné môžu byť kryštalicke bridlice, vyvreliny a pálené tehly. Výber je však podmienený nielen vlastnosťami materiálu, ale predovšetkým historickým kontextom (mal by byť používaný materiál v mieste obvyklý).

Na rezné murivo, ktoré nie je chránené pred vlhkosťou, nie sú vhodné tehly „lícovky“ (klinkery, zvonivky), ktoré sú pálené na vyššie teploty, majú spekaný povrch a nie sú porézne. Tieto tehly musia byť kladené do cementovej malty (ako predpisujú výrobcovia), sú určené pre odolný povrch stavieb izolovaných a zastrešených.

V konštrukcii, ktorá je vo vlhkom prostredí, vytvorí nepriechodný povrch, ktorý bráni priechodu vlhkosti, vlhkosť sa hromadí za lícom a časom dôjde k porušeniu mrazom. S vápennou maltou sa tieto tehly nespoja, po krátkom čase sa od malty odtrhnú.



Pri opravách a prestavovaní muriva vystaveného poveternostným vplyvom je nutné používať vápenné malty s hydraulickou prísadou. Hydraulická malta je nevyhnutná, pretože sa väčšinou muruje vo vlhkom prostredí.

Malta v škárach musí mať vždy menšiu pevnosť ako kameň. Pri pôsobení vonkajších činiteľov dochádza k narušeniu malty, preto je nutná pravidelná údržba a obnova škár.

Historické vonkajšie múry boli často omietané, obnova omietok oporných a ohradných múrov je komplikovaný problém, ktorý musí projektant a zhotoviteľ riešiť v spolupráci s technológmi a pamiatkarmi a s ohľadom na materiály použité v murive, vonkajšie podmienky a autentický vzhľad pamiatky. Rovnaký prístup je nutné voliť pri návrhu a realizácii výplne škár rezného muriva.

Cementové a vystužené omietky na vonkajších múroch sú úplne neprípustné.

► Obr. 19.  
Cementový nástreč na stene z opuky;  
Praha, Hradčany.



►► Obr. 20.  
Monolitická koruna  
bez dilatčných  
škár, zmršťovacími  
trhlinami zateká do  
muriva – nástreč steny  
cementovou maltou je  
odtrhnutý; Jihlava.

Koruna vonkajších múrov musí byť dobre chránená proti prenikaniu zrážkovej vody. Technicky najspoľahlivejšia môže byť koruna tvorená strešnou krytinou (tašky, škridle, šindel), či už kladenou do malty, alebo na drevenej nosnej konštrukcii. Výhodou je ľahká oprava.

Pre tehlovú korunu nie sú vhodné tehly tvrdo pálené, vhodné sú staré tehly z búrania, ktorých mrazuvzdornosť je skladovaním preverená, prípadne kvalitné nové tehly, ktoré však musia byť porézne. Koruna z týchto tehál bude kladená do nastavenej vápennej malty. Malta musí byť nastavená, aby do mrazu nadobudla pevnosť a nezmrzla. Maltové lôžko a styčné škáry musia byť dokonale vyplnené, aby v škárach neboli medzery, v ktorých sa bude hromadiť voda a zamrzáť. Nastavená malta (na rozdiel od cementovej) má menšie zmrštenie, takže v nej zmršťovaním a tepelnými dilatáciami nevznikajú trhlinky, ktorými môže do koruny a do muriva prenikať voda.

Vápenná malta má však nižšiu životnosť ako malta cementová, preto sa škárovanie musí pravidelne opravovať (je nutná kontrola po každej zime).

Je nutné doplniť vypadnuté škáry (najmä škáry odkvapú koruny), znovu osadiť uvoľnené tehly, prípadne obnoviť hydrofobizáciu (ktorá môže predĺžiť trvanlivosť opráv).

Obdobné princípy je nutné dodržať pri budovaní koruny z lomového kameňa, kamenných alebo betónových dosiek. Dosky musia byť z kameňa, ktorý nie je príliš nasiakavý, aby nedochádzalo k prenikaniu vlhkosti do muriva kameňom. Pri historických stavbách sa osvedčili veľké žulové dosky s hrúbkou 8 až 10 cm, ktoré sú ťažké a nepodmŕzajú. Škáry a uloženie kamenných alebo betónových dosiek menšej hrúbky je nutné pravidelne opravovať a dosky prípadne prekladať. Koruna musí mať spád a dostatočný presah, aby bola dobre odvodňovaná. Koruna z lomového kameňa by mala mať čo najmenšiu plochu škár.

Pri ruinách sa na korunu osadzuje mačina, ktorá zmierňuje tepelné namáhanie koruny a vytvára priaznivý vlhkostný režim. Pre osadenie mačiny na korunu nie sú nutné zvláštne úpravy, oplatí sa osadenie mačiny sňatej z okolitého muriva (viac pozri v: [Torzálna architektúra](#)).

V žiadnom prípade nie je vhodné zriaďovať monolitickú korunu múru. Koruna je značne namáhaná tepelne a musí dilatovať.

Zvislé trhliny spôsobené tepelnými dilatáciami vznikajú pri parapetoch oporných múrov alebo pri kamenných mostoch vo vzdialenostiach 3 až 5 m. Koruna by mala dilatovať vo vzdialenostiach maximálne 1 m.



Zriaďovanie železobetónových vencov na korune ohradných a oporných múrov neprispieva ani k zvýšeniu stability, ani k ochrane muriva.

Korózia výstuže naopak spôsobuje vážne poruchy, preto sú pri NKP neprípustné železobetónové vence na korunách múrov, vystavených poveternostným podmienkam.

Oporné múry, ktoré majú statické poruchy alebo múry, pri ktorých dochádza k zmene stavebnej situácie, je nutné posúdiť statickým výpočtom.

Posudzuje sa šmykové a tlakové napätie v murive od zemného tlaku a vlastnej tiaže, napätie v základovej škáre a stabilita múru. Na výpočet je potrebné poznať geometriu múru, spôsob založenia, materiál

muriva, vlastnosti základovej zeminy a násypu za rubom múru. Na získanie vstupných hodnôt výpočtu sú obvykle potrebné sondy.

Zaistenie stability historických oporných múrov predstavuje mnohokrát značný problém, pretože sa pri ich navrhovaní a stavbe neuplatňovali také prísne požiadavky ako dnes. Pri historických oporných múroch sa predpokladala nižšia životnosť v porovnaní s požadovanou veľmi vysokou životnosťou novodobých železničných násypov, hrádzí, opevnení mostov (ktorú preukázala ich bezchybná funkcia počas obdobia 100 a viac rokov). Historické oporné múry preto v mnohých prípadoch na normové zaťaženie násypmi nevyhovujú.

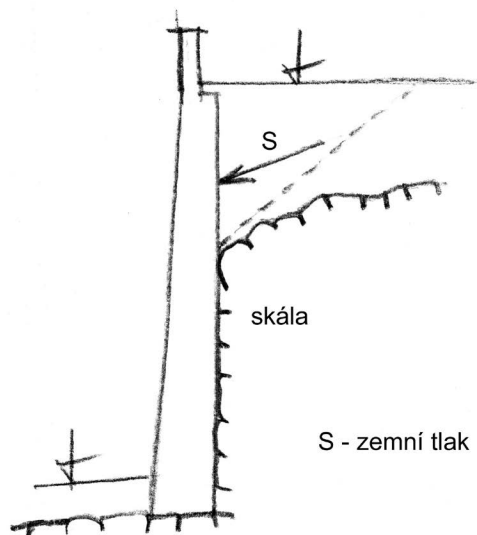
Pri porušení zemným tlakom sa múr nakláňa, vyduje alebo poruší šmykom pri ohybe v mieste pôsobenia najväčšieho zemného tlaku. Miesto porušenia závisí od vlastností zeminy (uhla vnútorného trenia  $\phi$  a kohézie  $c$ ). Najčastejšie sa môžeme stretnúť s porušením asi v  $1/3$  výšky múru. Násyp sa ušmykne v rovine uhla vnútorného trenia, vysype sa na vonkajšiu stranu múru a porušená horná časť múru sa oprie o stabilnú časť násypu. Pri skúmaní porúch historických oporných múrov sa však zisťuje, že v mnohých prípadoch nie je bezprostrednou príčinou zrútenia pôsobenie zemného tlaku, ale strata únosnosti muriva, z ktorého bola vodou pretekajúcou z násypu vyplavená malta. Zrúti sa horná časť múru poškodená vodou a obnažený násyp si zachová len málo porušené pôvodné líce. Z uvedeného príkladu vyplýva, že pri posudzovaní historických oporných múrov je nutné parametre násypu, ktoré sú závislé od jeho (často vrstevnatého) charakteru a najmä od jeho uľahlosti, voliť s ohľadom na jeho skutočné vlastnosti, prípadne ich zisťovať geotechnickými skúškami.

Veľmi často je príčinou zrútenia (alebo odtrhnutia líca) ohradných a oporných múrov utesnenie ich povrchu nepriedušným škárovaním (cementovou maltou) alebo betónovou/torkretovou vrstvou. Utesnený povrch bráni prenikaniu vody z násypu (alebo z narušenej koruny) k vonkajšiemu lícu, voda sa hromadí buď v násype za múrom a významne zvyšuje zemný tlak, alebo tesne za nepriedušným povrchom, kde mrzne a spôsobí odtrhnutie líca muriva.

► Obr. 21. Hradba z lomového muriva, ktorá tvorí líce zemného násypu, bola vyškárovaná cementovou maltou. Utesnené líce zadržovalo vodu prenikajúcu z násypu, pôsobením vlastnej tiaže sa narušené líce zrútilo; Hrad Klenová.



Od oporných múrov treba rozlíšiť zárubné múry, ktoré obmurujú výlom v skale, ktorej súdržnosť je vyhovujúca a neohrozuje múr zemným tlakom. Tam, kde skala nevychádza na povrch, má spodná časť múru funkciu zárubného múru, horná časť nad povrchom skaly pôsobí ako oporný múr. Pre posúdenie statického pôsobenia sú zvyčajne potrebné sondy.



## Oporná a zárubní zeď

Pri budovaní nových oporných/ohradných múrov si treba uvedomiť, že:

- stabilita múru je zaistená predovšetkým jeho hmotnosťou/hrúbkou,
- únosnosť steny pri zaťažení zemným tlakom je tiež daná jej hrúbkou,
- každý ohradný múr je stavebná konštrukcia, ktorá musí byť založená v hĺbke zodpovedajúcej klimatickým podmienkam,
- vystuženie múru k zvýšeniu stability alebo únosnosti neprispieje.

## RUINY A TORZÁLNE OBJEKTY<sup>13</sup>

Pri stavbách nezastrešených, ktoré ostávajú v režime udržiavaných ruín (väčšinou ide o hrady), by prednostne mali byť opravované miesta, ktoré sú v havarijnom stave a miesta, kde hrozí strata pamiatkovej hodnoty.

Následne by mal byť vypracovaný plán/architektonická štúdia celkovej konzervácie a prezentácie hradu spolu s úpravami pre návštevnícku prevádzku (aj v prípade, že je ruina voľne prístupná). Štúdia určí postup opravy a konzervácie po etapách. Pre zaistenie bezpečnosti návštevníkov je nutné zriadiť chodníky vymedzené zábranami a doplnené informačným systémom.

Pri ruine, ktorá je NKP alebo stavbe v torzálnom stave sú prípustné iba také zásahy, ktorých cieľom je konzervácia súčasného stavu, teda stabilizácia ohrozeného muriva a jeho ochrana pred pôsobením poveternostných podmienok a vegetácie.

Konzervačný charakter musí mať aj statické zabezpečenie, ktoré je len čiastkovou časťou stavebných prác. Pri konzervačných prácach môžu byť používané iba overené technológie a materiály, ktoré neovplyvnia nepriaznivo historické murivo.

Pri murive s odpadnutým lícom je nutné domurovanie. Pri murive, ktoré má do hĺbky narušené škáry

<sup>13</sup> K problematike torzálnej architektúry viac pozri v: [Torzálna architektúra; Kaštiele a kúrie](#).

a ktorého kamene sú uvoľnené, je nutné uvoľnené kamene prezrieť a doplniť škárovanie. Nevyhnutné je škárovanie, prípadne aj injektáž trhlín. Nutné je zaistenie nestabilných a previsnutých častí objektov. Nevyhnutná je stabilizácia korún muriva preložením a domurovaním a ich ochrana (napríklad osadením mačiny).

Historickú stavbu, ktorej materiály sú porézne a nasiakavé, nie je možné úplne ochrániť proti zemnej vlhkosti. Jedinou spoľahlivou ochranou proti zrážkovej vode je strecha.

Zastrešenie torzálného objektu je významným zásahom do jeho pamiatkovej podstaty, preto treba koncepciu riešenia vždy spracovať vo variantoch (strecha viditeľná alebo skrytá; druhy krytiny a pod.) a v predstihu konzultovať s KPÚ (viac pozri v: Torzálna architektúra).

Konzervácia by mala prebiehať len s minimálnymi zásahmi do terénu, nie je prípustné bez dôkladnej analýzy a schválenia KPÚ vykopávať zasypané priestory. Je nutné zaistiť odvodnenie objektov, ich interiérov i plôch medzi nimi. Každý zásah do terénu by mal byť vopred prerokovaný s oprávnenou archeologickou organizáciou a mal by byť zaistený archeologický výskum alebo dohľad.

Pokiaľ je pravdepodobné, že archeologický výskum odkryje významné konštrukcie, je nutné urobiť opatrenia na ochranu a konzerváciu nálezov. Ideálnym spôsobom je výkop pod zastrešením.<sup>14</sup>

Pri oprave ruiny je nutné riešiť prieskum a dokumentáciu, problémy bezpečnosti, odstránenie alebo zaistenie havarijných stavov, odvodnenie areálu i jednotlivých objektov, zaistenie stability, ochranu a opravu muriva, konzerváciu a ochranu cenných prvkov, sprístupnenie a prípadnú prezentáciu, plán údržby atď. Návrh opravy musí určiť priority postupu a koncepciu opravy.

### Konzervácia muriva vystaveného poveternostným podmienkam<sup>15</sup>

Pri konzervácii muriva vystaveného poveternostným podmienkam sa uplatnia predovšetkým tieto práce:

- oprava líca muriva, ktoré má pôvodnú maltu do hĺbky (viac ako 30 mm) vyplavenú alebo zvetranú,
- domurovky a opravy vypadnutých častí muriva,
- oprava alebo premurovanie korún muriva,
- konzervácia architektonických, kamenných a autentických drevených prvkov, zachovaného škárovania, prípadne autentických omietok.

Pri všetkých týchto prácach treba počítať s tým, že murivo má obnažené líce, koruna nie je chránená pred vonkajšími činiteľmi inak, než škárovaním muriva (len v niektorých prípadoch sa osadzuje mačinou), rub steny je mnohokrát zasypaný, takže murivo je ovplyvňované vlhkosťou z násypov. V mnohých prípadoch sa opravuje murivo, ktoré je vlhké, a nie je mož-

né počítať s tým, že do zimy prebehne karbonatácia vápennej malty. Je preto nutné použiť maltu s hydraulickou zložkou, ktorá zaistí dostatočnú počiatočnú pevnosť malty. Malta, ktorá je v líci muriva, nesmie jeho povrch utesniť, aby nedochádzalo k namŕzaniu muriva v zime. Malta v škárach koruny by mala brániť prenikaniu zrážkovej vody do muriva.

V mnohých prípadoch sa aj na murive ruín zachovali zvyšky omietok, niekedy iba ich spodné vrstvy, niekedy je dobre zachovaná malta v škárach. Pri konzervácii zvyškov omietok a škárovaní je potrebné doplniť poškodené miesta a zvetrané omietky spevniť, prípadne hydrofobizovať. Pri NKP musí byť konzervácia architektonických a autentických drevených prvkov, omietok a mált vykonávaná na základe pamiatkových výskumov a pod dohľadom reštaurátora.

Pri domurovkách a oprave škárovania je vyžadované, aby malta mala rovnakú štruktúru i farebnosť ako pôvodná malta, vznikajú teda požiadavky na použitie miestneho piesku, použitie vyšších frakcií kameniva, prípadne na dosiahnutie vhodnej farebnosti miešaním rôznych pieskov. Zloženie a technológia malty by pri NKP mala byť navrhnutá na základe technologického prieskumu a schválená na vzorkách.

V priebehu 20. storočia sa pri konzervácii torzálnych stavieb používali cementové malty alebo malty s vysokým obsahom cementu, ktoré dlhodobo zaručovali vysokú pevnosť, teda aj relatívne dlhodobú trvanlivosť opravy. Po dlhšej dobe (30 až 70 rokov) sa však veľmi nepriaznivo prejavujú dôsledky utesnenia povrchu muriva. Vlhkosť, ktorá sa hromadí za lícom, vylúhuje vápno z pôvodnej malty, vlhké murivo mrzne, dôsledkom vysokej pevnosti malty sú dilatčné trhliny v korunách, ktorými do muriva preniká voda. Cementová malta má často vyššiu pevnosť ako stavivo, takže pri vzniku trhlín dochádza k mechanickému poškodeniu kameňa. Veľmi nepriaznivá je okolnosť, že cementové škárovanie sa nedá opravovať, je nutné vysekanie, pri ktorom dochádza k poškodeniu autentického staviva.

Z uvedených dôvodov je užívanie mált, ktoré majú vysokú pevnosť a sú nepriedušné pri konzervácii muriva vystaveného poveternostným podmienkam neprípustné.

Pri opravách pamiatok vystavených poveternostným podmienkam je preto potrebné hľadať ideálne zloženie malty na konkrétne použitie na určitej stavbe. Vždy pôjde o kompromis medzi technickými vlastnosťami malty a jej trvanlivosťou, vždy bude nevyhnutné pamiatku udržiavať a včas a vhodným spôsobom opravovať vzniknuté škody.

### PEVNOSTNÉ STAVBY

Špecifickým problémom ochrany pamiatkového fondu je barokové opevnenie s opornými múrmi zemných násypov, v ktorých bývajú klenuté kazematy pre prístup k streleckým komorám a niekedy aj rozľahlé sály (napríklad vyšehradská Gorlica) skladov zbraní, prípadne aj pre ubytovanie vojska. Zmyslom zemného opevnenia bolo zabrániť vytvoreniu prelomov v hradbách delostreľbou alebo podkopom, ktoré sa uplatňovali pri dobývaní stredovekých hradieb.

Barokové hradby mali šikmé líce z rezného tehlového muriva ukončené kamennou korunou alebo poprsnicou. Oporný múr zemného násypu musel byť najširší v päte, šikmý vonkajší líc (*scarpa*) zlepšoval

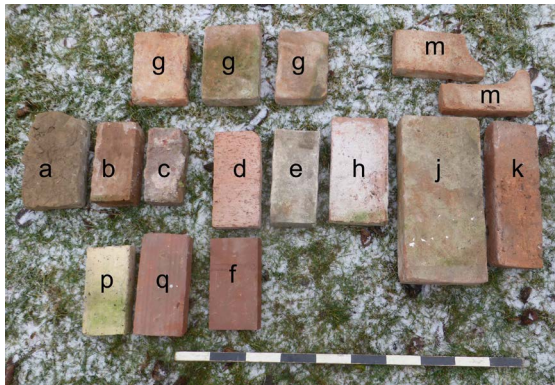
<sup>14</sup> Metódy konzervácie torzálnych stavieb sú uvedené: *Ochrana, údržba a stavební úpravy zřícenin hradů*. Praha: ŠÚPP, 1998. Tiež viac pozri v: *Diagnostika, posudzovanie a opravy muriva*.

<sup>15</sup> Tiež viac pozri v: *Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce*; Stárnutí materiálu a konstrukci.

jeho stabilitu a významne znižoval účinok delostreľby. Od 17. storočia boli oporné múry hradobných stavieb dobre dimenzované, takže sa so statickými poruchami oporných múrov kurtín, bastiónov a ravelínov stretne len vzácné.

Tehly boli na stavbu barokového opevnenia používané zrejme na zníženie nákladov a kvôli veľkému objemu prác. Niektoré hradby boli stavané z pevnostných tehál veľkého formátu. Z tesaného kameňa boli nárožné kvádre, ostenie a koruna, ktorá mala niekedy rímsu s masívnym oblúkom. Dôležitá bola veľká váha rímsy, aby nedochádzalo k jej podmržaniu. Oblúk lepšie odolával strelám ako klasická rímsa a chránil šikmý líc pred zrážkovou vodou tým, že voda nesiekala na jedno miesto, ale vietor ju pozdĺž oblúka rozstrekoval do kvapiek.

► Obr. 23. Rozmery tehál: a – nepálená; b, c – stredoveké; d, e – klasický formát (16. – 20. storočie); f – lícovka (holandský formát); g – klenbovka; h – pevnostné (17. – 18. storočie); j, k – rímsovky; m – tvarovky; p – šamotka; q – nová lícovka.



► Obr. 24. Degradácia spekaných tehál škárovaných cementovou maltou; Praha, Pohorelec.



►► Obr. 25. Statické modely klenieb.

Horné plochy zemných valov boli dobre odvodnené, boli porastené trávou, ktorá zadržovala vlhkosť a nebránila vysychaniu. Podzemné priestory boli izolované ílom a teleso valu bolo odvodnené systémom kanálov. Ílové izolácie plnia svoju funkciu pokiaľ sú vo vlhkom prostredí a pokiaľ nie sú narušené druhotným zásahom (výkopom, sondou). Ílové izolácie musia byť chránené pred vznikom zmršťovacích trhlín pri vyschnutí a pred mrazom, ktorý spôsobí zväčšenie objemu a následné zmrštenie, preto nie sú vhodné na izoláciu klenieb, ktoré sú zospodu ovplyvnené vonkajším prostredím (ruiny, mosty). V týchto prípadoch je možné využiť bentonitové rohože, ktoré zaručujú nepriepustnosť aj pri objemových zmenách. Aby pri objemových zmenách nedošlo k zdvihnutiu povrchu, musia byť bentonitové rohože zaťažené.

V súčasnej dobe majú barokové opevnenia poruchy spôsobené predovšetkým dlhodobým zanedbaním údržby. Pri opravách tehlových hradieb má zásadnú dôležitosť obnova odvodnenia a výber tehál a malty. Je potrebné dodržiavať tieto zásady: malta

nesmie utesniť líc muriva, musí byť mäkkšia ako tehly, nie je možné používať cementové malty, ktoré majú veľké zmrštenie, nie sú vhodné ostro pálené tehly (klinkery, zvonivky), ktoré vyžadujú maltu s vysokou pevnosťou, musí byť umožnená dilatácia parapetov a korún.

Veľmi dôležitá je pravidelná údržba – narušené škáry je nutné ihneď opraviť, je nutné udržiavať vegetáciu a odvodnenie.

## 2. 5. KLENBA<sup>16</sup>

Táto kapitola sa zaoberá statickou funkciou klenby, závislosťou únosnosti klenby od jej tvaru, konštrukcie a spôsobom stavby klenieb, nie typológiou a históriou klenieb.

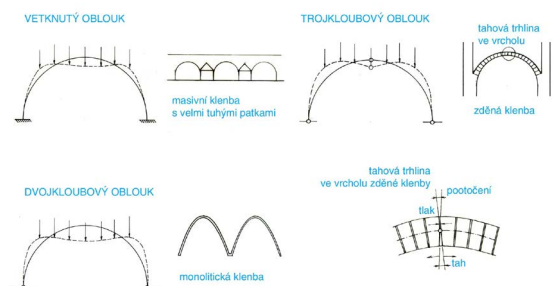
Klenba je konštrukcia tvarovo usporiadaná tak, aby bola namáhaná prevažne tlakom.

Priebeh tlaku v klenbe vyjadruje tlaková čiara, ktorá je výslednicou (súčtom vektorov) reakcie klenby a jej zaťaženia.

### STATICÝ MODEL KLENBY

Zjednodušený model klenby závisí od možného posunu pätiiek, ktorý sa rozhodujúcou mierou podieľa na jej namáhaní. Pokiaľ došlo k vodorovnému posunu (vo vrchole môže vzniknúť ťahová trhlinka), potom je možné murovanú klenbu modelovať ako trojklbový oblúk.

Klenba z materiálu s vysokou pevnosťou v ťahu (drevo, oceľ, železobetón) sa chová ako dvojklbový oblúk (klby sú v uložení a pätky sú neposuvné). Masívna klenba sa chová ako votknutý oblúk, uloženie klenby je neposuvné a je namáhané ohybom. Ako votknuté oblúky pôsobia masívne murované mosty alebo rímske klenby. Votknutie sa vyskytuje pri novodobých železobetónových mostoch.



Klenba je konštrukcia namáhaná prevažne tlakom. Funkciu murovanej klenby zaisťuje kontakt staviva (tehál, klenákov), preto musia byť všetky škáry dokonale vyplnené maltou.

Murované klenby historických budov najčastejšie pôsobia ako trojklbový oblúk – uloženie v pätke umožňuje pootočenie, pri pootočení vo vrchole dôjde pri väčších rozpätíach k prekročení pevnosti malty v ťahu a k vzniku trhliny. Pokiaľ sú pätky trojklbového oblúka neposuvné, je konštrukcia stabilná, aj keď má vo vrchole ťahovú trhlinku.

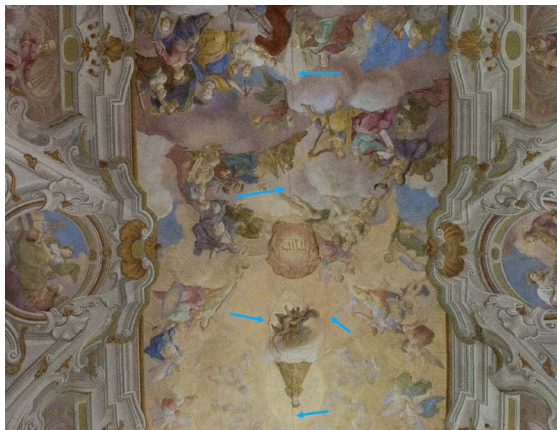
<sup>16</sup> Pre problematiku tohto typu konštrukcií tiež viac pozri v: Murované konštrukcie: Podlahy, stropy, schodiská.

► Obr. 30 a, b. Závlače tiahel pod omietkou fasády; P. P. Columban: kostol sv. Václava, Ledčice, 1752.

► Obr. 26. Trhlina vo vrchole trojkľbového oblúku, Giovanni M. Filippi: kostol Nar. P. Márie, 1617 – 1624, Vranov nad Dyji.

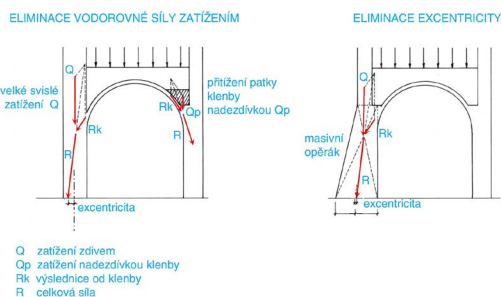
► Obr. 31 a, b, c. Detaily kotvenia šikmého tiahla zamurovaného do klenby; dóm sv. Václava, Olomouc.

Trhlinu vo vrchole klenby je možné vyškárať, ale nie spevňovať kotvou, mohla by sa presunúť do inej škáry.

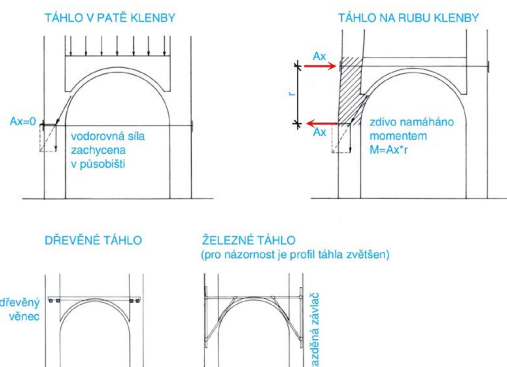


Vodorovná reakcia klenby je zachytená trením vyvolaným zvislým zaťažením v pätkach, operadlom alebo tiahlom. Tiahlo môže byť umiestnené viditeľne v pätkach, na rube klenby alebo je do klenby zamurované; býva drevené, železné, prípadne kombinované. Tiahlo klenby často spolupôsobí s konštrukciou krovu. Tiahlo je účinné, pokiaľ je primerane napnuté, napnutie zaisťuje klinový alebo skrutkový napínač, pričom je nutná jeho pravidelná kontrola.

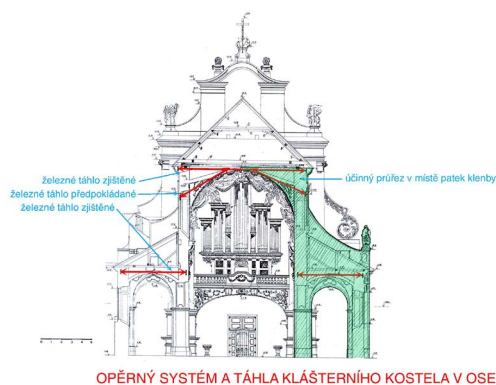
► Obr. 27. Zachytenie vodorovnej reakcie klenby.



► Obr. 28. Zachytenie vodorovnej reakcie klenby tiahlom.



► Obr. 29. Nosný systém a tiahla kláštorného kostola Nanebovzitia P. Márie, Osek, 1712 – 1719. Románska stavba mala tenké steny, ktoré nemohli zachytiť vodorovnú reakciu klenby, preto boli nad priečnymi stenami bočných lodí vybudované oporné oblúky, ktoré prenášali zaťaženie z klenby na vonkajšie mury bočných lodí. Múry kostola a podporné oblúky boli spojené železnými tiahlami.



## KONŠTRUKCIA KLENBY

Najstaršie klenby boli kamenné, v západnej Európe sú bežné klenby z tesaných kvádrov, na Slovensku sa vyskytujú výnimočne, obvyklý je lomový kameň. Tehlové klenby sú u nás bežné už od stredoveku.

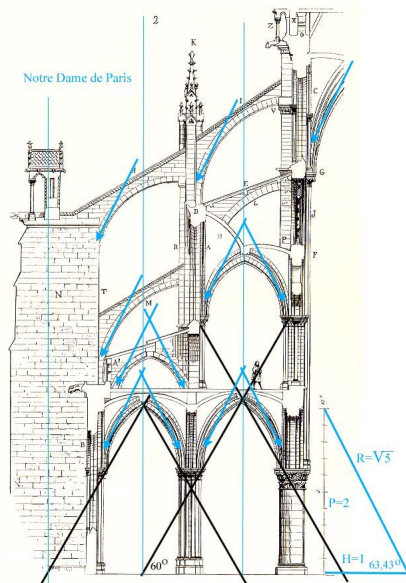
Súčasťou konštrukcie klenby bývalo rebro, ktoré malo niekoľko funkcií:

- zosilnenie klenby (to bola zrejme prvotná funkcia rebra),

►► Obr. 34. Pálené tvarovky klenbových rebier: 1 – tretia štvrtina 15. storočia; 2 – druhá tretina 16. storočia; 3 – opukové rebro zo 14. storočia; 4 – tehlová tvarovka z Červeného kostola vo Varnsdorfe (1904 – 1905); NPÚ Krásné Březno.

- usmernenie tlakov do podpôr – spolu s krížovou klenbou, lomeným oblúkom a oporným systémom rebro umožnilo vznik skeletu z tesaného kameňa,
- rebro je významným architektonickým prvkom – vyjadruje tektoniku klenby; rebra klenby tesali kamenári podľa presne konštruovaných výkresov, podľa rovnakých výkresov konštruovali tesári ramenáty – potrebná bola dobrá znalosť geometrie (plochy medzi rebrami sa pôvodne klenuli na debnenie, neskôr z ruky pomocou jednoduchého podoprenia – medzirebrové klenby obvykle už netvorili geometricky definované plochy),
- rebra mali nezastupiteľnú úlohu pri stavbe klenby, po zatvrdnutí bola klenba často schopná plniť nosnú funkciu bez spolupôsobenia s rebrami – dokladajú to príklady stavieb, kde rebra odpadli bez toho, aby došlo k výraznejšiemu porušeniu klenby.

► Obr. 32. Konštrukčné prvky gotickej katedrály (Viollet-le-Duc), Saint-Denis.



► Obr. 33 a, b. Klenbové rebro odtrhnuté a posunuté po zrútení krovu pri požiari; únosnosť klenby bez spolupôsobenia rebier bola zachovaná; kostol sv. Petra a Pavla, Mělník, 15. storočie.



►► Obr. 35. Oporný systém použitý v barokovej gotike; Jan B. Santini: pútnický kostol sv. Jána Nepomuckého na Zelenej hore, 1719.



Rebra boli obvykle kamenné, vyskytujú sa aj tehlové rebra obdobného tvaru ako kamenné, pri neskorých gotických klenbách aj tehlové tvarovky. Zatiaľ čo rebra v tvare klenákov boli podopierané ramenátom, tehlové tvarovky sa kládli na plošné debnenie.



Renesančné a barokové klenby veľkých priestorov sú vystužené rubovými rebrami (pásmi), ktoré sú previazané s klenbou a majú podstatne väčšiu dimenziu ako rebra. Rebra a rubové pásy musia byť pri stavbe podopreté ramenátmi.

Oporný pilier je základným konštrukčným prvkom, ktorý svojou hmotou zachytáva vodorovnú reakciu klenby. Túto funkciu majú už vztýčené monolity (ktoré sú niekedy dokonca šikmé a spolupôsobia s násypom mohyly) nesúce masívne stropy komorových megalitických stavieb. Oporné piliere sú už pravidelnou súčasťou gotických klenutých kostolov (ktoré majú na rozdiel od románskych kostolov múry výrazne hrubšie).<sup>17</sup>

Oporné piliere barokových kostolov sú viditeľné zvonku, ale často sú vtiahnuté dovnútra. Pri dynamických stavbách je ich masívne murivo v pôdoryse zjavné, ale z interiéru, ani v pohľade na fasádu, sa neuplatňuje.



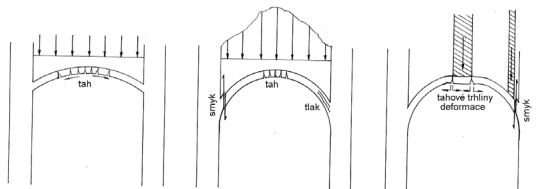
Tiahla sa stávali súčasťou konštrukcie klenby tam, kde na zachytenie vodorovnej reakcie klenby nestačilo trenie v pätkle alebo oporný pilier.

<sup>17</sup> MUK, J. Konstrukce a tvar středověkých kleneb. In: *Umění*. 1977, roč. XXV; MUK, J. *Historické konstrukce I*. Praha: ČVUT, 1996.

## PORUCHY KLENIEB

Klenby majú veľkú únosnosť, ich preťaženie sa vyskytuje menej často, môže k nemu dôjsť pri zmene využitia (napríklad pri veľkom zaťažení archívom alebo skladovaním obilia na klenbách, ktoré na to neboli dimenzované). Častejšie je lokálne preťaženie dodatočným nosným múrom alebo priečkou stojacou na klenbe. K preťaženiu klenby dôjde aj pri zhoršení kvality jej muriva v zdevastovanom objekte, kde je klenba premočená, vyplavuje sa malta a dochádza k odmrzániu tehál.

► Obr. 36. Poruchy klenieb spôsobené preťažením, zľava: preťaženie (ploché klenby, klenby poddimenzované); extrémne zaťažené klenby (suť, obilie, klenby narušené poveternostnými podmienkami); lokálne preťaženie (priečky, nosné steny na klenbe).

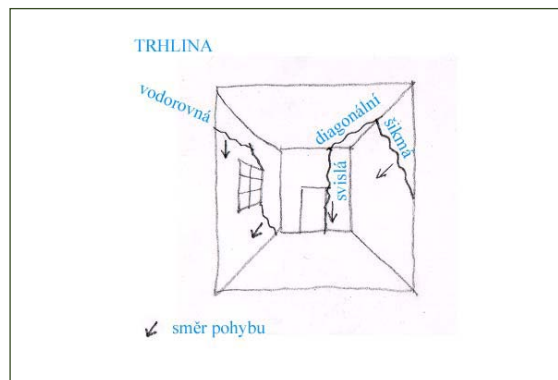
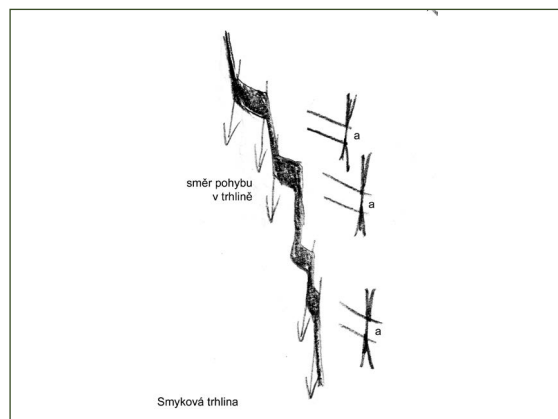
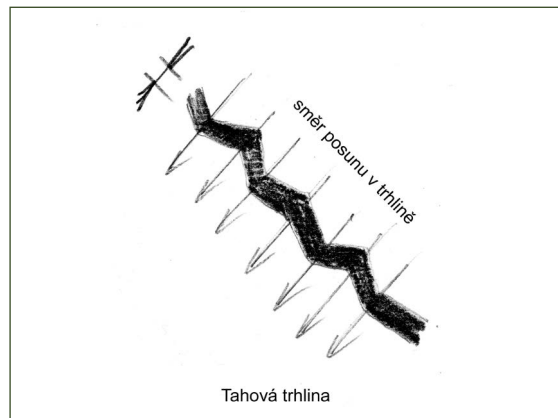
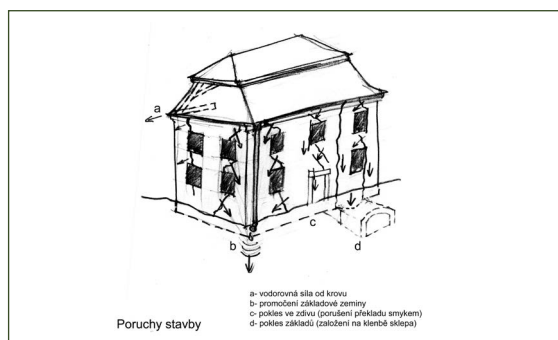
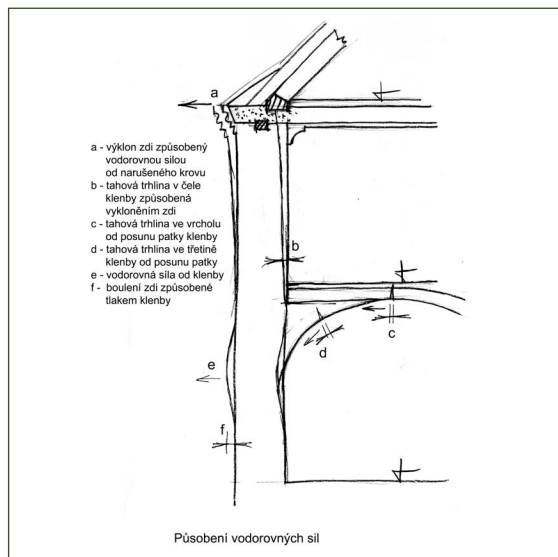


Pri celkovom preťažení klenby vznikajú pozdĺžne ťahové trhliny vo vrchole alebo v nebezpečnom priereze (je vymedzený stredovým uhlom cca 120°), menej často priečne trhliny v uložení. Lokálne preťaženie sa prejaví ťahovými, prípadne šmykovými trhlínami pod preťaženým miestom.

Pri klenbách väčšieho rozpätia sú bežné pozdĺžne ťahové trhliny vo vrchole, ktoré väčšinou neohrozujú funkciu klenby (pokiaľ sú jej podpory neposuvné). Murovaná klenba bežnej hrúbky sa väčšinou chová ako trojkľbový oblúk, trhlina vo vrchole je prejavom existencie kľbu.

Časté sú poruchy klenieb vyvolané pohybom podpôr (pätiék klenby) pri poklese alebo odklonení muriva, trhliny v klenbách sú dôležitým indikátorom porúch stavby ako celku. K posunu podpory klenby môže dôjsť:

► Obr. 37 a, b, c, d, e. Prejavy vodorovných síl od krovu a klenby; Lokálne príčiny a prejavy porúch nosných konštrukcií; Ťahová trhlina; Šmyková trhlina; Odporúčaná spôsob značenia smeru trhlín.



- pri poklese základu,
- pootočením steny okolo vonkajšej hrany základu,
- pôsobením vodorovnej sily od narušeného krovu,
- vodorovnou silou od klenby, ktorá spôsobí vydutie steny alebo jej odklon,
- pri narušení tiaha, ktorého funkciou bolo zachytenie vodorovnej reakcie klenby.

Pri posune podpôr sa otvoria ťahové trhliny v škárah medzi lunetami klenby a obvodovou stenou, vzniknú ťahové trhliny v lunetách, pri križovej alebo lunetovej klenbe diagonálne ťahové trhliny pri pätkách. Pri poklese muriva alebo základu vznikajú v rovnakých miestach skôr trhliny šmykové.

Uvedené príčiny pôsobia často lokálne, základová pôda je premočená len v niektorých miestach, narušené sú len niektoré záhlavia krovu alebo len niektoré tiaha. Lokálne pôsobiace príčiny sa prejavajú diagonálnymi trhlínami, ktoré sú kolmé na pôsobenie ťahových síl.

Rozlíšiť uvedené príčiny môže byť pomerne ťažké, zvlášť keď niektoré z nich pôsobia súčasne, preto je vždy potrebná analýza celej stavby.

K poruchám klenby dochádza v dôsledku:

- poddimenzovanie,
- narušenie muriva (napríklad zatekaním),
- preťaženie (zaťaženie plošné alebo lokálne),
- posunutie podpôr (pokles, vyklonenie, vyudutie muriva),
- narušenie funkcie tiahla alebo oporného systému.

Pri prieskume a posudzovaní klenby je nutné konštrukčný systém vždy spoľahlivo identifikovať a zistiť funkciu a stav jeho prvkov. Posúdenie klenby statickým výpočtom je nutné v prípade, že je porušená alebo má byť pritražená. Statický výpočet musí vziať do úvahy tvar a dimenzie klenby (rebrá, rubové pásy, nadmurovky), všetky spolupôsobiace konštrukcie (tiahla, murivo, oporné piliere, prípadne aj spolupôsobiacie prvky krovu – väzné trámy s tiahlom) a pôsobenie vonkajších príčin (pokles v základoch, výklon muriva). V zložitých prípadoch je nutný 3D model konštrukčného systému a sondy na zistenie jeho podoby.

### OPRAVY A ÚPRAVY KLENIEB

Analýza prieskumu a statický výpočet sú základom na zistenie príčin porúch klenby a návrh opravy. Pri oprave porúch klenby má vždy prednosť obnova pôvodného konštrukčného systému (ak bol dobre navrhnutý). Pôvodnú statickú funkciu je možné obnoviť aj pri značne narušenej klenbe podoprením na ramená a starostlivým premurovaním.



► Obr. 38 a, b, c, d, e, f. Tehlová klenba a murivo, výrazne narušené poveternostnými podmienkami a vegetáciou – postup opravy, hrobka Krásná Lípa, koniec 19. storočia.



Zosilnenie, doplnenie alebo nahradenie autentických konštrukcií je pri NKP prípustné len v prípade, že autentický systém mal vážne poruchy, ktoré prekážal statický výpočet. Stavebné úpravy a využitie objektu by mali vychádzať z možností existujúceho nosného systému a mali by byť navrhnuté tak, aby nebolo nutné autentické konštrukcie zosilňovať alebo dopĺňať.

### Oprava trhlín a škár

Po odstránení vonkajších príčin porúch klenby je nutné predovšetkým obnoviť jej statickú funkciu, a teda zaistiť prenos síl tlakom medzi jednotlivými klenákmi.

To znamená vyplniť všetky trhliny a otvorené škáry hĺbkovým výškárovaním (odstrániť starú maltu a nahradiť ju novou v celej hrúbke klenby) Viac pozri v: [2.4. Murované konštrukcie, Hĺbkové škárovanie a injektáž](#). Trhliny širšie ako 3 cm je potrebné vyklíňovať prirezanými tehliami (vhodnejšie ako dubové klinky, ktoré sa používali v minulosti).

► Obr. 39.  
Klenba starostlivo  
vymurovaná  
z lomového kameňa  
si zachovala únosnosť  
aj napriek tomu,  
že malta zo škár  
je takmer úplne  
vyplavená – pozri  
ladové cencie; hrad  
Tolštejn.



►► Obr. 40. Zvýšenie  
únosnosti klenby  
nadmurovkou  
pätiiek, kotvenou  
závitnicovou výstužou;  
Archeologický ústav,  
Praha.

Ťahové a šmykové trhliny sú prejavom narušenia nosnej funkcie klenby. Spôsob a príčiny narušenia sa určia z umiestnenia a smerov trhlín, z deformácií a prieskumu súvisiacich konštrukcií (viac pozri v: 2.5. Klenba, Poruchy klenieb).

Po odstránení príčin porúch sa trhliny v klenbe vždy vyškárujú.

Škárovanie bežnou maltou je vhodné aj pri trhlínach dilatčných – zmenší amplitúdu pohybu, dilatácii však nezabráni, treba počítať, že trhlina sa časom obnoví.

►► Obr. 41 a, b.  
Zvýšenie únosnosti  
klenby vloženou  
závitnicovou výstužou;  
kostol Nanebovzitia  
P. Márie, Plasy.

Spínanie trhlín v klenbe (statických a najmä dilatčných) výstužou vloženou do škáry, kotvami alebo strmeňmi je (v prevažujúcej väčšine prípadov) nepripustné z týchto dôvodov:

- na odstránenie príčin porúch (zachytenie vodorovnej reakcie klenby alebo posunu pätiiek, zvýšenie únosnosti preťaženej klenby) je to nedostatočné,
- pri systémovej trhline (trojkľbový oblúk) by stuženie kĺbu spôsobilo presunutie trhliny do iného miesta a teda poškodenie klenby.

### Únosnosť klenby a jej zosilnenie

Klenba, ktorej základom je polkruhový oblúk, má približne v jednej tretine rozpätia nebezpečný prierez, kde sa tlaková čiara odchyľuje od strednice a kde je klenba namáhaná okrem tlaku aj šmykom a ohybom. Historické klenby preto mávali v spodnej tretine väčšiu hrúbku, prípadne boli na rube priťažené nadmurovkou alebo kamennou rovnaninou.

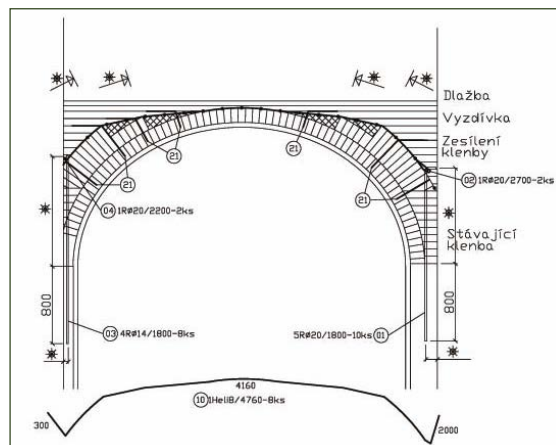
Je preto neprípustné nadmurovku alebo rovnaninu na klenbe, ktorá je súčasťou nosnej konštrukcie, odstraňovať. Rovnako nežiaduce je plošné odstraňovanie podláh a násypov na klenbách.

Dôvodom je (okrem vyššie uvedenej funkcie priťaženia pätky) predovšetkým to, že násyp je, rovnako ako všetky súčasti stavby, nositeľom informácií a je teda súčasťou pamiatkovej hodnoty stavby.

Každý zásah do konštrukcií na rube klenby je preto nutné riadne zdôvodniť a vopred schváliť príslušným KPÚ. Pokiaľ z analýzy konštrukčného systému stavby vyplynie riadne zdôvodnená nutnosť zásahu do konštrukcií nad klenbou, je nutné zaistiť

architektonicko-historický výskum a prípadne aj archeologický výskum tohto priestoru.

Klenba je konštrukcia, ktorá má vysokú únosnosť. Únosnosť historických klenieb je v prevažnej väčšine dostatočná, zosilnenie klenby je nutné spravidla iba v prípade, keď bola dodatočne preťažená, deformovaná alebo narušená vonkajšími vplyvmi. Pokiaľ je nutné zvýšiť únosnosť klenby, majú vždy prednosť spôsoby, ktoré nadväzujú na historické konštrukčné princípy. Ide o zosilnenie klenby rubovými pásmi, prípadne nadmurovkou v exponovanej časti nad pätkami. Na spojenie nového muriva klenby s murivom súčasným je účelné využitie nerezovej závitnicovej výstuže, ktorá má dobrú súdržnosť s maltou, môže byť vkladaná do škár a ľahko tvarovaná.



►► Obr. 43 a, b. Projektant považoval trhliny v škárach zamurovaných arkád renesančného zámku za statickú poruchu, navrhol oceľovú konštrukciu, na ktorú pomocou vlepovaných tiáh vyvesil klenby; nebol realizovaný architektonicko-historický výskum – kamenné stĺpiky arkád a pätky klenieb sú v plnom rozsahu zachované; Nové Syrovce.

K lokálnemu preťaženiu nosným múrom dochádzalo často, obvykle sa riešilo podmurovaním klenby nosným múrom alebo piliermi na nižšom poschodí, prípadne podchytením klenby klenutým pásom, v súčasnej dobe oceľovým nosníkom.

Zosilňovanie klenieb železobetónovou vrstvou (tzv. „rubovou škrapinou“) alebo torkretom, ktoré je odporúčané odbornou literatúrou a metodickými podkladmi,<sup>18</sup> je prekonaná technológia, ktorá je príliš veľkým zásahom do organizmu pamiatky a je zle opraviteľná a odstrániteľná.

V prevažujúcej väčšine prípadov nebolo bežne nutné používanie tejto technológie v druhej polovici 20. storočia na zosilnenie klenby a na konsolidáciu pamiatkového objektu. Jeho dôsledkom bolo odstránenie podláh a násypov klenieb, niekedy aj historických priečok a omietok, teda zánik významných dokladov stavebnej histórie pamiatky.<sup>19</sup>

► Obr. 42. Klenby zničené počas bombardovania v roku 1945 boli obnovené zo železobetónu, poškodené klenby boli zosilnené podľa návrhu prof. B. Hacara; kláštor Na Slovanech, Praha.



Životnosť železobetónu je (v závislosti od expozície) 50 až 100 rokov, preto je pre použitie v historickej pamiatke nevhodný.

Zosilnenie klenby železobetónovou konštrukciou je možné pri NKP pripustiť len v celkom výnimočných prípadoch.

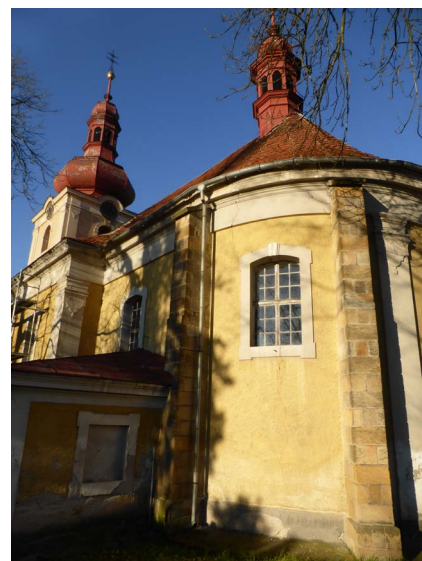
Niektoré navrhované spôsoby uplatnenia železobetónových konštrukcií („zavesenie“ klenby na železobetónové alebo oceľové nosníky) sú v rozpore s pôsobením klenby, degradujú ju na obyčajný podhľad, z hľadiska zvýšenia jej únosnosti sú neefektívne, a preto ich nie je možné odporučiť ani pri klenbách, ktoré nie sú v NKP.

►► Obr. 44. Trhliny v murive a v klenbách boli spôsobené podmáčaním základov na ílovitej pôde; v 30. rokoch 20. storočia boli poruchy interpretované ako výklon, spôsobený reakciou klenby a boli vybudované oceľové piliere; odtrhnutie pilierov od muríva je dokladom chybného riešenia; kostol sv. Gotharda, Žehuň.



### Vodorovná reakcia klenby

Posun podpory v dôsledku pôsobenia vodorovnej reakcie klenby sa riešil pomocou dodatočných tiáh alebo oporným pilierom. V prípade, že nebola správne rozpoznaná príčina porúch, bolo riešenie neúčinné.



<sup>18</sup> Sanace zděných kleneb, doporučený standard technický. Praha: ČKAIT, 2000.

<sup>19</sup> Cement v památkové péči, odborný seminář STOP, 2. dubna 1998. Praha: STOP, 1998; Co se v památkové péči (ne)osvědčilo, odborný seminář STOP, 11. říjen 2018. Praha: STOP, 2018.

Pokiaľ je pre zachytenie vodorovnej reakcie klenby nutné opraviť alebo doplniť staré tiaho, má prednosť nadviazanie na autentickú železnú alebo drevenú konštrukciu. Pokiaľ to nie je možné, má vždy prednosť oceľové tiaho predovšetkým preto, že nadväzuje na autentické riešenia, je možné ľahko kontrolovať jeho funkciu, sú možné opravy, prípadne aj náhrada alebo odstránenie a nevyžaduje veľký zásah do historických konštrukcií.

Zriaďovanie železobetónových tiahiel je úplne nevhodné z dôvodov uvedených vyššie a tiež preto, že ich funkciu (napnutie tiaha) nie je možné kontrolovať.

V nedávnej minulosti sa železobetónové vrstvy na rube klenieb spájali s tiahlami a obvodovými vencami. Tento prístup bol zdôvodňovaný zvýšením tuhosti stavby a únosnosti klenby.

Ako bolo povedané vyššie, únosnosť klenby je potrebné zvyšovať iba úplne výnimočne a chýbajúce alebo narušené tiaho je vhodnejšie realizovať z ocele.

Zvýšenie tuhosti stavby môže mať s nosnou funkciou klenby súvislosť v prípade, keď dochádza k posunu pätiiek. Vytvorenie tuhého venca v úrovni klenby túto príčinu odstráni len v niektorých prípadoch. Podrobne pozri v: Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie, Tuhost).

### Prestupy klenbou, drážky v nosnom murive

Pri zriaďovaní prestupov klenbami a drážok v nosnom murive klenutých priestorov je nutné dodržiavať uvedené zásady:

- prestup klenbou a drážka v murive musí byť od pätky, rebra alebo rubového pásu klenby vo vzdialenosti minimálne 40 cm (pri tehlovej klenbe) alebo 50 cm (pri klenbe kamennej),
- prestup klenbou a drážka v murive sa musí ručne vysekať, vyrezať alebo odvrtať, je neprípustné použitie mechanického kladiva,
- do prestupu klenbou s priemerom menším ako 30 cm sa osadí drevená alebo oceľová chránička,
- vo väčších prestupoch sa vytvorí veniec previazaný s klenákmi klenby,
- drážky v murive klenutých priestorov budú vymurované do pravidelného (obdĺžnikového) profilu,
- pred opravou narušenej klenby, pred úpravou klenby, pred vypratáním násypu alebo iným zásahom, ktorý môže narušiť jej nosnú funkciu, je nutné klenbu v potrebnom rozsahu podprieť ramenámi.

Pri zásahu do klenieb je nutné sa vždy zaoberať konštrukciou klenby a tým, ako zaťažuje ostatné konštrukcie a ako s nimi spolupôsobí.

## 2.6. MUROVANÉ MOSTY

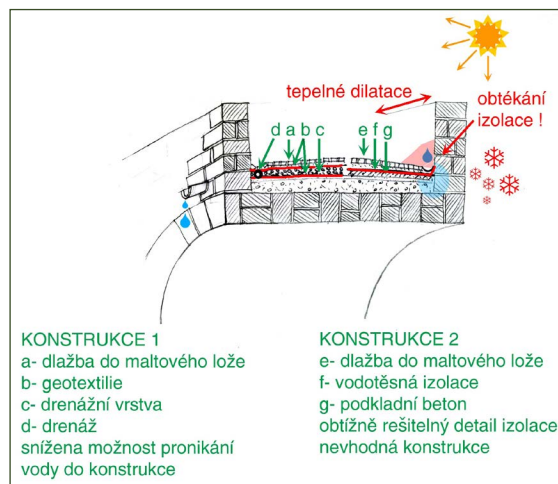
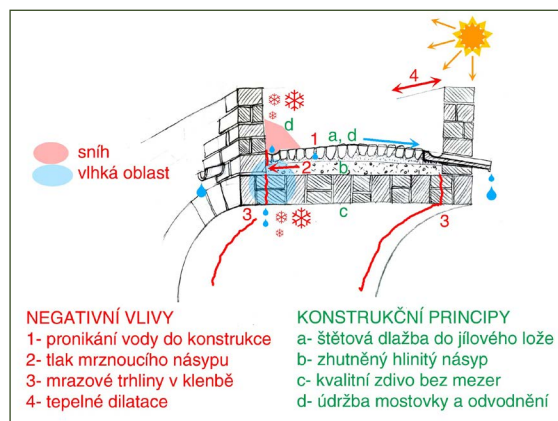
Murované mosty sa stavali od najstarších čias až do prelomu 19. a 20. storočia. Konštrukciu murovaných mostov tvoria murované piliere, ktoré bývajú tvarované tak, aby odolávali prúdeniu vody, tlaku ľadu a nárazom ľadových kryh a aby sa na návodnej strane nevytvárali víry.

Založenie mostných pilierov je veľmi individuálne, treba ho vždy dôkladne preveriť.

Ľícové murivo mostných pilierov je často z tesaných kvádrov rovnako ako klenba, pri menších a starších mostoch sa používalo aj murivo lomové. Nad pätkami klenby a nad piliermi býva nadmurovka alebo kamenná rovnánina. Násyp tvorí spravidla hlinítopiesočnatá zhutnená zemina, mostovka bola pri cestných mostoch dláždená kameňom do hlinitého lôžka.

Odvodnenie mosta tvoril pozdĺžny spád a priečna klenba dlažby, dlažba bola vyspádovaná do chrličov, ktoré boli obvykle v každom poli mosta. Pri veľkých dažďoch by dlažba mala odvieť najväčšiu časť vody do chrličov, časť vody sa škármi v dlažbe vsiakne do násypu, ktorý počas suchého počasia opäť vysychá. Pokiaľ pri veľkých dažďoch voda pretiekla násypom až k rubu klenby, mohla vápennými špármi vyteciť von a hlinitý násyp sa opäť konsolidoval.

Podmienkou dobrej funkcie odvodnenia bola pravidelná údržba dlažby (škár aj spádov) a chrličov, z času na čas muselo dôjsť k oprave škárovania spodného líca klenby.



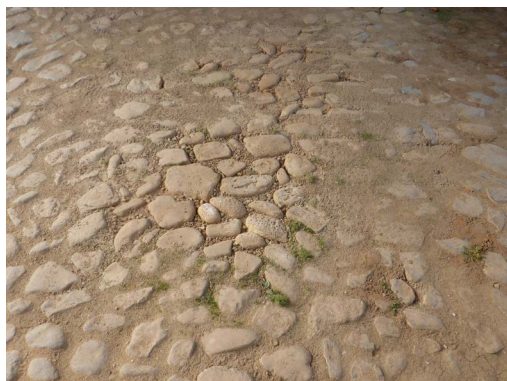
Poruchy historických mostov sú väčšinou spôsobené narušením muriva klenby a pilierov zrážkovou vodou, zatekajúcou dlažbou a prúdiacou vodou, ktorá narušuje murivo aj základy pilierov založených vo vodnom koryte. K poruchám spôsobeným preťažením dochádza spravidla len u klenieb narušených. Zrážková voda pretekajúca murivom klenby tu rozpúšťa a vyplavuje spojivo, degradovaná malta vypadáva zo škár, prevádzka na moste môže spôsobiť uvoľnenie jednotlivých klenákov a podstatné zníženie únosnosti klenby. Poruchy sa prejavujú na líci premočením klenby, rastom plesní, rias a sintrovým povlakom alebo

►► Obr. 45 a, b.  
Kamenný most;  
a – pôvodný stav,  
b – možnosti úprav.

►► Obr. 49. Styčné škáry kvádrového muriva boli vyplnené cementovou maltou, ktorá neumožňuje dilatáciu, vo vlasových trhlkách udržiavajú kapilárne sily vlhkosť, Karlov most, Praha.

kvapľami, dažďovými stopami na teréne pod klenbou, uvoľnením škár, deformáciami líca. Nad miestami, kde sa zatekanie prejavuje najviac, je obvykle prepadnutá dlažba mostovky. Pri mostoch s kamennými parapetmi vznikajú na spodnej strane klenby pozdĺžne trhliny pod stykom parapetu s dlažbou – to je miesto, kde vodu stekajúcu z priečnej klenby dlažby zadržiava parapet, kde sa drží sneh a kadiaľ do klenby najviac zateká, trhliny v zime rozširujú ľadové cencúle. V škárach parapetov bývajú dilatčné trhliny.

► Obr. 46 a, b. Doklady zatekania dlažbou mostu: narušené omietky, malta vyplavená zo škár, zelená riasa; vymleté škáry a vegetácia v miestach, kde dopadá voda pretekajúca klenbou; hrad Bečov.



► Obr. 47 a, b. Kamenný most, Zákupy: a – havarijný stav odvodnenia mostu – trhlina, nedostatočný spád a vyústenie odvodňovacieho žliabku, otvorené škáry koruny parapetu, zanedbaná údržba; b – dôsledkom zatekania „odvodňovacím“ žliabkom je odtrhnutie muriva parapetu od klenby mostu a trhliny v klenbe a pilieroch pod miestami, kde zateká.



► Obr. 48 a, b. Betónový most, Praha, Libeň: a – zatekanie pracovnými a dilatčnými škárami – ľadové cencúle; b – „dilatčný“ stav, škáry mostu.



►► Obr. 51. Poruchy spôsobené zatekaním do muriva pri parapete a zadržovaním vody nad pätkou klenby; murovaný most, Konopiště.



Prvotnou príčinou zatekania do muriva je vždy nedostatočná údržba dlažby a odvodnenia.

Vyššie uvedená funkcia odvodnenia bola v priebehu 20. storočia veľmi často narušená zásahmi do konštrukcií mostov, niekedy nekvalifikovanými. Kamenná dlažba bola nahradzovaná asfaltovým krytom, funkcia chrličov odvodňovacích žliabkami pozdĺž parapetu – veľmi často sú dimenzie a spády odvodnenia nedostatočné, detaily zle vyriešené a údržba sa vôbec nevykonáva. Narušené škáry sa opravovali cementovými maltami, ktoré zadržiavali v konštrukcii vlhkosť – tá pôsobila ďalšie škody. V niektorých prípadoch boli pod dlažbou vytvorené vodotesné izolácie položené na železobetónovú dosku. V prípadoch, keď nie sú dobre vyriešené detaily odvodnenia a odvodnenie nie je pravidelne udržiavané, vznikajú ťažko opravitelné škody.



►► Obr. 50 a, b. Kamenný most, Postoloprty: a – nedostatočné odvodnenie spôsobilo zatekanie do muriva, voda sa zadržiava medzi lícom z kvádrov vyškárovaných cementovou maltou a jadrom z lomového muriva – došlo k odtrhnutiu a zrúteniu líca; b – malý spád, netesná dlažba, zlé vyústenie a zanedbaná údržba odvodňovacieho žliabku.



Pri posudzovaní murovaného mosta je nutné zistiť a dokumentovať:

- konštrukciu (vrátane založenia) a jej dimenzie, materiály a ich vlastnosti,
- zloženie násypov a dlažby, spôsob odvodnenia, zmeny, opravy a spôsob ich vykonania,
- poruchy a vady konštrukcií a materiálov,
- posúdiť funkciu odvodnenia,
- analyzovať príčiny porúch,
- statickým výpočtom zistiť únosnosť konštrukcie a stanoviť zafážiteľnosť mosta.

Na základe analýzy konštrukcie a funkcie mosta je potrebné:

- navrhnuť, prerokovať a schváliť koncepciu opravy,
- spracovať a schváliť projekt opravy, ktorého súčasťou musí byť záväzný plán údržby.

Pri historických mostoch, ktorých konštrukcie neboli v poslednom storočí podstatne zmenené, je žiaduce zachovať autentické riešenie mostovky, násypov a odvodnení, ktoré tvoria súčasť pamiatkovej hodnoty mosta.

Mosty sú namáhané vlhkosťou zhora a aj zo svojej spodnej strany, preto je nutné umožniť priechod vlhkosti a vodnej pary oboma smermi, vloženie vodotesnej vrstvy do telesa murovaného mosta pôsobí vždy nepriaznivo (pozri obr. 49).

Prípustným spôsobom zvýšenia únosnosti kamenného mosta môže byť nadmurovanie klenby kamennými klenákmi na vápennú maltu s vhodnou hydraulickou prísadou. Zámer musí byť doložený detailným prieskumom a statickým výpočtom a predbežne schválený KPÚ. Pri posudzovaní klenutého mosta statickým výpočtom treba vziať do úvahy skutočnosť, že zásyp klenby je súčasťou nosnej konštrukcie. Uvedené zásady platia primerane aj pre mosty z prostého betónu. Pre opravy murovaných mostov viac pozri v: [2.4. Murované konštrukcie](#), [Vonkajšie konštrukcie](#); [2.5. Klenba](#).

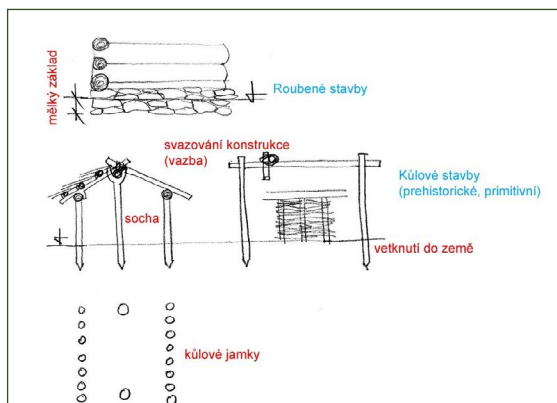
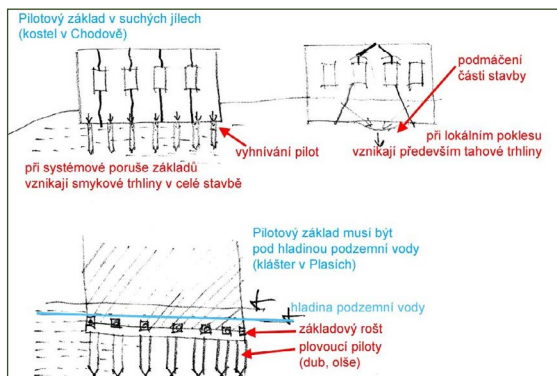
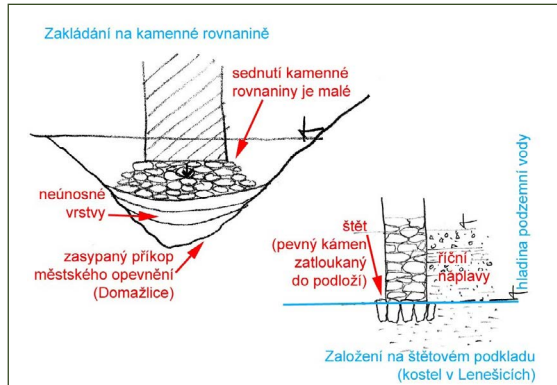
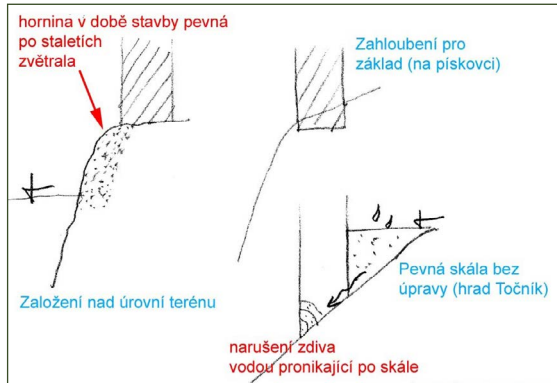
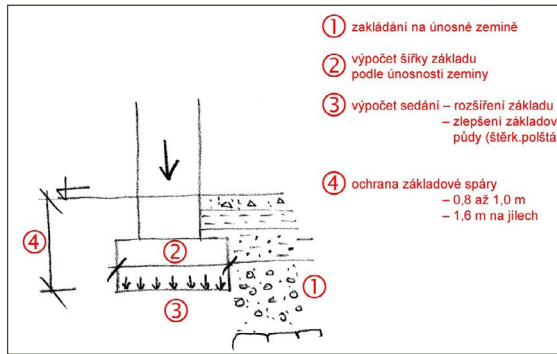
## 2.7. ZÁKLADY

### ZÁKLADY HISTORICKÝCH STAVIEB

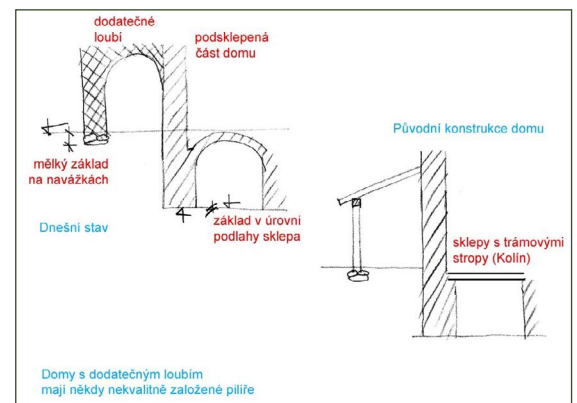
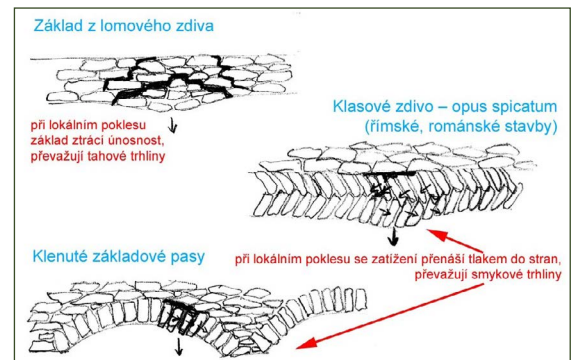
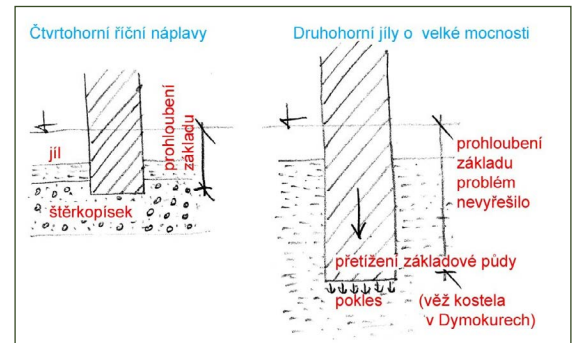
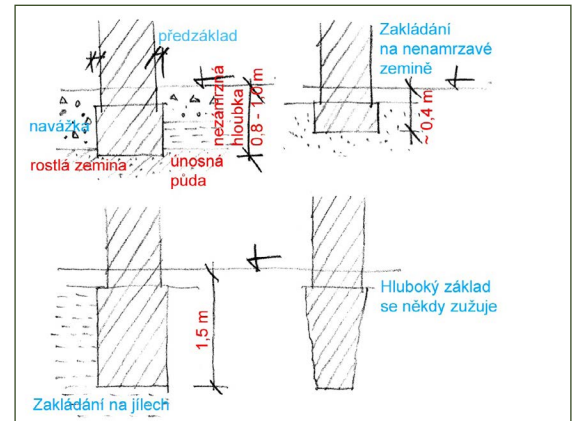
Šírka základu je pri bežných stavbách obvykle len o 5 až 10 cm širšia ako šírka nadzemného muriva (tzv. predzáklad = *fórgrund*) kvôli tolerancii medzi výkopom a presným vytýčením stavby. Iba náročné stavby (veľké kostoly, katedrály) alebo stavby na neúnosných pôdach (napr. zámok Veltrusy v Českej republike) mali rozšírené základy.

Na neúnosných pôdach sa zakladalo na kamennej rovinke (vankúši), na štete (veľké kamene zarážané do podlažia), na klenutých pásoch, na pásoch z klasového muriva (*opus spicatum*), pozri obr. 52 f, alebo na drevenom rošte na pilótach (obr. 52 g). Rošt aj pilóty musia byť trvalo pod hladinou podzemnej vody, aby nehnili. Pilóty bývali z dubu alebo jelše.

►► Obr. 52 a, b, c, d, e, f, g, h, ch.  
a – principy návrhu základů v současnosti;  
b – principy návrhu základů v minulosti;  
c – zakládání na skale; d – zakládání na iloch; e – zakládání na neúnosnej půdě; f – zakládání na pásoch; g – zakládání na pilotech; h – základy městských domov; ch – základy domov z dřeva.

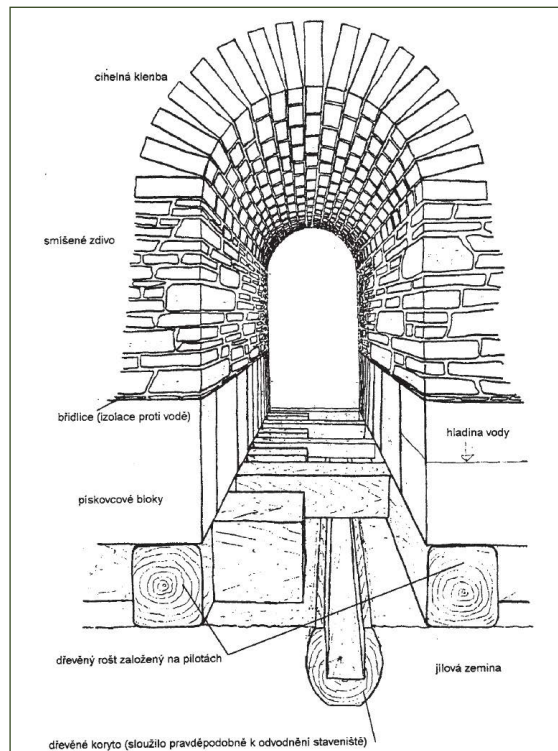


►► Obr. 53 a, b.  
Založení na:  
a – nerovnom výbežku, hrad Kašperk;  
b – šikmóm výbežku, hrad Tolštejn.



► Obr. 54 a, b, c, d.  
Základové pásy:  
a – v neúnosnom  
mieste podložia (Kaňk);  
b, c – dodatočne  
podmurované  
základové pásy na  
neúnosnej pôde  
(Kadaň); d – opreté  
o skalné výbežky (Orlík  
pri Humpolci).

►► Obr. 55 a, b, c.  
Konvent Plasy:  
a – základy;  
b – drevený základový  
rošt pod hladinou  
vody, kontrolovanou  
v bazéne schodiska;  
c – opálené dubové  
pilóty základov.



## OCHRANA ZÁKLADOVEJ ŠKÁRY/ZÁKLADOVEJ PŮDY

Starí stavitelia dodržovali zásady ochrany základovej škáry, ktoré platia aj dnes:

- základ musí byť na rastlej zemine, nie na navážke (v mestách sa v minulosti často zakladalo aj na uľahnutých navážkach),
- hĺbka základovej škáry na jemnozrnných zeminách (íloch) je minimálne 1,6 m (predtým 1,5 m) – ochrana pred klimatickými vplyvmi (podmrázanie, premočenie, vysychanie),
- pri ostatných pôdach je minimálna hĺbka založenia 0,8 až 1,0 m,
- na dobre priepustných pôdach (na piesku) sa zakladalo v menšej hĺbke (cca 40 cm), často sú takto založené zrubové stavby,
- na skalných vystupujúcich vrstvách sa zakladalo aj nad terénom a často bez úpravy základovej škáry (pozri obr. 53 a, b),
- pri založení na obnaženej skale mohla pôvodne pevná hornina (ordovická ílovitá bridlica) po stáročnom vystavení poveternostným podmienkam zvetrať na hlinitú zeminu (napr. hrad Zlenice).

Základovú pôdu, najmä ílovitú, je nutné chrániť pred premočením.

Únosnosť a deformácia zeminy závisí od konzistencie, ktorá sa podľa obsahu vody môže zmeniť 2 až 7-krát!!

Pokiaľ je historická stavba založená na zeminách s vysokou plasticitou, je potrebné venovať maximálnu pozornosť zaisteniu dokonalého odvodnenia stavby a jej okolia a ochrane základovej škáry.

Nevyhovujúce založenie historickej budovy sa prejavuje vznikom trhlín, ktorých analýzou je možné rozlíšiť, či ide o poruchu lokálnu alebo systémovú, a či došlo k poklesu v základovej škáre alebo k pootočeniu okolo vonkajšej hrany základu.

Nutnosť zásahu do základov musí byť doložená geologickým prieskumom a statickým výpočtom. Posudzuje sa napätie v základovej škáre, sadnutie a ochrana základovej škáry. Pre predbežné zistenie základových pomerov väčšinou postačia údaje z geologických máp alebo archívne rešerše. Pre návrh zaistenia základov je nutná znalosť podložia stavby a konštrukcia základov (hĺbka založenia, šírka základovej škáry, charakter a stav základového muriva). Pre sondáž základov viac pozri v: Príloha č. 1. Příprava a realizace oprav a stavebních zásahů do nosných konstrukcí památkově chráněných staveb; Krok 3. až 5.

## PODCHYTENIE ZÁKLADOV

Lokálne poruchy v založení je možné vyriešiť šetrným spôsobom, podchytením iba v miestach poklesu. Pokiaľ pri historickej stavbe založenej plytko na nesúdržnej zemine alebo pri stavbe založenej na navážkach nedošlo k poruchám základov, nie je dôvod pre zásah do založenia. Preukazom kvality založenia budú skúšky nenamrzania a únosnosti základových zemín.

Najmä v týchto prípadoch nesmie dôjsť k takému zásahu do stavby, ktorý by ovplyvnil odvodnenie alebo zmenil vlhkosťné pomery základového prostredia. Zvlášť nebezpečné je zriaďovanie drenáží a „vetracích kanálov“.

Nutnosť podchytenia základov historickej stavby musí byť preukázaná statickým výpočtom spracovaným na základe znalosti geológie a spôsobu založenia stavby.

Pre voľbu koncepcie (viac pozri v: Príloha č. 1. Příprava a realizace oprav a stavebních zásahů do nosných konstrukcí památkově chráněných staveb; Koncepcie řešení) podchytenia (ak je nevyhnutné) by mal byť spracovaný alternatívny návrh. Prioritou výberu alternatívy riešenia by pri NKP malo byť minimálne ovplyvnenie pamiatkových hodnôt dotknutých objektov.

Pri prehlbovaní alebo rozširovaní základovej škáry NKP je nutné dať prednosť podmurivaniu pred podbetónovaním. Podbetónovanie základov historických budov nie je vhodné z týchto dôvodov:

- ide o novodobú technológiu, ktorá znižuje autenticitu pamiatkového objektu,
- betón vytvára nepriedušnú bariéru v styku s murivom aj zeminou,
- trvanlivosť betónu je v exponovaných podmienkach (vlhkosť) nižšia ako 100 rokov,

- betón je zle opraviteľný a odstrániteľný,
- podbetónovanie muriva vyžaduje dôsledný dozor pri vykonávaní.

Pokiaľ sa rozšírenie základu vykonáva pod úrovňou základovej škáry, je vhodné podmurovanie. To je však možné len v prípade, keď sú podchytené aspoň 2/3 hrúbky múru a rozšírenie základu je najviac polovicou výšky podchytenia.

V ostatných prípadoch musí byť nový základ vystužený. Životnosť železobetónu v zemine je obmedzená, preto pri pamiatkových objektoch musia návrh a realizácia riešiť najmä:

- ochranné vrstvy výstuže,
- kvalitu betónu,
- dimenzovanie výstuže,
- dimenzovanie prípadných kotiev v murive,
- ochranu železobetónu pred vlhkosťou (materiálovým zložením, nie izolačnými vrstvami).

Najúčinnejším prostriedkom na ochranu železobetónu je funkčné a udržiavané odvodnenie terénu.

Zriaďovanie vodotesných izolácií je neúčinné, trvanlivosť konštrukcie zaistí iba kvalita betónu. Zriaďovanie drenáží v blízkosti konštrukcie je nevhodné, dôsledkom je stály kontakt betónu s vodou.

Výkop by po dokončení železobetónu mal byť vyplnený zhutneným výkopkom (prípadne ílovou izoláciou).

Návrh podchytenia základu do väčších hĺbok (mikropiloty, trysková injektáž) musí preukázať:

- nutnosť využitia zvolenej technológie a dôsledky pre dotknuté pamiatkovo chránené stavby,
- únosnosť nosných prvkov (pilóty, trysková injektáž),
- spôsob prenesenia zaťaženia z muriva do pilóty a z pilóty do podložia,
- spôsob a veľkosť namáhania muriva,
- dimenzovanie nových konštrukcií (manžety, kotvy),
- ochranu nových konštrukcií.

Vyššie uvedené zásady platia primerane aj pri návrhu podbetónovania základov.

Spôsob opravy a prípadného podchytenia základov by mal byť navrhnutý až po zistení skutočných základových pomerov pomocou sond, ktoré musia poskytnúť údaje o:

- základovom prostredí (zeminy, ich vlastnosti, úroveň podzemnej vody, chemizmus vody),
- spôsobu založenia a tvaru základu,
- stavu základových konštrukcií,
- prípadných zmenách založenia v priebehu existencie stavby.

Preto by mal sondy okrem geológa vyhodnotiť aj projektant statiky a archeológ (pri NKP aj spracovateľ architektonicko-historického výskumu). Miesta sondáže základov by mal určovať projektant statiky v spolupráci s geológom a prípadne archeológom. Pred každým zásahom do terénu pri NKP je účelné včas uviesť a konzultovať oprávnenú archeologickú organizáciu. Archeologický výskum môže účinne prispieť k upresneniu histórie stavby a jej porúch.

Sondy by mali mať len nevyhnutne nutný rozsah, musia byť vykonané tak, aby nezhoršili stav objektu, v návrhu sondy musí byť uvedený spôsob jej likvidácie (zasypania). Je nepripustné ponechávať sondy základov dlhšiu dobu otvorené bez ochrany pred poveternostnými podmienkami.

Pri objekte v havarijnom stave by prevedenie a vyhodnotenie sond malo byť súčasťou zaistovacích prác.

Rovnaký postup je účelné dodržať aj v projekte obnovy, ktorý predpokladá zásah do založenia. V týchto prípadoch by vykonanie a vyhodnotenie sond aj upresnený návrh založenia mal zabezpečovať vybraný zhotoviteľ na základe realizačného projektu.

Oprava pamiatky by mala byť navrhnutá tak, aby zmena stavby nevyvolala nutnosť zásahu do základov. Poruchy základov bývajú často vyvolané zlým stavom odvodnenia, najmä podmáčaním základov vodou zo strešných zvodov, únikom z kanalizácie, menej často haváriami vodovodu.

V týchto prípadoch treba ihneď odstrániť príčinu a k prípadnému zásahu do základu pristúpiť až po určitej dobe.

V medziobdobí môže dôjsť ku konsolidácii stavby a zásah do základov by bol potom zbytočný.

Znova pripomínáme, že veľmi nebezpečné môžu byť zásahy do terénu v tesnej blízkosti stavby, dnes obľúbené „drenáže“, vonkajšie vetracie kanály alebo anglické dvorčeky, ktorých cieľom má byť zníženie vlhkosti v objekte. Pred zásahmi tohto druhu dôrazne varujeme – dochádza k tomu, že voda je privedená k murivu a ovplyvňuje nielen jeho vlhkosť, ale môže spôsobiť aj podmáčanie, ktorého dôsledkom je zhoršenie mechanických vlastností základovej pôdy alebo podmrzanie základovej škáry. Každý zásah do vodného režimu (vrátane drenáží) v blízkosti stavby vyžaduje dôkladný geologický prieskum a pri NKP musí byť vopred schválený (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce](#), Stárnutí materiálu a konstrukcí).

► Obr. 56 a, b. Trhliny vzniknuté v dôsledku sadania základov na ilovitej pôde po realizovaní drenáže pri päte stavby; Trstené, kostol Všetkých svätých.



►► Obr. 57. Pevnosť dreva závisí od: spôsobu namáhania a smeru vlákien.



## 2. 8. DREVENÉ KONŠTRUKCIE

### DREVO AKO KONŠTRUKČNÝ MATERIÁL

Táto kapitola sa zaoberá mechanickými vlastnosťami dreva a jeho odolnosťou voči vonkajším vplyvom. Sú zdôraznené niektoré princípy a zásady, ktoré sú obsiahnuté aj v ďalších metodikách Pamiatkového úradu SR. Viac pozri v: [Ľudové staviteľstvo](#); [Strechy, krytiny, klampiarske prvky a krovky](#); [Drevo a drevené stavby](#); [Protipožiarna ochrana](#).

#### Výber dreva

Vďaka vysokej kvalite a starostlivému výberu si drevo mnohých historických objektov zachovalo svoju pôvodnú kvalitu. Pri stavbách vidieckych, utilitárnych (viac pozri v: [Príloha č. 8. Historická stavba a její nosné konstrukce](#), Kategorie staveb) a najmä pri opravách krovov sa však často stretávame s drevom podradnej kvality. Kvalita dreva, ktoré je dnes k dispozícii na opravy historických stavieb, je často horšia ako dreva, ktoré je zachované v starej stavbe.

Pre trvalé a nové konštrukcie sa odporúča:

- zásadne používať len drevo I. triedy akosti,
- používať drevo zo zimnej ťažby (lepšie vysychá, je menšie riziko napadnutia plesňami a hmyzom),
- drevo vysušat pozvoľna, najlepšie prirodzene,
- nepoužívať drevo čerstvé, bez preschnutia,
- nepoužívať drevo narušené výsušnými trhlinami viac, než pripúšťa norma,
- nepoužívať drevo točivé,
- nepoužívať drevo napadnuté hmyzom, hnilobou alebo plesňou,
- dôsledne odstraňovať kôru (pri prvkoch, ktoré sú súčasťou autentickej konštrukcie, je však kôra súčasťou pamiatkovej hodnoty, a preto sa zachováva, pokiaľ prvok nie je napadnutý),
- nepoužívať drevo polomové, ktoré ležalo v lese niekoľko rokov,
- nepoužívať na nosné prvky a povrchové úpravy vo vlhkom prostredí bukové drevo, pri ktorom pri zmene vlhkosti dochádza k veľkým objemovým zmenám.

#### POSUDZOVANIE DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ

Statický výpočet drevených konštrukcií musí posúdiť napätie v prvkoch, spojoch a uložení pri namáhaní tlakom, ťahom, ohybom a šmykom vo vzťahu k pevnostiam dreva zodpovedajúcim spôsobu namáhania, smeru vlákien a vlhkosti.



Je potrebné posudzovať deformácie a stabilitu konštrukcií a prvkov s ohľadom na ustanovenia noriem a funkciu prvkov (uloženie nosníkov, obmedzenie priehybu omietaných podhládov).

Pri posudzovaní drevených konštrukcií treba uvažovať so spolupôsobením ďalších konštrukcií (ťahla, murované výplne hrazdenia, zavetrovania), ktoré je možné zahrnúť do statického výpočtu. Statickú funkciu môže mať aj debnenie, pôdy stropov, latovanie a pod.

Pri posudzovaní historických konštrukcií z nena- padnutého dreva je zvyčajne možné použiť tabuľkovú pevnosť. Je možné vychádzať z poznatku, že nenapa- dnuté drevo si zachováva svoje vlastnosti po stáročia. Na zaradenie do pevnostnej triedy zvyčajne stačí určiť druh dreva a vizuálne posúdiť hustotu letokruhov, chyby dreva (suky), výsušné trhliny, krútenie atď., prípadne doplnené pevnostnými skúškami.

## SPOJE DREVENÝCH KONŠTRUKCIÍ

Pri spájaní drevených konštrukcií je možné uplatniť spoje:

- tesárske,
- svorníkové,
- klincové a vrutové,
- spoje s kovovými prvkami,
- lepené,
- celodrevené.

Pri historických konštrukciách sa pri spájaní nos- ných prvkov uplatnia predovšetkým spoje ad a), b), f), v osobitných prípadoch spoje ad d). Pri novodobých stavbách sa používajú prevažne spoje ad b), c), d), e).

Každý spôsob spojenia je založený na iných princípoch,<sup>20</sup> kombinácia uvedených spojov nie je prípustná, pretože nie je možné počítať so súčasným spolupôsobením napríklad svorníkov a lepených plôch.

Pri namáhaní konštrukcie je lepený spoj namá- haný súčasne so vznikom napätia v dreve, zatiaľ čo svorníkový spoj sa uplatní, až keď dôjde k jeho dotva- rovaniu. Pokiaľ by teda lepený spoj nebol dimenzova- ný na plné zaťaženie, mohlo by k jeho porušeniu dôjsť skôr, než by začal pôsobiť spoj svorníkový.

Každý prvok spoja musí byť preto dimenzovaný na samostatné pôsobenie. Výnimkou je zachytenie ťahovej sily svorníkom pri niektorých tesárskych spojoch a spojoch ad f), ktorých princípom je spo- lupôsobenie kontaktných plôch spojovaných prvkov s drevenými kolíkmi alebo hmoždinkami.<sup>21</sup>

## DREVENÉ KROVY

Táto kapitola sa zaoberá historickými krovmi, statickou funkciou ich konštrukcií, prvkov a spojov, poruchami a opravami krovov. Typológiu a históriu krovov sa venujú ďalšie metodiky Pamiatkového úradu SR.<sup>22</sup>

### Statický výpočet krovu

Drevené krovky sa posudzujú ako prútové sústavy, v spojoch sa obvykle uvažujú kĺby. Posudzuje sa únosnosť a tuhosť konštrukcií krovu, únosnosť jed-

notlivých prvkov a spojov, tuhosť konštrukcie krovu ako celku, spolupôsobiaci konštrukcia a uloženie krovu (najmä zaťaženie a stabilita rímsy).

Pri posudzovaní krovu je veľmi účelné využiť matematický model, na ktorého deformáciách sa názorne prejaví nedostatočná tuhosť krovu a poddi- menzované prvky.

Možnosti zvýšenia únosnosti alebo tuhosti konštrukcie krovu:

- zosilnenie prvku (výmena za väčší profil, príložky),
- zmenšenie rozpätia alebo zaťažovacej šírky (doplnenie plných väzieb, pridanie väzieb),
- doplnenie prvkov do existujúcej konštrukcie (horné hambálky, ďalšie väznice a stĺpiky, zdvojenie pásikov väznice),
- doplnenie konštrukčného systému (vloženie ďalších plných väzieb, vloženie vzpier do plných väzieb),
- zmena konštrukčného systému (nová konštrukcia plných väzieb, zriadenie vzperadla).

Ad a) Nahradenie celého prvku novým sa uplatní pri ojedinelom prvku. Využitie príložiek neodporú- čame tam, kde je riziko napadnutia hubou, v styčnej ploche starého a nového dreva je vyššia vlhkosť. Možnosti b), c) sa uplatnia v prípadoch, keď majú len niektoré prvky (krokva, jej časť alebo väznica) nedostatočnú dimenziu.

Priority riešenia:

- minimálny zásah,
- zachovanie pôvodného konštrukčného systému,
- maximálne zachovanie existujúcich prvkov,
- autentické (t. j. vzhľadom i prevedením blízke pôvodnému) riešenie,
- oprava bez rozoberania krovu (krov by sa mal rozoberať len vo výnimočných a zdôvodnených prípadoch).

Matematický model krovu umožní rýchlo overiť, ktorá z možností bude optimálna. Pri valbových strechách, krovoch na nepravidelných pôdorysoch, krovoch nadväzujúcich kridiel objektu a pod. je často nevyhnutné spracovať trojdimenzionálny model.

### Poruchy krovov a ich opravy

Pri oprave krovov NKP má vždy prednosť oprava pod existujúcou alebo provizórnu krytinou (bez úplného rozobratia konštrukcie).

V projekte musí byť vždy zdôraznená požiadavka na zakrytie strechy počas opravy a na kontrolu a údržbu zakrytia v čase, keď sa na stavbe nepracuje.

Pri oprave krovov je obvykle nutný zásah do uloženia krovu, stropu a rímsy. To si vyžaduje zabezpečenie stability rímsy a dobrý prístup k rímse zvonku a k uloženiu krovu zvnútra. Osvedčeným a bezpečným spôsobom opravy je postavenie vonkajšieho lešenia, na ktoré sa podoprie rímša a na ktoré sa uloží provizórna pultová strecha, ktorá je opretá o opravovaný krov. Výška provizórneho zastrešenia nad rímšou sa volí taká, aby umožnila pohodlný prístup k uloženiu a pohyb pracovníkov medzi vonkajším lešením a krovom. Pri oprave uloženia môže byť pôvodná krytina hornej časti krovu zachovaná. V prípade, že je rozobratie krovu

20 Viac pozri v: *Príloha č. 4. Spojie drevených konštrukcií*.

21 KUNEČKÝ, J., et al. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí*. Praha: ÚTAM AVČR, 2015. ISBN 978-80-86246-64-2.

22 Viac pozri v: *Strechy, krytiny, klampiarske prvky a krovky*.

nevyhnutné, je pri NKP nutné uvažovať o zriadení provizórneho zastrešenia.

► Obr. 58 a, b.  
Provizórne zastrešenie celej stavby; kaplnka sv. Václava, Praha-Suchbát; kostol sv. Michala, Praha-Petřín.



Konstruktívny systém by mal byť opravený alebo doplnený tak, aby bola spoľahlivo zachytená vodorovná reakcia krovu bez spolupôsobenia s murivom.

Reakcia šikmých nosníkov krovu namáha murivo veľmi nepriaznivo, pri extrémnom zaťažení vetrom ide o zaťaženie dynamické.

Pri NKP je preto zriaďovanie železobetónových vencov kotvených do muriva kvôli zachyteniu reakcií krovu nevhodné.

Nutnosť kotvenia pomúrnic krovu do muriva je potrebné preukázať statickým výpočtom (napríklad pri krovoch veží).<sup>23</sup>

►► Obr. 59 a, b.  
Dodatočne podopretý krov s ležatou stolicou, zámok Nové Dvory: a – stav pred opravou, stredná väznica podopretá stĺpkami na strop, neúplné väzné trámy, priečne ocelové ťahla; b – stav po oprave, stredná väznica podopretá priehradovým nosníkom uloženým na obnovené väzné trámy plných väzieb, využitie existujúce prvky, priečne ťahla boli odstránené.

## Poruchy konštrukcie

V konštrukcii krovu sú šikmé nosníky, ktoré majú vodorovné reakcie. Krov by mal mať taký konštrukčný systém, aby nepôsoobil na spodnú stavbu (na murivo) vodorovnou silou. Táto zásada nie je dodržaná pri jednoduchých stavbách bez väzných trámov alebo pri krovoch bez väzných trámov v uložení zamurovaných (archaický typ krovov, ktorý sa u nás nevyskytuje).

Konstruktívne vady bývajú v krovoch našich stavieb, najmä kostolov, ktoré väzné trámy majú, napriek tomu však vodorovná sila od krovu nie je vždy konštrukciou krovu zachytená, napríklad:

- vo valbách,
- v nárožných a úžľabných väzbách,
- pri krovoch, ktoré majú väzné trámy nižšie, než je vrchol klenby,
- pri krovoch, ktoré nemajú výmeny kráčat,
- pri nevhodných spojoch kráčat s výmenou (bežný spoj na čap zaistený kolíkom nie je schopný prenášať ťah).

Tieto konštrukčné vady je možné opraviť iba doplnením konštrukcie krovu, napríklad pridaním väzných trámov, pridaním výmen kráčat, stužením spojov ocelovými strmeňmi, vloženie diagonál, vytvorením vodorovných priehradových nosníkov v úrovni väzných trámov a pod.

Koncepcne nevhodné je zaisťovať zachytenie vodorovnej sily od krovu pomocou ťahel alebo vencov v murovanej časti stavby.

Pri zložitejších krovoch sa oplatí vypracovanie priestorového matematického modelu, ktorý umožní vkladanie doplnkových prvkov nájsť šetrné riešenie.

Častou konštrukčnou chybou býva nedostatočná únosnosť ležatej stolice.

S tým sa stretávame pri neskorom type stolice z 19. storočia, ktorý mával príliš malý sklon a bol odľahčovaný (niekedy až príliš). Tieto krovby boli opravované už v minulosti, najčastejšie podoprením ležatej stolice na dodatočnú pozdĺžnu väznicu na zvislých stĺpkoch alebo podoprením vzpier stĺpkami. V týchto prípadoch je nutné statickým výpočtom zistiť, aká je únosnosť pôvodnej konštrukcie a či je dodatočná oprava účinná.



23 Možnosti a metódy opravy krovov sú uvedené v: VINAŘ, J., et al. *Historické krovby*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3038-7.

►► Obr. 60 a, b, c, d. Uloženie krovu:  
a – krokvy uložené na pomúrniciach nad vážnymi trámami;  
b – pomúrnica na povalovej nadmurávke;  
c – vážne trámy na zamurovaných pomúrniciach – narušenie zhlaví;  
d – vážne trámy na zamurovaných pomúrniciach – posun krokiev v prázdnych väzbách.

### Nedostatočné dimenzie prvkov

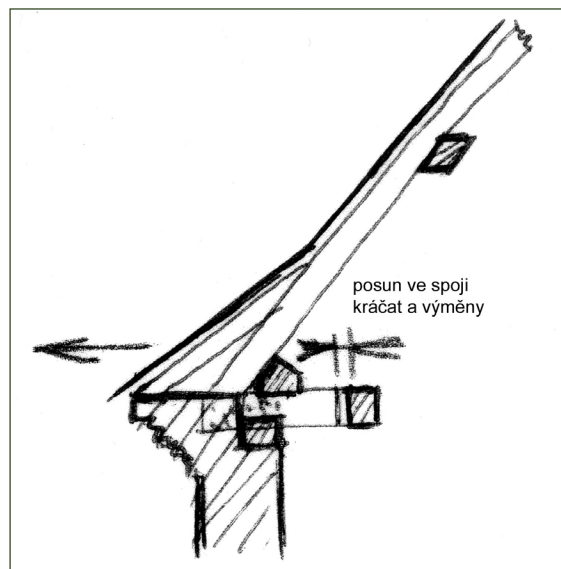
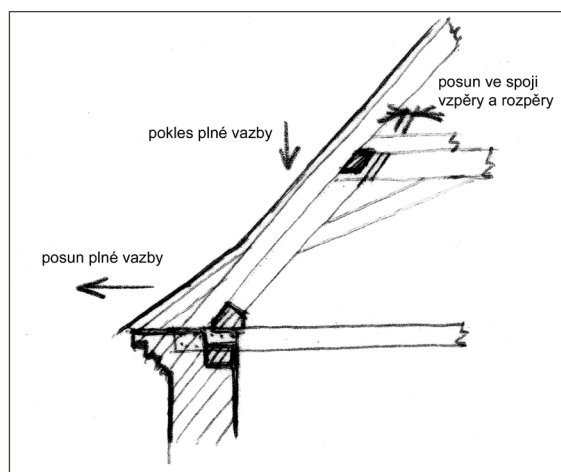
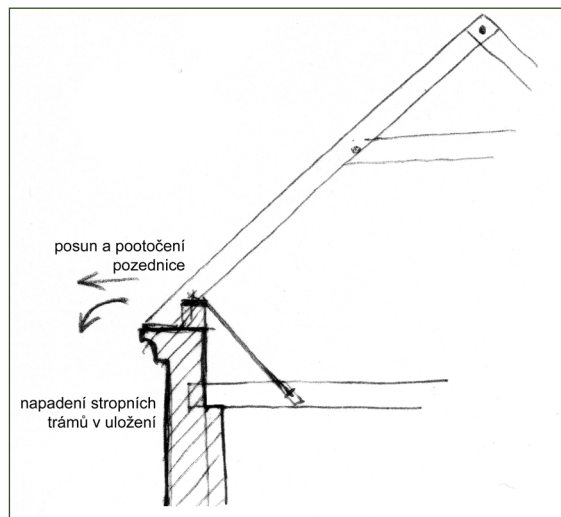
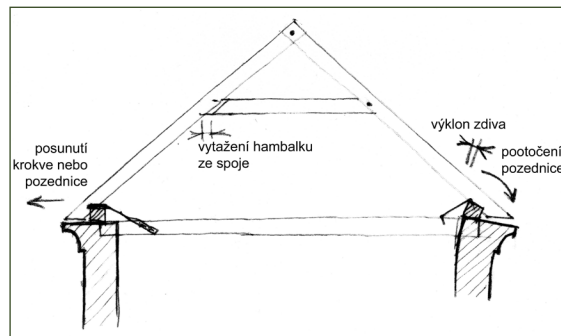
Nedostatočnú únosnosť majú krovy, ktoré boli navrhnuté na ľahkú krytinu (šindel), ale dnes majú krytinu strednú (bobrovky) alebo ťažkú (pálená krytina/škridly). Pri ležatých stolicích mali krovy stavané pre ľahkú krytinu väčšie rozstupy väzieb (až 1,5 m), medzi plnými väzbami bolo 4 až 5 polí, pozdĺžne stuženie bolo jednoduchšie, vzpery ležatých stolic mali menší sklon. V týchto prípadoch je nutné posúdiť krov na rôzne typy krytiny, architektonicko-historický výskum by mal zistiť, čím bola strecha krytá v minulosti. Na základe týchto zistení sa potom rozhodne o voľbe krytiny. Konštrukčný systém krovov bol v takýchto prípadoch niekedy doplnený ďalšími prvkami, je preto potrebné posudzovať aj doplnený konštrukčný systém.

S voľbou krytiny úzko súvisí aj posudzovanie dimenzií jednotlivých prvkov. Pri posudzovaní krovov väčšinou vyhovujú prvky tlačené (stĺpiky, vzpery, rozpéry), poddimenzované bývajú prvky ohýbané (krokvy, väznice, vážne trámy). Pokiaľ sa tento problém nevyrieši zmenou krytiny, je možné prvky zosilniť, zväčšiť ich počet (zmenšiť zatažovaciu plochu), podprieť ich na viacerých miestach. Rozhodujúce je, či nevyhoví iba jeden prvok, viac prvkov alebo celý konštrukčný systém. Zmena konštrukčného systému podložená statickým výpočtom môže byť efektívnejšia ako zosilňovanie prvkov.

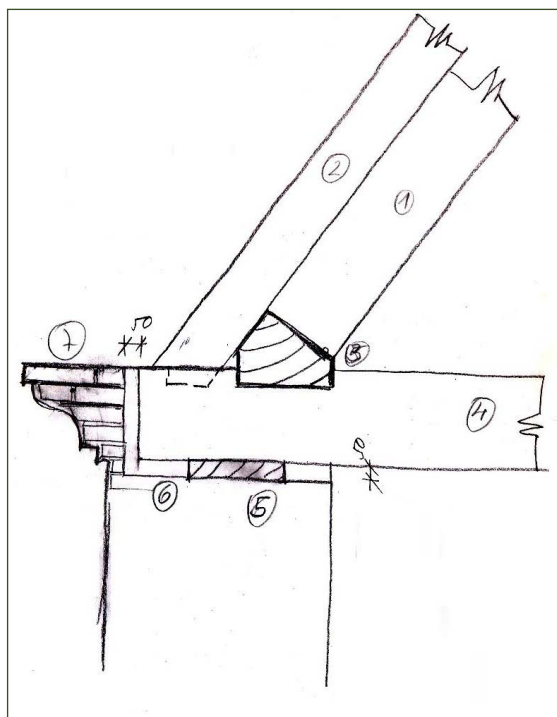
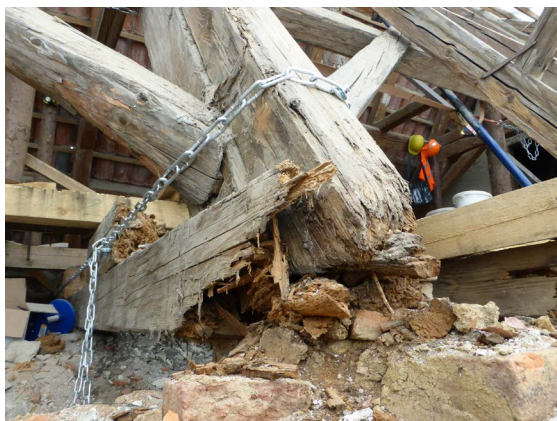
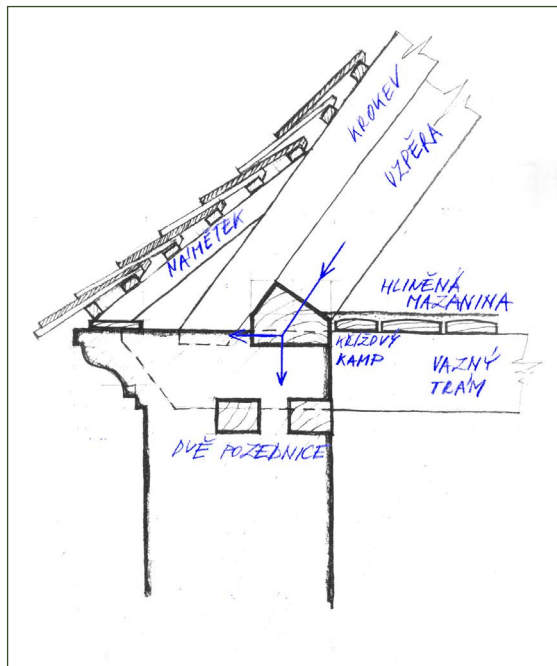
### Uloženie krovu

Takmer pri všetkých historických stavbách sa vyskytujú poruchy a chyby v uložení krovu. V uložení musia byť zachytené vodorovné reakcie šikmých prvkov a zvislá reakcia väzieb musí byť prenesená do muríva. Pri starších stavbách mal krov aj funkciu stuženia stavby, ktorú zaisťovalo zamurovanie zhlaví alebo spojenie konštrukcie krovu s tiahkami a závlačkami kotvenými do muríva. Niekedy býva konštrukčne spojený krov, klenba, systém fahadiel a murivo. Zamurované uloženie krovov často zaisťovalo aj stabilitu hlavnej rímsy. S krovom bývajú konštrukčne spojené aj drevené klenby. U starších krovov (do 16. storočia) bývajú vážne trámy krovu súčasne aj stropnými trámami. Pri stavbách stredovekého založenia (najmä pri kostoloch) musíme počítať s tým, že zostali zachované prvky starších konštrukcií (napríklad zamurované pomúrnice pod súčasnými pomúrniciami).

Existuje niekoľko typov uloženia krovov, pri ktorých sú uvedené funkcie nosných konštrukcií rôznym spôsobom riešené. Veľký problém predstavujú zamurované drevené prvky, ktoré sú spravidla napadnuté.



► Obr. 61 a, b, c.  
Uloženie ležatej stolice: a – klasické uloženie; b – stav uloženia po odkrytí, Červené Poříčí; c – odporúčané riešenie, 1 – vzpera, 2 – krokva, 3 – päťboká väznica, 4 – väzný trám, 5 – uloženie na fošnu, 6 – kapsa v murive, 7 – murivo rímsy.



V týchto prípadoch je nutné okrem naplnenia všetkých funkcií uloženia zaistiť ešte konštrukčnú ochranu dreva (vzduchovou medzerou okolo zhlaví).

Býva nutný zásah do konštrukčného systému, zmena detailu uloženia by však mala byť čo najmenšia. Problémom býva zaistiť stabilitu hlavnej rímsy súčasne s vytvorením káps pre trámy. V niektorých prípadoch je možné uplatniť murivo armované nerezovou závitnicovou výstužou, ktoré je vhodnejšie ako železobetónové dosky a vence.

Voľba spôsobu uloženia krovu nie je jednoznačná, každé riešenie znamená zásah do autentickej konštrukcie, preto je nutné v konkrétnom prípade stanoviť, aká koncepcia bude mať prioritu (viac pozri v: Príloha č. 8. Historická stavba a jej nosné konštrukcie, Posudzovanie a návrh opravy, Priority):

- minimálna zmena konštrukčného systému,
- obmedzené použitie ocele,
- podkrovná vstavba,
- vylúčenie využitia podkrovia a pod.

Väzný trám, ktoré ležia na stene, je vhodné ukladať na dubové podložky.

Pri každom zásahu do uloženia krovu je nutné počítať s tým, že krov zaistuje stabilitu rímsy, preto musí byť pri stavbe rímsa podoprená na lešení.

### Napadnutie dreva krovu

V minulosti bolo napadnuté drevo vymieňané skôr výnimočne, obvykle bola funkcia narušených prvkov nahradená príložkami, vzperami, stĺpkami, prvok bol vyvesený alebo podoprený. S týmto prístupom sa môžeme stretnúť aj dnes v prípadoch, keď sa vykonáva výmena krytiny bez predchádzajúceho prieskumu krovu a návrhu jeho opravy, „opravu“ vykonávajú pokrývači, ktorí zaistia iba podklad pre krytinu.

Súčasnou opravou strechy (pokiaľ nejde o opravu provizórnu) musí byť okrem opravy krytiny a klampiarskych prvkov vždy aj kvalifikovaná oprava krovu (niekedy aj stropu pod povalou) a ošetrovanie dreva.

Problémy s napadnutím dreva v uložení sú najmä v úžľabinových a nárožných väzbách (pri kostoloch v styku lode a presbytéria), kde sú obvykle aj konštrukčné poruchy v zachytení vodorovných síl. V týchto miestach boli krovy opravované opakovane, väčšinou provizórnym spôsobom. Pri oprave je obvykle nutné odstrániť dodatočné prvky, obnoviť pôvodné konštrukcie a doplniť prvky potrebné na odstránenie konštrukčných porúch (zachytenie vodorovných reakcií).

Napadnutie hnilobou sa vyskytuje najmä v uložení alebo v miestach, kam zateká narušenou krytinou, oplechovaním, pod strešnými oknami, v hrebeni strechy. Napadnutie hmyzom, najmä tesárikom, sa sústreďuje v miestach, kde sú pre jeho život vhodné podmienky, napríklad pod hlinenými mazaninami podláh a v oslnenom dreve (pri vikieroch a strešných oknách). Silne bývajú napadnuté prvky dodatočných opráv, pre ktoré sa často používalo podradné drevo. Pri vežiach a sanktusníkoch kostolov sa napadnutie

chrobákom sústreďuje v okolí lucerny. Prvky napadnuté hnilobou sa väčšinou odstraňujú kvôli nebezpečenstvu recidívy.

Pri napadnutí hmyzom je potrebné rozlišovať stupeň narušenia. Pri napadnutí tesárikom sú požíraním poškodené niekedy len povrchové vrstvy. Pokiaľ je prierez nenarušeného dreva dostatočný na to, aby prvok plnil svoju funkciu a pokiaľ nie je povrch deštruovaný natoľko, že je narušená funkcia spojov, je možné prvok v stavbe ponechať. V niektorých prípadoch nie je nutné meniť celý prvok, je možné ho opraviť vložkou, niekedy je účinné spevnenie dreva živicom.

Pri poškodení dreva hmyzom je nutné rozlišovať aj vek napadnutia. Pokiaľ ide o napadnutie staré a pokiaľ je v krove nenapadnuté drevo mladšie, nie je potrebné mať obavy z rozšírenia starého napadnutia.

Chemické prostriedky proti škodcom je potrebné uplatniť ako preventívnu ochranu pri novom dreve, ich účinnosť pre likvidáciu napadnutia je však obmedzená.

Ošetrovanie dreva nalievaním prostriedkov do vyvŕtaných otvorov je neúčinné.

Napadnuté prvky by mali byť nahradzované rovnakými profilmi, je potrebné zachovať a obnoviť pôvodné tesárske spoje, nové spoje musia vyhovovať z hľadiska únosnosti aj deformácie.

### Staršie opravy

Dodatočné opravy, ktoré zmenili pôvodný konštrukčný systém, boli často dobre koncipované a niekedy aj dobre vykonané.

V týchto prípadoch sú súčasťou pamiatkovej podstaty stavby a je nutné ich zachovať.

Časté sú prípady, keď dodatočná oprava je síce účinná, má však provizórny charakter, keďže bola vykonaná z dreva nekvalitného, často druhotne užitého. V týchto prípadoch je nutné zvažovať, ktoré časti konštrukcie vymeniť a ktoré ponechať.

Dodatočné prvky sa pridávali aj v prípadoch, keď konštrukcia čiastočne stratila únosnosť v dôsledku narušenia dreva, najmä v uložení. V týchto prípadoch sa pôvodná konštrukcia obvykle obnoví.

Pri korekcii starších opráv sa odporúča nasledujúci postup:

- posúdenie pôvodnej konštrukcie,
- ak vyhoví, odstrániť dodatočné prvky a vymeniť narušené prvky pôvodnej konštrukcie,
- pokiaľ nevyhoví, posúdiť konštrukciu s dodatočnými prvkami,
- pokiaľ vyhoví, opraviť pôvodnú aj dodatočnú konštrukciu,
- pokiaľ nevyhoví, opraviť konštrukciu pôvodnú, odstrániť dodatočné prvky a pôvodnú konštrukciu zosilniť iným spôsobom.

### Odstránenie prvkov

Pri krovoch, ktoré nie sú pamiatkovo chránené sa obvykle odstraňujú prvky provizórnych opráv, ktorých účelom bolo nahradiť funkciu prvkov narušených. Pri opravách, ktoré odstraňovali konštrukčné poruchy alebo krov zosilňovali, je nutné efektívnosť staršej opravy posúdiť. V prípadoch, keď nie je možné

opravu vykonať lepšie alebo oprava má pamiatkovú hodnotu, je vhodné ju ponechať.

### Zosilnenie a oprava spojov

Zosilnenie spojov je nutné tam, kde pôvodné spoje neboli správne vykonané alebo dimenzované, alebo pri prítlačení krovu. Obvykle nevyhovujú spoje vzpier a krokiev s vážnymi trámami tam, kde je prenášaná veľká vodorovná sila. Ťahové sily často nie sú zachytené v styku krokiev s pomúrniciami alebo kráčatami s výmenami. V minulosti sa spoje zosilňovali najčastejšie kramlami alebo strmeňmi so svorníkmi alebo klinmi, narušené spoje sa opravovali pribíťmi príložkami.

Pre spoje krokiev a vzpier s pomúrniciami a vážnymi trámami je vo väčšine prípadov vyhovujúcim riešením zosilnenie spoja oceľovými pásikmi, prípadne v kombinácii so svorníkmi. Na spojenie kráčať a výmen sa najčastejšie používajú svorníky a svorníkové strmene.

Pri narušení spojov hnilobou môže byť vloženie papuče (napríklad v uložení vzpier do vážnych trámov) účelnejšie ako nastavovanie prvkov. Pri obmedzenom napadnutí je možné spoj opraviť vložením plátu, ktorý nahradí čap (vhodné sú pláty z dubového dreva).

### Doplnenie autentického konštrukčného systému

Chýbajúce prvky (ktoré boli odstránené pri neskorších zásahoch) sa pri pamiatkových krovoch, inak dobre zachovaných, obvykle doplnia. Doplnia sa vždy, pokiaľ je ich funkcia dôležitá z hľadiska statiky konštrukcie. Žiaduce je realizovať chýbajúci prvok ako kópiu prvkov autentických. Vo väčšine prípadov bude nový prvok z rezaného dreva, iba pri najvýznamnejších konštrukciách alebo tam, kde bude krov prezentovaný, má význam dopĺňaný prvok vyrobiť z dreva tesaného (alebo z dreva starého).

Doplnenie konštrukčného systému novými prvkami je obvykle nevyhnutné tam, kde priestorové stuženie krovu nie je dostatočné alebo tam, kde sú niektoré prvky (väčšinou vážne trámy) preťažené. Najčastejšie sa dopĺňajú ďalšie vážne trámy, chýbajúce výmeny kráčať, diagonály stuženia, pásiky, stĺpiky a vzpery preťažených prvkov.

Pri dopĺňaní ťahaných prvkov je účelné ich pripojenie plátom na rybinu. Plát na rybinu sa používal pri krovoch do 16. storočia, pri starších ležatých stolicach a v niektorých regiónoch pri vidieckych stavbách, preto jeho použitie pri novších krovoch môže byť z hľadiska slohovej čistoty problematické.

V tomto prípade treba rozhodnúť medzi stužením spoja oceľovým prvkom alebo uplatnením archaického plátu na rybinu.

Niekedy je nutné vložiť ďalšiu väzbu, inokedy krov alebo jeho časť vyniesť vloženou konštrukciou. Najvhodnejším typom konštrukcie je drevené vzperadlo, ktoré nevyhovujúcu konštrukciu podoprie alebo vynesie pomocou závesov. Konštrukčný systém krovov bol v minulosti zosilňovaný často práve týmto spôsobom. Esteticky priaznivo pôsobí, keď vzpery vlozenej konštrukcie zachovávajú sklon prvkov krovu (stolice, krokiev, vzpier).

Do krovu je možné vložiť konštrukciu drevenú alebo aj oceľovú (prelamovaný nosník, priehradový nosník, oceľový rám).

Konštrukčné riešenie by malo byť zvolené na základe stanovenia priorít:

- minimalizácia úprav pôvodnej konštrukcie,
- prípustnosť použitia ocele,
- vzhľad vlozenej konštrukcie,
- montáž dodatočnej konštrukcie (viac pozri v: [Príloha č. 3. Ochrana dreva](#), Ochrana proti vlhkosti pri realizácii stavby).

Konštrukcia by mala byť navrhnutá tak, aby nebolo nutné rozsiahle rozkrývanie strešnej krytiny, niekedy sú preto nutné montážne spoje vkladných konštrukcií.

### Zmena konštrukčného systému

Úprava konštrukčného systému je nutná v prípade, keď má pôvodný krov konštrukčné poruchy. Príkladom je doplnenie chýbajúceho vodorovného stuženia alebo zmena uloženia pri krovoch, ktoré majú niektoré prvky zamurované. Zásadná zmena je nutná v prípade, keď krov nie je dostatočne dimenzovaný. Čiastkové zmeny konštrukčného systému sú nutné tam, kde krov nemá dostatočné priečne stuženie, napríklad vo valbách alebo pri krovoch, do ktorých preniká klenba. Zmena konštrukčného systému je niekedy účelná pri krovoch, ktoré sú silne narušené. Zásahy do konštrukčného systému alebo jeho zmenu často vyvolá zmena využitia podkrovia.

V bežných prípadoch postačí ponechanie pôvodnej konštrukcie vo funkcii a jej doplnenie ďalšími prvkami. Prípady, keď nosnú funkciu pôvodnej konštrukcie v celom rozsahu prevezme konštrukcia vložená, sú menej časté, obmedzia sa spravidla na pa-

miatkovo chránené krovy, ktoré sú natoľko narušené, že nosnú funkciu už nemôžu plniť.

Prednosť by malo mať riešenie vychádzajúce z konštrukcie krovu, to znamená použitie dreva a použitie prvkov a spojov, ktoré sú v pôvodnom krove. Nevyhnutné je to v prípadoch, keď konštrukcia krovu zostane viditeľná. Drevo väčšinou dobre vyhoví pri prvkoch namáhaných prevažne tlakom, použitie ocele môže byť efektívne pri prvkoch ohýbaných a ťahaných, kde by drevo vyžadovalo príliš veľké profily. Použitie ocele sa môže obmedziť na nosníky stropov a väzné trámy, na zosilnenie spojov a prípadne vloženie tiahel. Takmer vždy je však možné krov zosilniť vložením drevenej konštrukcie.

### Doplnenie vodorovného stuženia

Prosté hambáľkové krovy väčšinou nie sú stužené v pozdĺžnom smere, v smere priečnom majú vyhovujúcu tuhosť pokiaľ sú väzné trámy v každej väzbe. Pozdĺžne stuženie je možné zaistiť napríklad tuhšou konštrukciou debnenia (napríklad šikmo kladené dosky) alebo vložením diagonál do roviny krokiev.

Hambáľkové krovy s pozdĺžnymi stolicami majú väčšinou veľkú priestorovú tuhosť, pokiaľ nie je ich pôvodná konštrukcia narušená. K tomu došlo napríklad tam, kde boli kvôli dodatočnému zaklenuťiu odstránené väzné trámy.

Ležaté stolice majú priestorové stuženie dobre vyriešené v pravidelných väzbách, nedostatočné vodorovné stuženie valieb a krovov, do ktorých preniká klenba, však patria k typickým konštrukčným poruchám.

Vodorovné stuženie krovu je obvykle nedostatočné pri polovičných ležatých stolicach v nárožiacich, úžľabiach a vo valbách. Tu je takmer vždy nevyhnutné zosilniť spoje kráčať s výmenami pomocou strmeňov, vodorovnú silu je možné preniesť do väzných trávov vložením ďalších prvkov, prípadne vytvorením ležatého priehradového nosníka v úrovni väzných trávov.

Pri krovoch, do ktorých preniká klenba, býva vzdialenosť plných väzieb väčšia než je obvyklé. Spoje v päte plnej väzby (obvykle ide o ležatú stolicu) nie sú dimenzované na väčšiu silu, dochádza k ich porušeniu a k deformácii stolice. Výmeny, ktoré vynášajú medziľahlé väzby, sú dlhé, sú ohýbané vo vodorovnom smere, ich spoje s kráčaťami sú uvoľnené. Deformácie krovu môžu spôsobiť výklon muríva – povolenie podpôr vyvolá vznik trhlin v klenbe. Pri deformáciách krovu dôjde k poruchám krytiny, zatekaniu a hniloba v zhlaví krovu celkový stav ešte zhorší.

Pokiaľ bola vzdialenosť medzi plnými väzbami príliš veľká, bývali pri krovoch s kráčaťami vkladané kvôli priečnému stuženiu väzné trámy aj do susedných prázdnych väzieb.

Pokiaľ nie je možnosť vložiť do krovu pre posilnenie priečného stuženia ďalšie väzné trámy (napríklad pri klenbách presahujúcich úroveň väzných trávov), býva plná väzba zosilnená klieštinami (často dodatočnými). Podobne aj ležaté stolice nad klenbou, ktoré nemajú väzný trám, boli obvykle dodatočne stužené masívnymi klieštinami, niekedy uloženými šikmo (nie vodorovne).

Obdobné poruchy majú aj celkovo poddimenzované ležaté stolice. Dochádza k tomu pri krovoch s menším sklonom vzpier alebo veľkou vzdialenosťou krokiev a plných väzieb, ktoré boli navrhnuté na ľahkú krytinu a sú dnes preťažené, prípadne pri príliš odľahčených ležatých stolicach zo začiatku 19. storočia odvodených z Rankových krovov.

► Obr. 62 a, b. Všetky krovy a hambáľky, pomúrnice a detaily uloženia vznikli v 15. storočí. V 19. storočí bol krov podchytený stojatou stolicou. Vďaka iniciatívnemu prístupu projektanta a stavebníkov mohli byť pomúrnice zachované na mieste – to umožnilo zachovať významnú časť historickej konštrukcie bez jej rozoberania. Stojatá stolica bola nahradená novými plnými väzbami a novými väznicami, na ktoré boli uložené krovy starého krovu, ktoré nesú len svoju vlastnú tiaž. Strešnú krytinu vrátane izolácie nesú nové krovy osadené na nové väznice. Oprava krovu bola nominovaná na cenu Patrimonium pro futuro 2021; Český Krumlov.



V minulosti sa tieto poruchy opravovali stužením spodného rohu stolice pásikmi, klieštinami, obedným spodným rohu doskami, vložением stĺpika pod vzperu stolice, podoprením strednej väznice stĺpkami stojacimi na väzných trámoch alebo na pozdĺžnom prahu ležiacom na väzných trámoch (niekedy položenom) stiahnutím krovu dodatočnými klieštinami. Tieto opatrenia sú účinným provizórnym riešením, definitívna oprava sa však nezaobíde bez posilnenia konštrukcie, nevyhnutná je však výmena narušeného dreva.

Je potrebné posúdiť a zosilniť všetky spoje, obvykle spojením kráčat s výmenami a krokvmi pomocou ocelových pásikov, prípadne zosilnením spojov kráčat a výmen pomocou ocelových strmeňov.

Pokiaľ statický výpočet preukáže, že vzpera je poddimenzovaná, je obvykle vhodné ponechať dodatočný päťový stĺpik alebo dodatočnú pozdĺžnu stolicu, prípadne krov podobným spôsobom zosilniť. Päťný stĺpik je možné uvažovať vo výpočte ležatej stolice. Dodatočná pozdĺžna stolica zatažuje väzné trámy, pokiaľ väzné trámy na plné zataženie od strednej väznice nevyhovujú, je potrebné posúdiť spolupôsobenie priečnej ležatej stolice a pozdĺžnej stolice stojatej na 3D modeli.

Príliš dlhé výmeny kráčat namáhané ohybom od vodorovnej sily je možné posilniť vložением vodorovných diagonál cez rohy medzi väznými trámami a výmenami, ktoré skráti ich rozpätie a zvýšia vodorovnú tuhosť krovu. Aj tu sú vhodné styky s plátom na rybinu.

Pridaním ďalšieho trámu rovnobežného s výmenou a ich vzájomným spojením diagonálami je možné vytvoriť ležatý priehradový nosník, ktorý spoľahlivo preniesie vodorovnú silu do plných väzieb.

Obdobne je možné zachytiť vodorovnú silu od kráčat vo valbe, ktoré sú obvykle uložené do najbližšieho väzného trámu, vodorovným priehradovým nosníkom vytvoreným z dvoch alebo troch väzných trámov a diagonál.

Pokiaľ má krov kráčatá bez výmen, je väčšinou nutné výmeny doplniť. Niektoré krovy s kráčatami bez výmen boli takto postavené, inde boli väzné trámy odrezané kvôli zaklenutiu, prípadne aj z iných dôvodov. Pri nových výmenách odporúčame v styku s kráčatami plát na rybinu zaistený kolíkom. Tento spoj síce nie je v prípade tohto prvku tradičný, je však spoľahlivý, pre zaistenie tradičného stredného čapu s kolíkom (obvykle dodatočne isteného kramľou) by bol nutný ocelový strmeň. Doplnenie výmen kráčat pri krove, ktorý inak nemá poruchy, neodporúčame. Krovy s kráčatami bez výmen sú zrejme regionálnou zvláštnosťou (stretávame sa s nimi napríklad na Morave), ktorá by mala byť zachovaná.

Nedostatočné vodorovné stuženie majú niekedy stojaté stolice, najmä stojaté stolice pultových striech. Stuženie je obvykle možné doplniť vložением klieštin, prípadne kotvením pomúrnic k väzným trámom alebo k stropným nosníkom.<sup>24</sup>

Nedostatočné priečne stuženie majú krovy s povalovou nadmurovkou, na ktorej je uložená pomúrnic, obvykle kotvená železnými pásikmi do stropných trámov.

Tento spôsob zachytenia vodorovnej reakcie krovu je nutné považovať za konštrukčnú poruchu (pozri

obr. 60 b), ktorá sa bežne vyskytuje pri rustikálnych stavbách, kde je možné ju tolerovať. Pri stavbách vysokej kategórie by však mala byť samozrejماً zásada, že každá konštrukcia a každá čiastková časť stavby by mala byť tuhá, to znamená, že by nemala prenášať vodorovnú reakciu spôsobenú trvalým zaťažením na iné konštrukcie:

- vodorovnú reakciu krovu od stáleho zaťaženia by mal zachytiť väzný trám,
- do muriva by sa mala prenášať vodorovná reakcia iba od klimatického zaťaženia (vetra),
- na zataženie vetrom je potrebné posúdiť škáru medzi pomúrnicou a murivom, pokiaľ vyhoví, nie je potrebné pomúrnicu kotviť,
- ak je pomúrnic, ktorá prenáša veľkú silu od krovu, kotvená do muriva (venca), môže dochádzať k nadmernému namáhaniu a deformáciám muriva.

Tento princíp treba uplatňovať pri zmenách konštrukčného systému historických stavieb aj pri návrhu stavieb nových. V súčasnej dobe projektanti nových stavieb (ale niekedy aj pri opravách historických stavieb) sa často spoliehajú na to, že vodorovnú silu od krovu zachytí železobetónový veniec, do ktorého je pomúrnic kotvená. Veniec môže vodorovnú silu zachytiť vtedy, ak je vystužený ako nosník namáhaný vodorovným zaťažením a pokiaľ je uzavretý, jeho priečne ramená môžu zachytiť celkovú reakciu. Veniec pod krovom však obvykle nemá veľkú hmotnosť a trenie v škáre s murivom je malé (viac pozri v: [Príloha č. 5. Obytné podkrovi v historických objektoch](#)).

## HRAZDENÉ KONŠTRUKCIE <sup>25</sup>

### Poruchy hrazdených stavieb

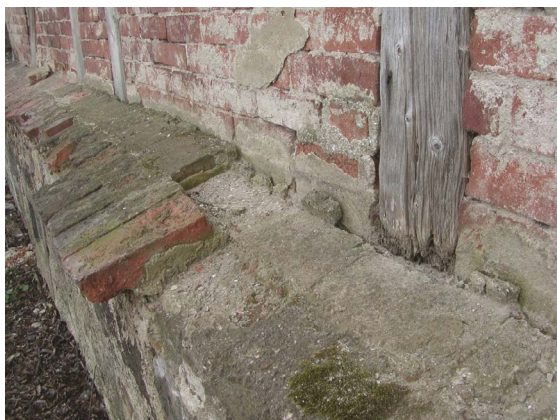
K narušeniu hrazdených konštrukcií dochádza najčastejšie pri napadnutí dreva drevokazným hmyzom a hubami a pôsobením poveternostných vplyvov. Poruchy sú spôsobené nedostatočnou údržbou objektov, nevhodne vyriešenými konštrukčnými detailmi a nedostatočnou ochranou dreva pred vonkajšími vplyvmi. Pokiaľ drevo v kontakte s murivom nemôže vysychať (keď je zamurované, keď jeho povrch nemôže odvetrávať, alebo keď je murivo príliš vlhké), dochádza k zvýšeniu vlhkosti dreva, k jeho napadnutiu plesňami a hubami a k postupnému zhoršovaniu jeho mechanických vlastností. Pokiaľ je drevo trvalo premočené (v miestach kam zateká, v dotyku so zemínou), dochádza po čase k napadnutiu drevomorkou, ktoré má deštruktívny charakter. Hrazdenie v blízkosti lesných porastov alebo parkov býva na slnečných miestach napadnuté tesárikom. Nechránené drevo vystavené slnku a dažďu vysychá, deformuje sa a krehne.

Pri oprave porušenej hrazdenej konštrukcie treba rozlíšiť druh, charakter a rozsah napadnutia a rozsah spôsobených škôd, treba určiť priority zachovania funkcií konštrukcií a priority nosnej konštrukcie a ostatných prvkov z hľadiska ochrany pamiatkového fondu.

24 Niektoré zmeny konštrukčného systému krovu pozri: VINAŘ, J., ref. 23.

25 Viac pozri v: [Ľudové staviteľstvo](#).

► Obr. 63 a, b.  
Typické poruchy  
hrazdeného muriva,  
a – hniloba spojov;  
b – hniloba v styku  
so soklom; stodola,  
Opálka, 19. storočie.



Je dôležité určiť, nakoľko je narušená statická funkcia konštrukcie, v akom stave sú jej spoje, či porušenie má charakter globálny alebo miestny a bezpečne lokalizovať napadnutie.<sup>26</sup> Niekedy je ťažké skrytú hrazdenú konštrukciu vôbec zistiť. Vodítkom môže byť malá hrúbka steny (to platí aj pre zakryté zrubové konštrukcie) a často trhliny, ktoré prezrádzajú diagonály. Pri debnených rámových stenách sa pri ich deformácii objavujú paralelné šikmé trhliny.

► Obr. 64. Šikmou  
trhlinou sa prejavuje  
diagonála v hrazdenej  
priečke; Juditina veža  
Karlovoho mosta, Praha.



Pri návrhu opravy je potrebné sa zaoberať nielen samotnou drevenou konštrukciou, ale aj jej výplňou a povrchovými úpravami (omietkami, nátermi, maľbami a pod.). Nahradenie dreva murivom bolo vždy jedným z najčastejších spôsobov opravy hrazdenia, často bola celá drevená konštrukcia postupne nahradená murivom alebo z nej zostali len nepatrné zvyšky. Tento prístup by mohol mať oprávnenie aj dnes, ak by v prípade, že hrazdená konštrukcia zostane zakrytá omietkami, znamenal minimalizáciu opravy.

26 Metodika ochrany dreva. Praha: NPÚ, 2000.

## Opravy hrazdených stavieb

Oprava drevenej konštrukcie je nutná v prípade, keď musí byť zachovaná jej statická funkcia alebo keď sa hrazdenie viditeľne uplatňuje. Opravu je možné vykonať spevnením narušeného dreva (niekedy len v miestach, kde je namáhané priečnym tlakom), nahradením časti profilu vložkou, výmenou narušenej časti profilu (v nastavení bude nový spoj), výmenou celého prvku alebo výmenou časti konštrukcie. Pokiaľ je možné vybúrať výplň, nerobí výmena dreva väčšie problémy. Tam, kde je žiaduce zachovať pôvodnú výplň, sú možnosti výmeny dreva obmedzené.

Stavba musí mať dostatočnú tuhosť, ktorú zaisťujú diagonály alebo výplň hrazdenia, previazanie s vnútornými stenami, murované steny, ktoré sú súčasťou stavby, trámové stropy a pod. Je potrebné posúdiť, či tieto konštrukcie sú na zabezpečenie tuhosti dostatočné a opraviť ich poruchy. Pokiaľ tuhosť objektu nie je dostatočná, mala by byť doplnená konštrukciami, ktoré majú autentický charakter (napríklad vložením diagonál, prípadne hrazdené priečky) alebo nenarušia príliš pamiatkovú hodnotu (napríklad spevnenie spojov vhodne upravenými kovovými prvkami). Doplnenie tiahlymi alebo venciami nie je autentickým spôsobom stuženia stavby.

Pri drevených konštrukciách môže byť závažným problémom trvalá deformácia, ktorá sa prejaví pri dlhodobom zatažení, najmä pri zvýšení vlhkosti dreva.

Pri oprave je dôležitá správna konštrukčná úprava detailov, preventívne ošetrenie, ochrana konštrukcií a následne ich údržba.

Dôležitá je najmä konštrukčná ochrana dreva v uložení hrazdenia na murivo, kde najčastejšie dochádza k prechodu vlhkosti do dreva.

Vodotesná izolácia je v tejto škále neprípustná.

V stavebných príručkách z konca 19. storočia, kedy sa bežne stavali nové hrazdené budovy, sú dokonale vyriešené detaily uloženia, kotvenia, spojov dreva, styku dreva s výplňou a modulová koordinácia, ktorá je nevyhnutná pri dekoratívnych väzbách rezného muriva.<sup>27</sup>

Podstatou preventívnych opatrení pri oprave historických hrazdených budov je samozrejme dokonalé odvodnenie stavby, dôkladná likvidácia ložísk napadnutia a preventívne ošetrenie dreva proti napadnutiu.<sup>28</sup>

Koncepciu všetkých zásahov do nosných konštrukcií, prvkov i povrchov pamiatkovo chránenej hrazdenej stavby treba schváliť príslušným KPÚ.

Rovnaké zásady ochrany nosných konštrukcií a ich povrchu platia v primeranom rozsahu aj pre hrazdené stavby v pamiatkových rezerváciách a zónach, ktorých konštrukcia je neoddeliteľnou súčasťou vonkajšieho vzhľadu stavby.

27 STADE, F. *Die Holzkonstruktionen*. Leipzig, 1904, reprint: Weltbild Verlag GmbH, 1997.

28 Zásady likvidácie napadnutia dreva a preventívnej ochrany viac pozri v: Príloha č. 3. *Ochrana dreva*, Ochrana proti napadnutiu. Pre princípy ochrany stavieb proti vlhkosti viac pozri v: Príloha č. 3. *Ochrana dreva*, Ochrana proti vlhkosti; *Vlhnutie objektov, soli a sanácia vlhkosti a biodegradácia (riasy, machy, huby), sanácia*.

► Obr. 66. Fošne pribíjané klincami z tvrdého dreva, drevený most; hrad Zlenice.

## Povrchové úpravy

Povrchová úprava môže výrazne ovplyvniť životnosť hrazdenej konštrukcie. Omietnutie alebo obklad je veľmi účinnou ochranou pred degradáciou dreva i pred vlhkosťou, pred napadnutím hmyzom však obklad chráni len čiastočne. Príkladom je nadstavba veže na Konopišti (Česká republika) z konca 19. storočia, kde bolo drevené hrazdenie oplechované meďou, pod plechom však boli veľmi priaznivé teplotné a vlhkosťné podmienky pre život tesárika, ktorý kladol do dreva vajíčka v škáre pri murive, kde drevo nebolo kryté plechom.

► Obr. 65. Medené oplechovanie neochránilo drevené prvky hrazdenia pred napadnutím tesárikom; hrad Konopište.



Významnú ochranu, najmä pred degradáciou dreva slnečným žiarením, predstavujú nátery, ktoré majú význam pokiaľ sú pravidelne obnovované. Pri náteroch je základným problémom ich autenticita, v súčasnej dobe sa aj v pamiatkovej praxi používajú prevažne nátery novodobé, je preto potrebné sa pri autenticky zachovaných pamiatkach vrátiť k náterom tradičným ako sú nátery olejové, ale aj nátery vápnom či hlinkou.

Pri oprave hrazdeného muriva s cennými omietkami a nátermi, ktoré sú dielom výtvarného umenia alebo umeleckoremeselnou prácou, je nutná spolupráca s reštaurátorom. Spravidla je nutná predbežná konzervácia a ochrana omietok, krajným riešením môže byť sňatie a opätovné osadenie omietok na opravenú konštrukciu. Veľakrát sa pri oprave hrazdenia nedbá na zachovanie výplní z rôznych typov pletiva, povriesiel, latiek a podobne. Ich podoba je veľmi rôznorodá a realizácia vernej kópie je problematická, preto je dôležité zachovanie týchto konštrukcií v autentickej podobe.

Povrchová úprava hrazdenej stavby by mala zodpovedať autentickej podobe objektu, ktorá sa však mohla v priebehu jeho existencie premieňať. Pre rozhodnutie o povrchovej úprave zrubovej stavby je preto nevyhnutný prieskum, ktorý bude podkladom pre záväznú stanovisko KPÚ.<sup>29</sup>

## DREVENÉ MOSTY

Historické drevené mosty sú u nás vzácné. Najstaršie z nich sú chránené strechou a debnením.<sup>30</sup> Pri konštrukciách vystavených poveternostným podmienkam je najdôležitejšie vyriešiť detaily podľa zásad konštrukčnej ochrany pred napadnutím, pre-

dovšetkým zaistiť odvodnenie spojov a vysychanie. Z hľadiska ochrany proti napadnutiu je účelné využitie guľatiny, ktorá má uzavretý povrch.



V styku kovových spojovacích prvkov a dreva dochádza k napadnutiu hnilobou, osvedčuje sa robiť exponované prvky (mostiny, madlo zábradlia) z dubového dreva a spájať ich drevenými kolíkmi.

Pri drevených mostoch je ideálne používať tesárske spoje, ťahané prvky sa v tom prípade spájajú plátmi na rybinu. Pri subtilnejších konštrukciách sa využije čapovanie, osedlanie a karpovanie, ťahané spoje budú svorníkové. Utiahnutie svorníkov je nutné pravidelne kontrolovať.

V uložení je účelné využiť prahy z dubového dreva uložené na odvodnený murovaný alebo betónový základ, prípadne na zhutnené a dobre odvodnené štrkové lôžko.

Držadlo a stĺpiky dreveného zábradlia musia byť dimenzované na predpísané vodorovné zaťaženie. V päte stĺpikov vodorovná sila pôsobiaca na ramene, ktoré je dané výškou stĺpika, vyvolá pomerne veľký moment. Tento moment môže byť dvojicou svorníkov prenesený do konštrukcie mosta. Výška pozdĺžnych nosníkov mosta však obvykle nie je na osadenie dvojice svorníkov dostatočná, preto je potrebné voliť iný spôsob kotvenia zábradlia. Vhodným riešením sú vzpierky stĺpikov umiestnené na vonkajšej strane zábradlia spojené so stĺpikom a presahujúcim priečnikom plátom na rybinu. Iným spôsobom môžu byť oceľové stĺpiky, ktoré je možné do nosníkov mosta kotviť zvislými svorníkmi. Návrh zábradlia musí byť podložený statickým výpočtom.

Drevený most je nutné priebežne udržiavať, najmenej dvakrát ročne kontrolovať odvodnenie, vlhkosť a napadnutie dreva, stav všetkých prvkov a spojov a opravovať drobné poškodenia.

29 Viac pozri v: *Omietky a fasádne farby; Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry.*

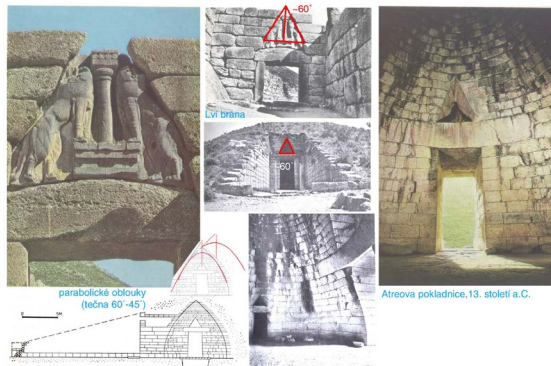
30 DUTKO, P. *Drevené konštrukcie*. Bratislava: Alfa, 1976.

## 2.9. NOSNÍKY A STROPY Z INÝCH MATERIÁLOV

### Kamenné nosníky<sup>31</sup>

Kamenné nosníky sa vyskytujú už v megalitických a archaických stavbách. Vzhľadom na to, že pevnosť kameňa v ťahu je veľmi nízka, musí mať nosník dostatočnú výšku, aby sa jeho zaťaženie prenieslo do podpôr klenbovým účinkom (tlakom).

► Obr. 67.  
Prečnelkové lomené klenby, „gotický“ trojuholník, Mykény, 13. storočie pr. n. l.



V klasickej architektúre, ktorá využíva stĺp a kladie (Egypt, Grécko, Rím), sa dimenzia kamenného nosníka určovala pomocou proporčného kánonu. V historických stavbách sa kamenné nosníky bežne používajú ako preklady uložené na murive alebo na kamennom ostení (v portáloch). Nad kamenným nadpražím je spravidla odľahčovací oblúk, ktorý preberá zaťaženie murivom, nadpražie je namáhané iba murivom pod odľahčovacím oblúkom, rozpätie prekladu sa niekedy znižuje konzolkami.

Kamenné preklady sú obvykle dobre dimenzované. Pri poruche stavby (poklesu v základoch, čiastočnej deštrukcii) alebo pri jej zmenách (búraní otvorov) dôjde k prerozdeleniu zaťaženia v murive, ktoré sa v kamennom preklade môže prejavíť ťahovou trhlinou v mieste najväčšieho zaťaženia momentom alebo trhlinou šmykovou pri uložení.

### Opravy nosníkov (a iných kamenných prvkov)<sup>32</sup>

Kamenné preklady narušené trhlínami, zvetrané alebo mechanicky poškodené sa opravujú reštaurátorským spôsobom, pokiaľ možno na mieste bez rozoberania.

Trhlina sa zatmelí, prípadne zainjektuje materiálom, ktorého zloženie sa navrhne na základe prieskumu kameňa. Ak je trhlina širšia, alebo je nebezpečenstvo dislokácie oddelených častí kameňa, môže byť ťahová alebo šmyková sila zachytená nehrdzavejúcim kovovým trňom, ktorý sa zatmelí do vrtu.

V prípade, že kamenný prvok bol pri poruche stavby silne narušený – zlomený, vyštípený a pod., obvykle sa vyberie z muriva, zosadí a spojí pomocou trňov osadených v lomovej ploche, doplní sa kamennou vložkou alebo umelým kameňom a osadí sa ako celistvý prvok.

Tmely a umelý kameň používaný na opravy kamenných prvkov nesmú pri pôsobení vonkajších činiteľov (najmä pri vlhkostných a teplotných zmenách) vyvolať degradáciu pôvodného materiálu, preto musí byť mäkkší ako pôvodný kameň.

### Kamenné krakorce (konzoly), chrliče, pavlače, rímasy<sup>33</sup>

Kamenné krakorce nesúce arkiere, balkóny, pavlače alebo rímasy historických stavieb sú konzoly votknuté do muriva. Pevnosť kameňa v ťahu je vysoká, únosnosť kamenných prvkov v ťahu za ohybu a v šmyku je vzhľadom na malú pevnosť kameňa pri tomto namáhaní nízka, preto bolo nutné únosnosť a stabilitu kamenných konštrukcií riešiť konštrukčným usporiadaním.

Pri väčšom vyložení sú kamenné konzoly niekedy znásobené a postupne vysunuté približne pod uhlom „gotického“ trojuholníka s odvesnami 1 : 2. V uložení sa šikmá zložka zaťaženia preniesie do muriva, vodorovná zložka zaťaženia, ktorá smeruje z muriva von, musí byť menšia ako trenie vyvolané zvislým zaťažením. Táto podmienka je pri „gotickom“ trojuholníku s dostatočnou bezpečnosťou splnená (koeficient trenia v murive je minimálne 0,5). Stabilita konštrukcie je zaistená dostatočnou dĺžkou uloženia konzol v murive, moment od zaťaženia votknutého konca murivom musí byť väčší ako moment od zaťaženia previsnutého konca konzoly. V niektorých prípadoch bola ohybová únosnosť kamenných konzol zaistená železným tiahlom.

Pri posudzovaní kamenných krakorcov je nutné preveriť stav kameňa, najmä či nie je v blízkosti uloženia narušený šmykovými trhlínami.

Podobne sa posudzujú aj kamenné chrliče. Historické plechové, ale aj kamenné chrliče, bývajú podopreté železnou podperou. Tento spôsob opravy sa môže uplatniť aj pri NKP. Nosnú konštrukciu medzi kamennými konzolami arkierov a pavlačí kaštieľov a meštianskych domov tvoria segmentové klenby alebo hrubé kamenné dosky. Kamenné dosky sa posudzujú na ohyb a šmyk, je potrebné preveriť, či nemajú šmykové alebo ťahové trhliny a či nie sú zvetrané.

Pavlače domov z 19. storočia majú liatinové alebo ocelové konzoly, ktoré sú kotvené do muriva. Konzoly majú rámovú alebo priehradovú konštrukciu, ohybový moment je prenášaný dvojicou kotiev zvislého prvku priloženého k murivu. Alternatívnym riešením boli konzoly z ocelových valcovaných nosníkov votknuté do muriva, medzi ktorými boli segmentové tehlové klenby.

Podlaha pavlače má často drevenú nosnú konštrukciu, niekedy je dláždená a zospodu omietaná, niekedy podlahu tvoria iba dosky.

Vyľahčené pavlače pravdepodobne neboli dimenzované na dnes platné úžitkové zaťaženie. Pokiaľ vzniknú problémy pri posudzovaní, je možné nosnú konštrukciu podlahy posilniť a súčasne odľahčiť, prípadne znásobiť počet železných konzol.

Na predpísané úžitkové zaťaženie tiež nemusí vyhovieť kotvenie zábradlia. U niektorých odľahčených pavlačí je zábradlie účinne kotvené do muriva pomocou podchodzieho oblúka.

Konštrukciu pavlačí je vždy nutné posúdiť statickým výpočtom.

Rímasy murovaných stavieb sú obvykle konštruované ako konzoly uložené na korunu muriva. Stabilitu rímasy zaistuje:

31 Viac pozri v: *Kameň a kamenné stavby*.

32 Viac pozri v: *Kameň a kamenné stavby*; *Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry*.

33 Viac pozri v: *Kameň a kamenné stavby*; *Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry*.

- trenie od vlastnej váhy, pokiaľ sú konštruované ako prečnelková klenba, ktorá je stabilná pri pomere výška : vyloženie = 2 : 1,
- ak je vyloženie rovnaké ako konštrukčná výška rímsy alebo väčšie, musí byť stabilita zaistená tiažou krycej dosky, ktorá je často kamenná; v niektorých prípadoch boli rímsy vymurované zo špeciálnych tvaroviek alebo tehál dvojnasobnej veľkosti (pozri obr. 23),
- konštrukcia rímsy musí byť kompaktná, tzn. dobre previazaná, bez medzier v škárach a bez trhlín,
- k stabilite ríms barokových stavieb prispievajú presahujúce konce zamurovaných väzných trámov a zaťaženie krovom (pozri obr. 61 a).

Stabilita ríms je veľmi často narušená zatekaním do muriva a hnilobou zamurovaného dreva, preto je potrebné pri opravách alebo stavebných úpravách veľmi starostlivo riešiť a na základe statického výpočtu posudzovať (pozri obr. 61 c):

- stabilitu rímsy,
- uloženie krovu tak, aby bola zaistená konštrukčná ochrana dreva proti napadnutiu,
- postup stavby,
- bezpečnostné opatrenia – pri každom zásahu do uloženia krovu je nutné podoprieť rímsu na lešenie.

Pri stavbách rímskych, renesančných a novorenesančných sa uplatňovali lunetové rímsy, ktorých konštrukciu tvorili kamenné alebo murované konzoly votknuté do muriva, do ktorých boli uložené segmentové klenby. Pri novorenesančných stavbách sa používala oceľová konštrukcia konzol, ktorá bola obednená a omietnutá.

#### Kamenné a visuté schodiská <sup>34</sup>

Vretenové točité schodiská sú zložené z kamenných (alebo drevených) stupňov, ktoré sú na vonkajšej strane uložené do steny, ich vnútorné uloženie tvorí profilované vreteno. Stupne sú kamenné nosníky uložené na oboch koncoch, ktoré sa o seba čiastočne opierajú. V novších konštrukciách sú vo vretenovej časti stupňov otvory, ktorými prechádza zvislá železná tyč. Pokiaľ to tak nie je, má schodisko malú priečnu tuhosť, ktorú zaisťuje iba osadenie do vonkajšieho muriva. Únosnosť stupňov je obvykle vyhovujúca, staré točité schodiská však bývajú rôznym spôsobom narušené:

- deformáciou vretena, vzájomným posunutím stupňov (príčinou je malá tuhosť schodiska),
- mechanickým poškodením stupňov,
- prešľapaním stupňov, takže je narušené vzájomné opretie,
- porušením stupňov trhlinou (obvykle šmykovou) pri deformácii schodiska,
- uvoľnením stupňov v uložení.

Točité schodiská sú niekedy umiestnené v samostatných vežiach malého priemeru, ktoré bývajú narušené dilatáciami trhlínami, ktoré sa môžu prejavovať deformáciami schodiska.

Pri oprave točitého schodiska je nutné:

- hĺbkovo vyškárať (prípadne zainjektovať) trhliny v obvodovom murive,
- podľa možnosti porovnať deformácie vretena a doplniť maltu v škárach vretena,
- dôkladne opraviť uloženie vo vonkajšom murive (doplniť maltu a vyklinovať),
- zatmeliť trhliny v stupňoch, prípadne ich prekotviť nehrdzavejúcim kovovým trňom,
- opraviť mechanicky poškodené miesta vložkou alebo umelým kameňom,
- doplniť maltu do škár medzi stupňami.

Opravy kamenných prvkov sa vykonávajú reštaurátorským spôsobom. (Viac pozri v: [2.9. Nosníky a stropy z iných materiálov](#), [Opravy nosníkov \(a iných kamenných prvkov\)](#)). Podobným spôsobom sa posudzujú a opravujú aj drevené vretenové schodiská.

Visuté schodiská nemajú vreteno, sú tvorené kamennými stupňami, ktoré sú votknuté do obvodovej steny a opierajú sa o seba ozubom, ktorý prenáša časť zaťaženia do základu, prípadne do podestových nosníkov. Dokonalé votknutie musí byť zaistené dostatočným zaťažením nosného múru, preto v bytových domoch z 19. storočia bolo posledné rameno visutých schodísk (pod povalou) nesené schodnicami z oceľových nosníkov.

Visuté schodiská boli bežné v 19. storočí, boli navrhované na základe podrobných podkladov, sú spoľahlivé a nemajú poruchy, pokiaľ neboli vystavené pôsobeniu poveternostných podmienok.

#### Novodobé stropy <sup>35</sup>

Od 19. storočia sa používajú valcované stropné nosníky s profilom písmena I, efektívne pri namáhaní ohybom (vďaka sústreďeniu hmoty do hornej a spodnej pásnice má profil vysoký moment zotrvačnosti).

V mestských nájomných domoch (v suterénoch, obchodoch na prízemí, v komunikačných priestoroch, na poschodiach pod povalou), ale aj v hospodárskych budovách (chlievoch, skladoch) a výrobných objektoch sa rozšírili využívali klenby do travers („do železných nosičov“), ktoré majú vysokú únosnosť a sú nespálne. Segmentové klenby do oceľových nosníkov mali malé rozpätie, v reprezentačných priestoroch mestských domov sa používali kláštorné klenby s malým vzopätím. V rozľahlých priestoroch výrobných stavieb sa oceľové nosníky nesúce klenby do travers podopierali liatinovými (neskôr oceľovými) stĺpmi. Liatinové stĺpy (aj architektonizované stĺpy oceľové) sú technickým a architektonickým prvkom, ktorý je významnou súčasťou pamiatkovej hodnoty, preto by mali byť uchované vo funkcii a konzervované.

Koncom 19. storočia boli vyvíjané rôzne prefabrikované systémy (väčšinou z tehlových tvaroviek ukladaných do oceľových nosníkov), ktoré mali nahradiť prácnejšie klenby do travers. Vrcholom tohto vývoja boli hurdiskové stropy veľmi obľúbené najmä v druhej polovici 20. storočia. Skôr ojediniele sa objavujú nosníky založené na vystužení kamenných nosníkov alebo priamych klenieb železnými páskami pri spodnom líci. Tieto pokusy ukončilo uplatnenie systému „Hennebique“ (patentovaná konštrukcia železobetónového trámového stropu z roku 1892).<sup>36</sup>

<sup>35</sup> Viac pozri v: [Kovové konštrukcie; Železobetón a betónové stavby; Moderná architektúra; Technické pamiatky; Podlahy, stropy, schodiská](#).

<sup>36</sup> DOHNÁLEK, J. Kořeny betonu v 18. a jeho vývoj v 19. století. In: *Beton a památková péče. Obnova památek 2015*. Praha: Studio Axis, 2015.

<sup>34</sup> Viac pozri v: [Kameň a kamenné stavby; Reštaurovanie výtvarných súčastí architektúry; Podlahy, stropy, schodiská](#).

► Obr. 68. Klenba z lomového kameňa v umelej ruine, vystužená železom; Kroměříž, 19. storočie.



►► Obr. 69. Subtilne prvky terás paláca Lucerna sú výrazne narušené koróziou. Všetky nosné konštrukcie budovy veľkej sály s terasami postavené v rokoch 1913 až 1921 sú zo železobetónu. Stanislav Bechyně touto stavbou demonštroval možnosti železobetónu a vypracoval metódy výpočtu a navrhovania, ktoré sa úspešne používali ešte v povojnových rokoch. Korekcia pôvodného riešenia je nutná iba pri tenkostenných prvkoch vystavených poveternostným podmienkam, kde je nutné stanoviť krycie vrstvy výstuže, a pri sklobetónových výplniach, kde je nutná dilatácia medzi sklom a betónom.

Súbežne prebiehal vývoj čiastočne prefabrikovaných nosníkov, pri ktorých sa kombinuje železobetón s dutinovými tvarovkami pálenými alebo z ľahkého materiálu (škvárobetón, pórobetón). Až do súčasnej doby sa stropy tohto typu uplatňujú najmä pri individuálnej, niekedy aj svojpomocnej výstavbe.

Pokiaľ sú staršie typy vyššie uvedených konštrukcií v pamiatkových objektoch, sú dôležitými nositeľmi pamiatkových hodnôt, preto by mali byť dôkladne dokumentované ako doklad vývoja techniky a podľa možnosti ponechané vo funkcii, prípadne konzervované.

V súčasnej dobe sú vo veľkom rozsahu využívané oceľové nosníky spriahnuté so železobetónovou doskou ukladanou do inventárneho debnenia alebo do trapézových plechov. Táto konštrukcia je efektívna z hľadiska úspory ocele. V pamiatkových objektoch predstavuje parotesnú zábranu, ktorá môže byť riziková vzhľadom na nebezpečenstvo šírenia huby v drevených konštrukciách. Ocelobetónové stropy sú navyše výrazne ťažšie ako stropy drevené. Oceľové nosníky zamurované do káps po drevených stropoch môžu plniť funkciu stuženia stavby. Vhodnejším riešením ako stropy ocelobetónové sú stropy z fošni osadených do oceľových nosníkov, ktoré môžu byť pri vhodnej skladbe rovnako ťažké ako pôvodné drevené stropy, môžu byť osadené do pôvodných káps a nepredstavujú parotesnú zábranu.

Pokiaľ je nutné (doložené výskumom a jeho analýzou) nahraďiť drevené stropy pamiatkového objektu stropmi novými, treba ich konštrukciu a skladbu starostlivo voliť podľa týchto princípov:

- minimalizovať priťaženie muriva,
- minimalizovať zásahy do konštrukcií (sekanie káps),
- dodržať zásady ochrany proti napadnutiu (preveriť možnú existenciu zamurovaného dreva – pomúrnic, vencov; likvidačná a preventívna sanácia),
- navrhnuť bezpečný postup náhrady starých stropov.

Oceľové nosníky sú efektívne a môžu byť veľmi variabilné. Príkladom je prelamaný nosník, ktorý vznikne rozrezaním valcovaného nosníka a zvarom oboch častí tak, že sa vytvorí vysoký nosník s otvormi v stojne, ktorý má veľkú únosnosť. Oceľové nosníky plnostenné aj priehradové sa vo veľkom rozsahu používali aj v reprezentatívnych stavbách z konca 19. sto-

ročia, predstavujú významnú súčasť ich pamiatkových hodnôt, preto musia byť zachované vo funkcii a citlivo opravované a konzervované.

Železobetónové stropy sa vo veľkom rozsahu uplatňujú v 20. storočí. Rovnako ich staršie typy vyžadujú pamiatkovú ochranu a citlivú opravu.



Do železobetónových konštrukcií patrí aj sklobetón, ktorý sa od prvej polovice 20. storočia používal v konštrukciách stropov, klenieb a stien.

### Poruchy novodobých stropov a ich opravy

Valcované nosníky si aj pri veku viac ako 100 rokov obvykle zachovávajú svoju únosnosť. Výnimku tvoria nosníky dlhodobo vystavené poveternostným podmienkam alebo vlhkému prostrediu (v pivniciach), ktoré môžu byť silne skorodované. Pri pamiatkových objektoch, kde sú oceľové nosníky významnou súčasťou stavebného vývoja, by mali byť zachované vo funkcii. Ich výmena obvykle nie je zložitá, určitý problém môže byť (vzhľadom na zmeny výrobného sortimentu) v nájdení vhodného profilu pre náhradu. V prípade, že vybratie celého profilu je ťažké, je možné v niektorých prípadoch únosnosť pôvodného nosníka zvýšiť po odstránení narušených častí, očistení zachovanej časti a navarení nových prvkov, ktoré pôvodný profil zosilnia.

Klenby do traverz sú veľmi trvanlivé, k ich narušeniu dochádza pri dlhodobom premočení. Pokiaľ sú oceľové nosníky v relatívne dobrom stave, je možné narušené tehly v klenbe vymeniť a doplniť škárovanie, prípadne časti klenby premurovať. Pokiaľ sú koróziou narušené len spodné pásnice oceľových nosníkov a klenby sú relatívne dobre zachované (tento spôsob narušenia klenieb do traverz sa vyskytuje vo vlhkých pivniciach), je možné traverzy po podoprení konštrukcie a odstránení skorodovaného železa zosilniť privarením pásnice bez rozoberania konštrukcie. V uvedených prípadoch sa bude zvažovať prácnosť a náklady riešenia.

Hurdiskové stropy sú veľmi únosnou a dlho boli bezpečnou konštrukciou. K nezvratnému porušeniu dochádza pri dlhodobom premočení. Pokiaľ nie sú oceľové nosníky narušené koróziou, je obnova hurdiskového stropu jednoduchá. V posledných desaťročiach sa však objavili významné poruchy hurdiskových stropov, ktorými sa zaoberali profesijné inštitúcie a výskumné ústavy. Dochádzalo k vzniku ťahových trhlin v strede spodného líca hurdisky, niekedy došlo aj k zrúteniu. Jedným z vplyvov, ktorý bol experimentálne dokázaný, bolo zmrštenie betónovej vrstvy na rube hurdisky, ktoré namáhalo hurdisku ohybom a jej spodné líce ťahom. Ďalšou príčinou bolo

nedostatočné uloženie keramických pätiiek na spodné príruby ocelového nosníka a vlastné hurdisky na pätky (málo malty v osadení). Napriek tomu, že hurdisky sa vyrábajú veľmi dlho, k haváriám pravdepodobne dochádzalo až v 90. rokoch 20. storočia. Je možné predpokladať, že hlavným dôvodom toho bol prudký rozvoj individuálnej a svojpomocnej výstavby, ktorá bola vykonávaná neprofesionálne a neodborne. Predtým sa hurdiskový strop staval podľa podrobného predpisu, ktorý poznal každý vyučený murár. Predpis určoval ako osadzovať pätky a hurdisku a ako má vyzerať mazanina na jej rube. V čase stavebného boomu sa pomerne práce osadenie hurdisiek vykonávalo neďbalo, zato na hrúbke mazaniny na rube hurdisky a na cemente sa nešetrilo, stavebníci zrejme vychádzali z predstavy, že čím je vrstva betónu pevnejšia, tým bude únosnosť hurdisky väčšia. Vznik porúch mohol byť niekedy spôsobený príliš rýchlym postupom stavby a nedodržaním technologických prestávok nutných na stvrdnutie malty pred zaťažením.

Príčiny porúch vložkových stropov sú rôzne, patria k nim predovšetkým konštrukčné poruchy, najmä nedostatočné krytie výstuže (zásady vystužovania betónu sa vyvíjali v prvých desaťročiach 20. storočia), preťaženie a pôsobenie vlhkosti. Pokiaľ boli vložkové stropy dlhodobo vystavené poveternostným podmienkam, sú obvykle neopraviteľné.

Vzhľadom k tomu sa staršie typy týchto konštrukcií stávajú vzácnymi, a preto ich poznanie a dokumentácia sú z hľadiska vývoja staviteľstva (a teda aj pamiatkovej ochrany) veľmi významné.

Pri opravách starších ocelových priehradových väzníkov (najmä pri stavbách z 19. storočia) je potrebné zisťovať rozsah narušenia korózií, zvariteľnosť materiálu a posudzovať štihlosť prútov, ktorá nemusí vždy zodpovedať súčasným požiadavkám.<sup>37</sup>

Poruchy železobetónových stropov súvisia často s nedostatočným krytím výstuže, najmä pri konštrukciách vystavených poveternostným podmienkam. K poruchám dochádza aj pri nedodržaní technologickej disciplíny pri výrobe betónu, jeho ukladaní a hutnení. Všeobecne možno povedať, že kvalita betónov predvojnových (aj vojnových) je obvykle vyhovujúca, hoci sa miešanie a hutnenie vykonávalo ručne. Horšiu kvalitu majú betóny zo 60. a 70. rokov, po zavedení centrálnych betonárok sa kvalita betónu výrazne zlepšila.

Po sto rokoch vývoja betónových a železobetónových konštrukcií je možné definovať ich životnosť.

Pri stavbách a konštrukciách vystavených pôsobeniu vonkajších činiteľov možno konštatovať, že vo vonkajšej expozícii je životnosť železobetónu približne 70 rokov, pri betóne pravdepodobne 100 rokov.<sup>38</sup>

Pri zastrešených stavbách nie je so životnosťou betónu problém. V súčasnej dobe existujú spoľahlivé technológie opravy železobetónových konštrukcií, ktoré je možné uplatniť pri oprave novodobých pamiatok zo železobetónu.

Výnimku predstavujú hlinitanové cementy, ktoré sa vyrábali a používali od 30. do 50. rokov 20. storočia, a ktoré boli odolné proti síranom a ich tvrdnutie bolo rýchlejšie. Neskôr sa zistilo, že po dlhšom čase betón z hlinitanového cementu stráca pevnosť a dochádza ku korózii výstuže. Po havárii v Uherskom Hradišti v roku 1984, pri ktorej zahynulo 18 ľudí, bolo používanie hlinitanových cementov zakázané a sledujú sa stavby, v ktorých bol v minulosti použitý. Norma ČSN EN 14647, platná od 1. júna 2006,<sup>39</sup> uvádza požiadavky na chemické zloženie CAC („*Calcium Aluminate Cement*“).<sup>40</sup> V prípade zistenia hlinitanového cementu v NKP je nutné venovať veľkú pozornosť jeho prieskumu.

V 20. storočí sa vo veľkom rozsahu používali sklobetónové stropy. K ich porušeniu dochádza pri korózii výstuže vo vonkajšej expozícii, pri rozbití jednotlivých sklenených tvárnic, mechanickým poškodením pri stropoch anglických dvorov alebo pri tepelných dilatáciách medzi sklom a betónom pri starších konštrukciách, kde boli sklenené tvárnice zaliate do betónu. Až podľa neskorších predpisov sa sklá osadzovali do hotového betónu na dilatačnú vložku, pri sklobetónových stenách, stropoch a klenbách boli predpísané veľkosti sklobetónových rámov a ich oddelenie dilatáciami.

Pri oprave sklobetónových stropov, ktoré nemali dilatáciu medzi sklom a betónom, bolo nutné sklenené tvárnice vyrezať a osadiť ich po oprave železobetónovej konštrukcie na dilatačnú vložku. Rozbité sklá boli nahradené tvarovkami vyrobenými na zákazku. Určitý problém bol pri hľadaní zodpovedajúceho farebného tónu skla.

Z uvedených príkladov porúch novodobých konštrukcií stropov je zrejme, že sú podstatne citlivejšie na narušenie vonkajšími vplyvmi než konštrukcie historické, z čoho vyplýva, že ich trvanlivosť je nižšia.

Ďalším poznatkom je, že pri nových konštrukciách dochádza na základe skúseností z realizácie k vývoju, ktorý vedie k zdokonaleniu technológií (alebo k ich opusteniu).

Uvedené dôvody plne potvrdzujú zásadu, ktorá sa uplatňuje v pamiatkovej ochrane: pri oprave historických stavebných pamiatok prednostne používať autentické technológie a materiály.

## 2.10. PRIEČKY

Priečky sú nenosné konštrukcie, ktoré často zaťažujú klenby a stropy. Funkcia priečok je daná spôsobom využitia budovy, ktoré sa v priebehu existencie stavby mení, mení sa poloha, konštrukcia a materiál priečok aj umiestnenie otvorov v priečkach.

Klenba, ktorá mala byť zaťažená nosným múrom, sa pri stavbe zosilnila rubovým pásom. Priečky boli murované priamo na rub klenby alebo boli podložené dreveným trámom, ktorý mal zaistiť rovnomerné roznesenie zaťaženia a zabrániť vzniku trhlín v tenkej priečke.

37 ROSENKRANTZ, B. Únosnosť ocelových centricky tlačенých prútů, zesílených pod zatížením. In: *Stavebnický časopis*. 1974, č. 10, str. 650-665.

38 VINÁŘ, J. Cement a beton při statickém zajištění a konzervaci památek. In: *Obnova památek 2015, Beton a památková péče*. Praha: Axis, 2015.

39 ČSN EN 14647: 2006, *Hlinitanový cement – Složení, specifikace a kritéria shody*.

40 ROVNANÍKOVÁ, P., BAYER, P., VÍTEK L. Hlinitanový cement jako pojivo konstrukčního betonu. In: *Beton*. 2007, č. 3.

Pri plochých stropoch sa priečky murovali priamo na stropný trám, na trám medzi stropné trámy vložený alebo uložený na stropné trámy priečne.

V historických stavbách sú bežné hrazdené konštrukcie priečok, ktoré sú ľahké, môžu byť aj samonosné a pokiaľ sú konštruované ako vzperadlo, prípadne vešadlo, môžu podopierať horný a vynášať spodný strop (pozri obr. 64); (viac pozri v: Príloha č. 7. Hrázděné konstrukce, Funkce a využití rámových a hrázděných konstrukcí).

► Obr. 72. Konštrukcie medzibytových priečok používaných v mestských domoch z 2. polovice 19. storočia.

► Obr. 70. Hrazdené priečky na drevených stropoch; špitál, Hrádek nad Nisou.

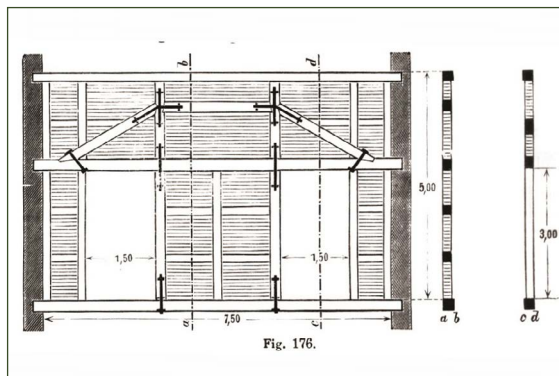


Hrázděné nosné stěny na stropěch



Hrádek nad Nisou, špitál

► Obr. 71. Samonosná hrazdená stena.



Pri pamiatkových obnovách historických stavieb je nutné rešpektovať pôvodné nosné konštrukcie. Pri NKP treba voľiť takú konštrukciu a skladbu priečok, aby zmena nosnej konštrukcie stropov nebola nutná. Pri návrhu konštrukcie priečok treba posúdiť požiadavky na ich izolačné funkcie aj hmotnosť.

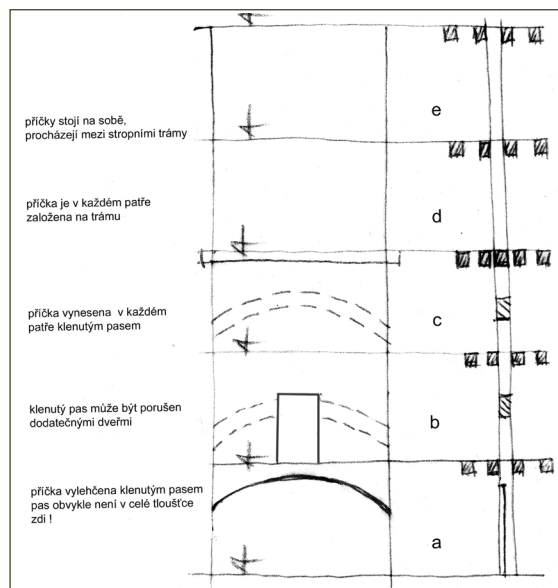
Pri súčasných adaptáciách je možné priečku uložiť na oceľový nosník uložený medzi stropnými trámami, prípadne uplatniť aj samonosnú hrazdenú priečku s oceľovou, ale aj drevenou konštrukciou.

Od 19. storočia sa vyvíjajú rôzne systémy ľahkých priečok tvorených tvarovkami a doskami z pálennej hliny, poréznych materiálov alebo na báze sadry, cementu, dreva, plastov a pod. Pri vidieckych stavbách (ale aj v mestách) sa uplatňovali lepenicové priečky s tyčou alebo výpletom. Uvedené konštrukcie sú dokladom stavebného vývoja a technického pokroku, ale pri stavebných úpravách veľmi často zanikajú.

Preto je nutné pri NKP a pri stavbách v pamiatkových územiach, konštrukcie priečok, podhládov a pod. z prvej polovice 20. storočia a starších dokumentovať, podľa možnosti ponechať vo funkcii a konzervovať.

Dvojtraktové alebo trojtraktové meštianske domy z 19. storočia majú často vnútorné nosné múry (v ktorých sú komíny) rovnobežné s uličným

a dvorným priečelím. Drevené stropné nosníky sú na ne kolmé. Medzibytové priečky týchto domov, ktoré majú hrúbku 30 cm, sú niekedy ukladané na stropné nosníky, niekedy prechádzajú cez celú výšku domu medzi krajnými nosníkmi susedných bytov.



Stropné nosníky nie sú na zaťaženie priečok dimenzované, pokiaľ boli vložené pod priečku, majú funkciu venca zaisťujúceho priečne stuženie a rovnomerný prenos zaťaženia, preto sú na každom poschodí.

Kvôli odľahčeniu trámu pod priečkou a jej stuženiu je niekedy v priečke vymurovaný skrytý klenutý pás. Rozpätie pásu býva niekedy menšie ako šírka traktu, takže pätky sa neopierajú do pozdĺžnych nosných múrov, ale zatažujú trám. Vzopätie pásu zodpovedá približne polovici svetlej výšky miestnosti.

Na prízemí, ktoré sa využívalo komerčne (niekedy aj v polozapustenom suteréne) býva v stene pod medzibytovými priečkami plytká nika zaklenutá pásom. Tento pás je iba v líci muriva, nemal iný význam ako vytvoriť niku, do ktorej sa obvykle vkladala skriňa (obdobné niky boli najmenej od 16. storočia bežné v obytných aj obchodných miestnostiach domov).

V poslednej dobe sa pri adaptáciách mestských domov veľmi často spájajú byty, zriaďujú sa medzi nimi nové dvere, búrajú sa priečky, adaptujú sa priestory prízemí a suterénov na iné využitie. Vzhľadom na zložité a niekedy neprehľadné vlastnícke vzťahy, prebiehajú tieto zmeny nekoordinovane a často aj nelegálne (bez stavebného povolenia).

Pritom dochádza k narušeniu pôvodného konštrukčného systému, ktorého dôsledky môžu byť katastrofálne:

- pri odstránení priečky na jednom poschodí, ponesie stropný trám nielen murivo horného poschodia, ale aj všetkých poschodí vyšších, na toto zaťaženie nie je dimenzovaný, dôjde k jeho preťaženiu a k vzniku trhlin v horných poschodiach,
- pri prerušení klenutého pásu novým dverným otvorom dôjde k vzniku trhlin v horných poschodiach a k preťaženiu trámu pod priečkou,

- búranie pod klenutým pásom uzatvárajúcim niku na prízemí ohrozí priečky vo všetkých poschodiach domu.

Projektant, ktorý navrhuje a staviteľ, ktorý realizuje stavebné zmeny priečok, musí vykonať prieskum v bytoch všetkých poschodí, aby zistil, aký je vzťah priečok a stropov a k akým zmenám v pôvodnom konštrukčnom systéme došlo, konštrukčné zmeny je nutné navrhovať a vykonávať po dôkladnom zvážení a posúdení statickým výpočtom.

Pri novodobých stavbách sú ploché stropy z oceľových nosníkov a vložiek, železobetónové a panelové stropy sú dimenzované na zaťaženie priečkami, ktoré sa obvykle zakladajú na hrubú podlahu.

Výhodou je možnosť adaptácie bez zmeny nosnej konštrukcie, napriek tomu je vždy nevyhnutné posúdiť stropy statickým výpočtom. Pri panelových domoch je však nutné každé búranie otvorov v panelovej stene posudzovať z hľadiska statiky.

## 2.11. NOVODOBÉ PAMIATKOVO CHRÁNENÉ STAVBY<sup>41</sup>

Novodobé stavby sú v kapitole (viac pozri v: [1. Úvod](#), [1.2. Predmet a terminológia](#)) charakterizované ako stavby z 19. až 21. storočia využívajúce novodobé materiály (liatinu, ocel, betón, železobetón, prefabrikáty, predpäté konštrukcie a pod.). NKP tejto kategórie sú chránené nielen pre svoje architektonické kvality, ale aj pre svoju kvalitnú a mnohokrát progresívnu konštrukciu. Nosné konštrukcie týchto stavieb sú podstatnou súčasťou ich pamiatkových hodnôt a musia byť chránené, dokumentované a opravované rovnako starostlivo ako pamiatky predchádzajúcich období. Nosné konštrukcie novodobých stavieb boli navrhované na základe exaktných metód, sú dokladom použitia aplikovanej fyziky a matematiky, vývoja metód výpočtu a navrhovania, nových technológií realizácie stavieb, tvorby metodických podkladov. Významnou súčasťou historickej hodnoty novodobých stavieb sú doklady o ich návrhu a stavbe, preto musí byť súčasťou architektonicko-historického (a stavebnotechnického) výskumu zhromaždenie a štúdium pôvodnej dokumentácie vrátane statických výpočtov, konštrukčných výkresov a stavebných denníkov.<sup>42</sup>

Podobne ako pri stavbách „historických v užšom slova zmysle“, aj pri NKP „novodobých“ je nutné riešiť problémy dané starobou stavby, ktoré ich predpokladanú životnosť obvykle už presahujú (typickým príkladom sú pamiatky technické). Najmä pri stavbách zo železobetónu sa prejavuje starnutie, na ktorom sa výrazne podieľa korózia výstuže, prax dokladá, že vo vonkajšom prostredí je trvanlivosť betónu a železobetónu iba 50 až 100 rokov. Jedným z dôvodov je okolnosť, že až na základe skúseností z prvých železobetónových stavieb boli vypracované princípy vystužovania betónových konštrukcií, krycích vrstiev výstuže, dilatácií, vodotesných izolácií a pod.

Pri posudzovaní novodobých konštrukcií je preto nutné poznať princípy, na základe ktorých boli konštrukcie navrhnuté, pokiaľ možno sa zoznámiť s pôvodnými projektmi, statickými výpočtami,

spôsobom prevedenia atď. a porovnať ich s detailným prieskumom stavby a statickým výpočtom podľa súčasných noriem. Dôležité je zistenie materiálov, ktoré sa už nepoužívajú a ich vlastností, napríklad pevnostných charakteristík liatiny, výskytu zväracieho železa (bežné do roku 1862, do roku 1909 možné), zvariteľnosti ocele, použitie hlinitanových cementov a pod. Výhodou je, že materiálové charakteristiky je pri novodobých stavbách možné zistiť pomocou skúšok ľahšie ako napríklad pri historickom kamennom murive.<sup>43</sup>

V súčasnej dobe sa bežne využívajú technológie, ktoré umožňujú opravu vád a poškodenia oceľových a železobetónových konštrukcií a prípadne aj ich zosilnenie. Vo väčšine prípadov je možné tieto technológie uplatniť aj pri oprave nosných konštrukcií novodobých pamiatok. Je však nutné uplatniť rovnaký prístup ako pri stavbách historických (viac pozri v: [1. Úvod](#), [1.1. Ciele metodiky a predpoklady ich naplnenia](#)), a to:

- zásahy do nosných konštrukcií musia mať len nevyhnutný rozsah,
- nevyhnutnosť a účelnosť zásahov musí byť preukázateľne doložená (nutný je statický výpočet),
- nositeľom pamiatkových hodnôt je nosná konštrukcia aj jej technológie, opravy by preto mali byť vykonané autentickým pracovným postupom, pokiaľ možno bez zmeny konštrukčného systému,
- nesmie prísť k zníženiu pamiatkových hodnôt stavby,
- pri nosných konštrukciách, ktoré mali vo svojej dobe progresívny charakter, je v rámci architektonicko-historického výskumu nutná detailná dokumentácia technického riešenia a jeho odborná analýza.

Neoddeliteľnou súčasťou priemyselných stavieb je aj výrobná technológia (strojné zariadenia), ktorá je tiež predmetom ochrany.<sup>44</sup>

## Novodobé tvrdé omietky a obklady<sup>45</sup>

Od konca 19. storočia sa začal cement užívať nielen pre nosné konštrukcie z betónu a železobetónu, ale vo veľkej miere aj do mált na murovanie, pre omietky, mazaniny, obklady a pod. Vysoká pevnosť a malá priedušnosť betónu a cementových mált umožnila významný pokrok stavebníctva, ale pri niektorých konštrukciách, najmä v stavbách vystavených poveternostným podmienkam, pôsobia negatívne (viac pozri v: [2.2. Malty](#); [2.4. Murované konštrukcie](#) a príloha č. 8. [Historická stavba a její nosné konstrukce](#), Stárnutí materiálů a konstrukcí). K poznaniu, že životnosť cementových mált vo vonkajšom prostredí je 50 až 100 rokov, sa dochádzalo postupne až v posledných desaťročiach 20. storočia.

V prvej polovici 20. storočia boli cementové malty a omietky, keramické obklady a sklobetónové konštrukcie obľúbenou súčasťou moderných stavieb. Skutočnosť, že pri cementových omietkach a mazaninách dochádza k výraznému zmršteniu, nebola všeobecne známa, takže mnoho stavieb z tej doby má

41 Viac pozri v: [Kovové konštrukcie; Železobetón a betónové stavby; Moderná architektúra; Technické pamiatky](#).

42 *Zásady hodnocení existujících konstrukcí, sborník k semináři*. Praha: ČVUT, 2006; Kol. autorov. *Beton a památková péče. Obnova památek 2015*. Praha: Studio Axis, 2015.

43 ROVNANÍKOVÁ, P., BAYER, P., VÍTEK L. Hlinitanový cement jako pojivo konstrukčního betonu. In: *Beton*. 2007, č. 3.

44 *Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče*. Ostrava: NPU, 2018.

45 Viac pozri v: [Železobetón a betónové stavby; Moderná architektúra; Omietky a fasádne farby](#).

► Obr. 74 a, b.  
Havária pražského domu, ku ktorej došlo v dôsledku nekvalifikovaného návrhu a postupu práce.

plochy stien a podláh bez dilatácií (pozri obr. 3 a, 3 b). V cementových omietkach vznikli pri tvrdnutí vlasové trhliny, ktoré neboli spočiatku nápadné, v priebehu 50 až 60 rokov existencie objektu sa rozšírili pôsobením tepelných dilatácií, ale aj pôsobením vlhkosti, ktorá nimi preniká do omietky.

Kombinácia zmršťovacích trhlín s poruchami spôsobenými nedostatočnou údržbou a podmäčkaním objektu priviedla neskúseného projektanta k presvedčeniu, že sa jedná o závažné narušenie statiky domu a k návrhu na zbúranie pamiatkovo chráneného objektu, ktorý bol čiastočne realizovaný.

► Obr. 73.  
Zmršťovacie trhliny v cementových omietkach bez dilatácií boli interpretované ako statické trhliny; Praha, Na Safránce, 20. roky 20. storočia.



Zmršťovacie trhliny v cementových škárach a zatekanie do muriva sa prejavili aj pri murovaných parapetoch a korunách vonkajších stien (pozri obr. 20, obr. 47 a, 47 b, obr. 49).

Uvedené príklady dokladajú nutnosť veľmi starostlivo dokumentovať, rozlišovať a interpretovať príčiny vzniku statických, dilatačných a zmršťovacích trhlín.

## 2. 12. PROVIZORNÉ A POMOCNÉ KONŠTRUKCIE

### PROVIZÓRNA VÝDREVA

Pri oprave narušených nosných konštrukcií, ale aj pri každom zásahu do nosnej konštrukcie (zriaďovanie alebo úprava otvorov a prestupov, výmena prekladov, premurovanie, podmurovanie, podchytávanie základov, búranie nosnej konštrukcie), prípadne aj pri vypratávaní sutiny alebo pivníc je nutná provizórna výdrevá.

Provizórna výdrevá klenieb a stropov je vždy nutná pri búraní priečok, ktoré na nich stoja alebo ktoré sú pod narušenými klenbami alebo stropmi. Búranie je odborná činnosť, ktorú musí vykonávať kvalifikovaný pracovník pod dozorom stavbyvedúceho.

Pri NKP je neprípustné používať pri búraní stroje alebo ťažkú mechanizáciu. Výkopy pre stavebné konštrukcie, sondy (aj pre archeologický výskum) musia byť pažené podľa stavebných predpisov.

Pri stavbe v havarijnom stave je nutné podprieť prípadne vzoprieť časti, ktoré hrozia zrútením, ktoré sú výrazne narušené alebo nestabilné a príslušnými opatreniami zabrániť prístupu cudzích osôb.



Každú historickú stavbu (aj značne narušenú) je možné provizórne zaistiť výdrevou, vďaka vysokej pevnosti dreva v tlaku je možné nosnú funkciu stien a pilierov nahradiť subtlínnymi drevenými prvkami. Súčasťou návrhu výdrevy značne narušenej stavby musí byť postup práce a prípadné ochranné prístrešky pre pracovníkov pri zriaďovaní výdrevy.

Pred vykonaním výdrevy by nemali byť búrané žiadne časti stavby, aj priečky, debnenie, podhlady a pod. sa pri narušenej stavbe môžu podieľať na nosnej funkcii.

Ak je jednou z príčin narušenia stavby pôsobenie vodorovnej sily (napríklad reakcia krovu alebo klenby), môže byť účelné zriadenie provizórnych ťahel. Provizórne zabezpečenie havarijnej stavby sa vykoná na základe návrhu odborného posudku.

Provizórna výdrevá musí byť dimenzovaná na zaťaženie podporovanou konštrukciou. Výdrevá musí byť priestorovo tuhá (zavetrovanie v troch smeroch), musí spoľahlivo preniesť zaťaženie do podlažia (uloženie na prahy), musí byť stabilná, šikmé vzpery musia byť zaistené proti posunutiu. Pri návrhu sa posudzujú prvky, spoje aj uloženie.

Provizórna výdrevá musí byť vykonaná tak, aby pre jej funkciu a osadenie nebolo nutné žiadne búranie, prierazy, kapsy, výkopy, zásahy do terénu, využitie ťažkej mechanizácie alebo iné opatrenia, ktoré by mohli zhoršiť stav zaistovaného objektu. Výdrevu musí vykonávať kvalifikovaný pracovník pod dozorom stavbyvedúceho.

Stav výdrevy je nutné pravidelne kontrolovať (utiahnutie svorníkov a klinov), pri dlhodobej výdreve aj stav dreva (vysychanie, napadnutie).

Pre podporné konštrukcie je najvýhodnejšie používať drevo, ktoré je možné jednoducho prispôbiť potrebným parametrom stavby. Výhodné môžu byť skrutkovacie stojky, ktorými je možné podoprenie aktivovať. V namáhaných spojoch sa používa osedlanie, karpovanie, zapustenie, tesárske skoby a klince, na aktiváciu klíny z tvrdého dreva a svorníky, na zaistenie spojov príložky.

Výdrevá sa aktivuje postupne, musí sa sledovať správanie podopieraných konštrukcií, aby sa aktiváciou nezhoršil ich stav.

## LEŠENIE

Lešenie musí byť navrhnuté a vykonané odbornou firmou, musí zodpovedať normovým požiadavkám, musí byť pred uvedením do prevádzky prevzaté a v priebehu stavby pravidelne kontrolované.

Atypické lešenie musí byť posúdené statickým výpočtom. Konštrukciu klenby, stropu alebo pivnice, na ktorých má byť postavené lešenie, je nutné posúdiť statickým výpočtom. Pri stavbe lešenia v NKP nesmie dôjsť k poškodeniu pamiatkovo cenných prvkov, detailov a povrchov. Pred stavbou lešenia v pamiatkovo hodnotnom interiéru musí byť v projekte navrhnutá ochrana pamiatkovo cenných prvkov. Výhodné môžu byť drevené lešenia, jedným z dôvodov je okolnosť, že sa stávajú majetkom investora a neplatí sa z nich nájom.

Rovnaké požiadavky platia aj pre prístrešky a iné provizórne stavby.

---

---

# 3. LEGISLATÍVA A SÚČASNÉ TECHNICKÉ POŽIADAVKY NA VÝSTAVBU

Uvádžame aj staršie normy, keďže ich znalosť môže byť užitočná pri posudzovaní historických stavieb. Využitie platných noriem je samozrejmosťou.

## 3.1. ČESKOSLOVENSKÉ (ČESKOMORAVSKÉ) ŠTÁTNE NORMY

ČSN 1168-1939: 1943, *Provádění prací zednických a přidružených.*

ČSN 73 0035: 1988, *Zatížení stavebních konstrukcí.*

ČSN 73 1001: *Základová půda pod plošnými základy.*

ČSN 73 1101: *Navrhování zděných konstrukcí.*

ČSN 73 1401: 1986, změna b-3/1998, *Navrhování ocelových konstrukcí.*

ČSN 73 1701:1984, *Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií.*

ČSN 73 1901: 2011, *Navrhování střech – Základní ustanovení, nahradzuje ČSN 73 1901: 1999.*

ČSN 73 2310: *Provádění zděných konstrukcí.*

ČSN 73 3251: *Navrhování konstrukcí z kamene.*

ČSN 73 8105: 1983, *Dřevěná lešení.*

ČSN 73 0035: 1988, *Zatížení stavebních konstrukcí.*

ČSN 37 0038: *Hodnocení spolehlivosti.*

ČSN P ENV 1990: 1990, *Stanovení vlastností materiálů při hodnocení existujících konstrukcí.*

ČSN P ENV 1996-1-1: 1996, *Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce.*

ČSN ISO 13822: 2005, *Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.*

## 3.2. METODICKÉ PODKLADY

ABC Standards der Baudenkmalpflege [online]. Wien: Bundesdenkmalamt, 2015. ISBN 978-3-901858-12-3. Dostupné na: <https://www.bda.gv.at/service/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/standards-der-baudenkmalpflege.html>

DOBŘÝ, O., PALEK, L. *Jak zjišťovat vlastnosti dřevěných konstrukcí při modernizaci?* Praha: Ústav stavebních informací, 1989.

FOUD, K. *Tvorba a ochrana prostředí historických jader měst a obcí.* Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, 2005.

HOLICKÝ, M., et al. *Stanovení vlastností materiálů při hodnocení existujících konstrukcí, sborník k semináři 3. 4. 2007.* Praha: ČVUT, 2007.

KAIGL, J., et al. *Příručka vlastníka kulturní památky.* Praha: Jalna, 2004.

KOPECKÁ, I., NEJEDLÝ, V. *Průzkum historických materiálů, Analytické materiály pro restaurování a památkovou péči.* Praha: Grada, 2005.

KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1995-1.* Praha: ČKAIT, 2010.

KUNECKÝ, J., et al. *Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí.* Praha: ÚTAM AVČR, 2015. ISBN 978-80-86246-64-2.

MENCL, V. *Stavebnětechnické průzkumy. MP 8,1 – metodická pomůcka k činnosti autorizovaných osob.* Praha: ČKAIT, 2012.

MICHOINOVÁ, D. *Příprava vápenných malt v péči o stavební památky, materiálně technologické zásady péče o historické stavby.* Praha: ČKAIT, 2006.

*Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage.* Zimbabwe: ICOMOS, 2003.

*Sanace zděných kleneb, doporučený standard technický.* Praha: ČKAIT, 2000.

SUCHÝ, L., ZACHAROVÁ, D., et al. *Metodika identifikácie a výskumu historických krovov.* Bratislava: Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, 2018.

TVRZNÍK, V., ŠEJNOHA, J. *Metodika pro navrhování oprav historicky významných kamenných mostů, podložená zkušenostmi z opravy Karlova mostu*. Praha: ČVUT, 2011.

URUSHADZE, S., PIRNER, M., BAYER, J. *Památkový postup – ochrana památkových objektů proti vibracím*. Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky, 2021.

*Vápenné omítky pro památkovou péči, seminář*. Praha: WTA, 2008.

*Vápenné omítky v památkové péči, WTA – směrnice 2-7-01/D, překlad z německého vydání*. Praha: WTA CZ, 2007.

*Zásady hodnocení existujících konstrukcí, sborník k semináři*. Praha: ČVUT, 2006.

---

---

## 4. STÁTNÍ ÚSTAV PAMÁTKOVÉ PÉČE (SÚPP)/NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV (NPÚ)

*Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče*. Ostrava: NPÚ, 2018.

*Metodika hodnocení a ochrany staveb 2. poloviny 20. století*. Brno: NPÚ, 2020.

*Metodika ochrany dřeva*. Praha: NPÚ, 2000.

*Metodika pro posuzování nástaveb, půdních vestaveb a ochranu střešní krajiny*. Praha: NPÚ, 2001.

*Mikroklima v historických interiérech*. Praha: NPÚ, 2011.

KUČA, K., KUČOVÁ, V., KIBIC, K. *Novostavby v památkově chráněných sídlech*. Praha: NPÚ, 2004.

Kol. autorov. *Obnova okenních výplní a výkladců*. Praha: NPÚ, 2010.

*Ochrana, údržba a stavební úpravy zřícenin hradů*. Praha: SÚPP, 1998.

*Operativní průzkum a dokumentace historických staveb*. Praha: NPÚ, 2005.

*Organokřemičitany v české památkové praxi, sborník z konference*. Praha: NPÚ, 2008.

*Péče o kamenné sochařské a stavební prvky*. Praha: SÚPP, 1998.

*Péče o střechy historických budov*. Praha: NPÚ, 2003.

*Péče o výplně historických okenních a dveřních otvorů*. Praha: NPÚ, 2004.

*Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*. Praha: SÚPP, 2002.

*Principy péče o lidové stavby*. Praha: SÚPP, 1999.

*Projektování obnovy stavebních památek*. Praha: NPÚ, 2008.

*Předprojektová příprava a projektová dokumentace v procesu péče o stavební památky*. Praha: SÚPP, 2001.

*Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum*. Praha: NPÚ, 2004.

*Světové kulturní a přírodní dědictví UNESCO*. Praha: NPÚ, 2009.

---

---

## 5. ODPORÚČANÁ LITERATÚRA

- ALBERTI, L. B. *Deset knih o stavitelství*. Praha: SNKLHU, 1956.
- BALÍK, M., et al. *Odvhlčování staveb*. Praha: Grada Publishing, 2005.
- BALÍK, M. Izolace zdiva jílovými vrstvami. In: *Stavebnictví*. 2008, č. 06-07.
- BAŽANT, Z., KLUSÁČEK, L. *Statika při rekonstrukcích objektů*. Brno: VUT, 2010.
- BERTL, J., ČENSKÝ, A. *Krytiny, odkapní žlaby a trouby*. Praha, 1912.
- BERTL, J., ČENSKÝ, A. *Typy krovů dřevěných, smíšených a ze ztuženého betonu / Krytiny, okapní žlaby a trouby*. Praha: ČVUT.
- BINDING, G. *Das Dachwerk auf Kirchen im deutschen Sprachraum vom Mittelalter bis zum 18. Jahrhundert*. München: Deutscher Kunstverlag, 1991.
- CAIS, S. *Statika stavebních konstrukcí – Dějiny stavební mechaniky*. Praha: ČVUT, 1991.
- CIHLA, M., PANÁČEK, M., SLÍŽKOVÁ, Z. Technologie stavby klenutí oblouků středověkých kamenných mostů v Čechách. In: *Historické zdivo, 12. specializovaná konference stavebněhistorického průzkumu*. Roudnice nad Labem, 18. – 21. června 2013.
- ČENSKÝ, A., BERTL, J., [přednášky]. ČVUT, nedatované.
- ČENSKÝ, A., Jandáček, V. *Okenní a dveřní otvory, Tradice z pohledu dneška*. Praha: Grada Publishing, 2005.
- ČUNDERLE, K., KÖSSLEROVÁ, E., NOVOTNÝ, P. Základy klenební technologie. In: *Rekonstrukce památek 1 až 4*. Šumperk: Arkáda, 1993.
- DOHNÁLEK, J. Kořeny betonu v 18. a jeho vývoj v 19. století. In: *Beton a památková péče. Obnova památek 2015*. Praha: Studio Axis, 2015.
- DUTKO, P. *Drevené konštrukcie*. Bratislava: Alfa, 1976.
- EBEL, M. *Archiv stavebně historických průzkumů ve Státním ústředním archivu*. GA ČR 103/00/1191, 2002.
- EBEL, M. *Původní plánová dokumentace vesnických staveb z 18. a první poloviny 19. století*. GA ČR 103/93/213, 1995.
- EBEL, M. *Tradiční městské stavitelství a stavební řemesla na přelomu 19. a 20. století*. NAKI, projekt 38, 2022.
- EICHLER, J. Časový vývoj poruch staveb. In: *Rekonstrukce památek 0*. Šumperk: Arkáda, 1992.
- FÁRA, P. Dodatečná hydroizolace zdiva proti vztlínající vlhkosti. In: *Materiály pro stavbu*. 2005, č. 4.
- FICACCI, L. *Piranesi: The complete Etchings*. Taschen, 2022.
- FISCHER, T., et al. *Tectonophysics – Intra–continental earthquake swarms in West–Bohemia and Vogtland*. Elsevier B. V., 2013.
- FROLÍK, J., SMETÁNKA, Z. *Archeologie na Pražském hradě*. Paseka, 1997.
- FUKA, Z. Využití torkretáže při statickém zabezpečení památkových konstrukcí. In: *Obnova památek 4*. Šumperk: Vlastivědný ústav, 1971.
- GERNER, M. *Tesařské spoje*. Praha: Grada, 2003.
- Historické a současné dřevěné konstrukce. Sborník příspěvků konference v zámku v Kostelci nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007.
- Historické dlažby a obklady v interiérech*. Praha: Studio Axis, 2016.
- Historické zdivo, 12. specializovaná konference stavebněhistorického průzkumu*. Roudnice nad Labem, 18. – 21. června 2013.
- HOŠEK, J., LOSOS, L. *Historické omítky*. Praha: Grada Publishing, 2007.
- HRUBAN, I. Zmizelé stavební památky – Řetězové mosty. In: *Obnova památek 4*. Šumperk: Vlastivědný ústav, 1971.
- CHLUPÁČ, I., et al. *Geologická minulost České republiky*. Praha: Academia, 2002.
- JELÍNEK, L. *Tesařské konstrukce*. Praha: ČKAIT, 2003.
- JÍRA, J. *Statický a konstrukční rozbor poutního kostela sv. Jana Nepomuckého na Zelené hoře*. Diplomová práce. Praha: ČVUT, 2007.
- Klenby. Svorník 5/2007*. Praha: Unicornis, 2007.
- KLOIBER, M., DRDÁČKÝ, M. *Diagnostika dřevěných konstrukcí*. Praha: ČKAIT, 2015.

- KODERA, P. Centrum stavitelského dědictví v Plasích. In: *Inženýrská komora*, 2015.
- KOHOUT, J., TOBEK, A. *Tesařství, tradice z pohledu dneška*. Praha: Grada Publishing, 1996, podľa vydania z roku 1943.
- KOHOUT, J., TOBEK, A. *Zednictví, tradice z pohledu dneška*. Praha: Grada Publishing, 1998, podľa vydania z roku 1943.
- KOHÚT, V. Statické problémy při sanaci vlhkých staveb. In: *Zborník přednášek z konference STOP dne 28. 4. 2016*. Praha, 2016.
- Kol. autorov. *Beton a památková péče. Obnova památek 2015*. Praha: Studio Axis, 2015.
- Kol. autorov. *Dřevo, historický lexikon*. Praha: Grada Publishing, 2005.
- KOLÁŘ, J., KLOKNER, F. *Kamenné a cihelné mosty, Technický průvodce 11*. Technicko-vědecké vydavatelství, 1951.
- KOPECKÁ, I., NEJEDLÝ, V. *Průzkum historických materiálů*. Praha: Grada Publishing, 2005.
- KOTT, J. *Dvojúrovňová analýza opěrných systémů katedrál*. Dizertačná práce. Praha: ČVUT, 2012.
- Krovy a střechy, Svorník 3/2005*. Praha: Unicornis, 2005.
- KUBIČKA, R., ZELINGER, J. *Výkladový slovník – malířství, grafika, restaurátorství*. Praha: Grada, 2004.
- KUKLÍK, P. Vliv diagonál a výplně na únosnost hrázďeného zdiva. In: *Zpravodaj WTA CZ*. 2011, č. 1-2.
- Kvalitní řemeslnická práce při obnově podstávkových domů. Zošity: Metodika kurzu, Kamnářství, Klempířství, Kovářské řemeslo, Opravy (restaurování) kamenných prvků, Pokrývání, Tesařství a truhlářství, Základy, Zednictví a hliněné omítky*. Frýdlant: Frýdlantsko z.s. a MAS Frýdlantsko, z.s., 2015.
- LANDA, R., KYŠ, K., SLAVÍK, O. *Rekonstrukce a opravy budov*. Praha: SNTL, 1983.
- LORENZ, K. *Navrhování nosných konstrukcí*. Praha: ČKAIT, 2015.
- MACEKOVÁ, V. Prevence vzniku poruch konstrukcí. In: *Rekonstrukce památek 0*. Šumperk: Arkáda, 1992.
- MENCL, V. *České středověké klenby*. Praha: Orbis, 1974.
- MENCL, V. *Dřevěné kostelní stavby v zemích českých*. Praha: Jan Štenc, 1927.
- MENCL, V. *Výtvarný vývoj středověkých omítek, Omítky*. Praha: Orbis, 1968.
- MENCLOVÁ, D. *České hrady*. Praha: Odeon, 1972.
- MEŠŤAN, R. *Chyby při stavbě svépomocí, jejich příčiny a odstraňování*. Praha: SNTL, 1975.
- MEŠŤAN, R. *Stavba svépomocí*. Praha: SNTL, 1977.
- MICHOINOVÁ, D. *Příprava vápenných malt v péči o stavební památky*. Praha: ČKAIT, 2006.
- MICHOINOVÁ, D. Příspěvek k modifikaci vlastností vápenných malt tradičními organickými přísadami. In: *Zprávy památkové péče*. Praha: NPÚ, 2013, roč. 73, č. 5.
- MLÝNEK, R. *Sbírka střešních krytin*.
- Mosty/Bridges, sborník příspěvků, 16. mezinárodní symposium*. Brno, 14. – 15. 4. 2011.
- MUK, J. *Historické konstrukce I*. Praha: ČVUT, 1996.
- MUK, J. Konstrukce a tvar středověkých kleneb. In: *Umění*. 1977, roč. XXV, 1977.
- MUK, J. O klenbách Petra Parléře. In: *Staletá Praha IX, Sborník Pražského střediska státní památkové péče a ochrany přírody*. Praha: Panorama, 1979.
- NÁHŮNEK, K. *Krovy, Ústav pro učební pomůcky průmyslových a odborných škol*. Praha, 1944.
- NATTERER, J., HERZOG, T., VOLZ, M. *Holzbau Atlas Zwei*. München: Institut für internationale Architektur-Dokumentation, 1991.
- NOVOTNÁ, D. *Městské stavební řády*. Brno: Národní památkový ústav, úop v Brně, 2011.
- Obnova památek*. Šumperk: Vlastivědný ústav, 1970 – 1972.
- Okna a dveře, Svorník 2/2004*. Praha: Unicornis, 2004.
- OSTENDORF, F. *Die Geschichte des Dachwerks*. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner, 1908.
- PACOLD, J. *Konstrukce pozemního stavitelství, díl I., práce tesařské, pokrývačské a truhlářské nákladem vlastním, v Praze*. Praha, 1890.
- PACOLD, J. *Statika konstrukcí pozemního stavitelství, nákladem vlastním, v Praze*. Praha, 1897.
- Palác Lucerna, minulost, přítomnost, budoucnost; Sborník konference, 1. června 2016. Lucerna – Barrandov*. Praha, 2016,
- PALLADIO, A. *I quattro libri dell'architettura*. Venezia, MDLXX.

- PAVLÍK, M., et al. *Regenerace historických budov, sídel a krajiny, ochrana památek*. Praha: ČVUT, 1998.
- Péče o architektonické dědictví, sborník prací, I. až III. díl*. Idea servis, 2008 – 2009.
- PEŠTA, J. *Rekonstrukce roubených staveb*. Praha: Grada Publishing, 2020.
- POSPÍŠIL, M. *Kamenorez (odraz stavební mechaniky v konstrukci historických oblouků)*. Dizertační práce. Praha: ČVUT, 2007.
- PŘIKRYL, R., NOVOTNÁ, M., WEISHAUPTOVÁ, Z., ŠTASTNÁ, A. Materiály původního výplňového zdiva Karlova mostu a jejich skladba. In: *Průzkumy památek*. Praha: NPÚ, 2009, roč. XVI, č. 1.
- PUME, D., ČERMÁK, F., et al. *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. Praha: ABF nadace, 1993.
- RADOVÁ, M. *Architektura románská*. Praha: ČVUT, 1972.
- RADOVÁ, M., ŠKABRADA, J. *Románské stavitelství*. Praha: ČVUT, 1992.
- RADOVI, M., O. *Kniha o sklípkových klenbách*. Praha: Jalna, 1998.
- REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva a kompozitov*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1994.
- Rekonstrukce památek, časopis pro stavební obnovu*. Šumperk: Arkáda, 1993 – 1995.
- ROSENKRANTZ, B. Únosnost ocelových centricky tlačných prutů, zesílených pod zatížením, In: *Stavebnický časopis*. 1974, č.10, str. 650 – 665.
- RŮŽIČKOVÁ, J. *Zpráva o založení sbírky cihlářských prvků na NPÚ*. Výroční zpráva NPÚ, úop Praha, 2006. Praha: NPÚ, 2006.
- ŘÍHÁK, J. M. *Pokrývačství, tradice z pohledu dneška, původní vydání 1948*. Praha: Grada Publishing, 2003.
- SEIDLEROVÁ, I., DOHNÁLEK, J. *Dějiny betonového stavitelství*. Praha: ČBZ, ČKAIT; 1999.
- SOBON, J. A. *Historic American Timber Joinery*. Timber Framers Guild, 2002.
- SOLAR, J., LOKAJ, A. Výpočet únosnosti zděného pilíře zesíleného ocelovou bandáží pomocí metody SBRA. In: *IV. ročník konference Spolehlivost konstrukcí, Dům techniky Ostrava, 23. až 24. 4. 2003*. Ostrava, 2003.
- STADE, F. *Die Holzkonstruktionen*. Leipzig, 1904, reprint: Weltbild Verlag GmbH, 1997.
- SYROVÝ, B. *Architektura, naučný slovník*. Praha: SNTL, 1961.
- ŠEFCŮ, O., ŠTUMPA, B. *100 osvědčených stavebních detailů*. Praha: Grada publishing, 2010.
- ŠKABRADA, J. *Konstrukce historických staveb*. Praha: Argo, 2003.
- ŠKABRADA, J. *Konstrukce historických staveb*. Praha: ČVUT, 2000.
- ŠTAJNOCHR, V. Tesařské nástroje. In: *Muzejní a vlastivědné práce*. 1978, č. 3; 1979, č. 1; 1981, č. 2,3,4; 1996, č. 1.
- TEPLÝ, S. *Architektura a stavitelství v kostce*. Praha: Práce, 1963.
- TITSCHER, F. *Stavitelství*. Wien, 1919; reprint Praha: Grada, 2002.
- TŘEŠTSKÝ-ROŠICKÝ, M. *Stavby dřevěné a hrázdné*. Praha: I. L. Kober, 1914.
- TYAPUS, P. *Vývoj klenbového umění*. Dizertační práce. Praha: ČVUT, 2001.
- VILLARD de HONNECOURT. *Skicár (cca 1230-1240)*. [online] Národní knihovna v Paříži. Dostupné na: <https://web.archive.org/web/20080828102034/http://www.cgagne.org/villarcg.pdf>
- VINAŘ, J., et al. *Historické krovky*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3038-7.
- VINAŘ, J. *Archív projektů a fotografií*.
- VINAŘ, J. Cement a beton při statickém zajištění a konzervaci památek. In: *Obnova památek 2015, Beton a památková péče*. Praha: Axis, 2015.
- VINAŘ, J. Opravy a zpevňování zdiva zřícenin. In: *Zříceniny historických staveb a jejich památková ochrana, příloha časopisu Zprávy památkové péče*. Praha: Státní ústav památkové péče, 1998.
- VINAŘ, J., Vybihalová, Z. Zřícení věže románského kostela v Lenešicích – analýza příčin. In: *Monumentorum tutela, Ochrana pamiatok* 22. Bratislava: Pamiatkový úrad SR, 2010.
- VÍTEK, J. *Světové mosty od antiky po současnost*. Praha: Grada Publishing, 2019.
- VITRUVIUS: *Deset knih o architektuře*. Praha: Svoboda, 1979.
- Vývoj a funkce topenišť, Svorník 1/2003*. Praha: Unicornis, 2003.
- WITZANY, J., et al. Sanace vybraných klenbových konstrukcí konventu kláštera premonstrátů v Teplé. In: *Zprávy památkové péče*, 2015.
- WITZANY, J. Poruchy a rekonstrukce nosných zděných stěn a sloupů. In: *Stavební ročenka*. 1997.
- WITZANY, J., ČEJKA, T., ZIGLER, R. *Strengthening of Historical Masonry Vaults and Pillars with carbon Fabric*. Dubai: American University in Dubai UAE, 2011.

WITZANY, J., ČEJKA, T., ZIGLER, R. Vliv vlhkosti na dlouhodobé přetváření zdiva. In: *Stavební listy*. 2005, č. 11-12.

*Zelené památky, Možnosti snižování energetické náročnosti památkově cenných staveb*. Slavonická renesanční, o.p.s. a Státní fond životního prostředí ČR, 2011.

ŽÁK, J. *Zpracování dřeva*, materiály pro 1. ročník SOU. Praha: Informatorium, 2000.

ŽÁK, J., REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva ve stavbě*. Praha: ABF, 1998.

#### **SPOLEČNOST PRO TECHNOLOGIE OCHRANY PAMÁTEK (STOP):**

*Cement v památkové péči, odborný seminář STOP, 2. dubna 1998*. Praha: STOP, 1998.

*Co se v památkové péči (ne)osvědčilo, odborný seminář STOP, 11. říjen 2018*. Praha: STOP, 2018.

FÁRA, P. Jílové izolace staveb. In: *Ročenka STOP 2001*. Praha: STOP, 2001.

FÁRA, P. Nevhodné způsoby sanace vlhkého zdiva. In: *Ročenka STOP 2012*. Praha: STOP, 2012.

*Hrázděné stavby, odborný seminář STOP, 18. dubna 2002*. Praha: STOP, 2002.

*Chrám sv. Barbory v Kutné Hoře, odborný seminář STOP, 10. červen 2004*. Praha: STOP. Praha: STOP, 2004.

JERIE, P. Nové technologie a metody při obnově památek – očekávání, úskalí, prohry. In: *Ročenka STOP 2012*. Praha: STOP, 2012.

*Jíly v tradičním stavitelství, odborný seminář STOP, 7. června 2001*. Praha: STOP, 2001.

*Klenby historických staveb, odborný seminář STOP, 18. září 2003*. Praha: STOP, 2003.

KOHÚT, V. Statické problémy pri sanácii vlhkých stavieb. In: *STOP, svazek 19, 1/2017*. Praha: STOP, 2017.

Kol. autorov. *Vápno*. Praha: STOP, 2001.

KOTLÍK, P., et al. *Cement v památkové péči*. Praha: STOP, 1998.

KOTLÍK, P., et al. *Sanační omítky na historické stavby?* Praha: STOP, 2001.

KOTLÍK, P., et al. *Vápenné omítky, Křivoklát 98*. Praha: STOP, 1998.

KOTLÍK, P., et al. *Vápno, tradice a současnost*. Praha: STOP, 1997.

KOTLÍK, P., et al. *Vápno*. Praha: STOP, 2001.

KOTLÍK, P., ŠRÁMEK, J., KAŠE, J. *Opuka*. Praha: STOP, 2000.

MODRÝ, S. Pojivo jako zdroj výkvětů. In: *Režné zdivo historických objektů, odborný seminář STOP, 28. května 1998*. Praha: STOP, 1998.

*Nanomateriály v památkové péči, odborný seminář, STOP, 17. května 2012*. Praha: STOP, 2012.

*Obnova teras a ohradních zdí, odborný seminář STOP, 13. květen 2004*. Praha: STOP, 2004.

*Ohradní zdi, odborný seminář STOP, 11. června 2009*. Praha: STOP, 2009.

*Opravy fasád historických budov, odborný seminář STOP, 20. října 2011*. Praha: STOP, 2011.

*Opravy nosných konstrukcí historických staveb, odborný seminář, STOP, 18. října 2001*. Praha: STOP, 2001.

*Pálená krytina na památkových objektech, odborný seminář STOP, 11. září 1997*. Praha: STOP, 1997.

*Požár na památkách, odborný seminář STOP, 12. května 2005*. Praha: STOP, 2005.

*Požár na památkách, příčiny, následky, prevence, odborný seminář STOP, 12. května 2005*. Praha: STOP, 2005.

*Protipožární ochrana památkových objektů, odborný seminář STOP, 22. dubna 1999*. Praha: STOP, 1999.

*Renesance litiny ve městě, odborný seminář STOP, 25. března 1997*. Praha: STOP, 1997.

*Režné zdivo historických objektů, odborný seminář STOP, 28. května 1998*. Praha: STOP, 1998.

*Ročenka 1998, STOP*. Praha: STOP, 1999.

*Ročenka 1999, STOP*. Praha: STOP, 2000.

*Ročenka 2000, STOP*. Praha: STOP, 2001.

*Ročenka 2001, STOP*. Praha: STOP, 2002.

*Ročenka 2012, STOP*. Praha: STOP, 2013.

ROVNANÍKOVÁ, P. *Omítky*. Praha: STOP, 2002.

ROVNANÍKOVÁ, P., BAYER, P., VÍTEK L. Hlinitanový cement jako pojivo konstrukčního betonu. In: *Beton*. 2007, č. 3.

*Sanace budov proti nadměrné vlhkosti, svazek 19, 1/2017*. Praha: STOP, 2017.

*Sanace dřevěných konstrukcí, odborný seminář STOP, 15. května 2008*. Praha: STOP, 2008.

- SOLAŘ, M. Význam betonu v památkové péči. In: *Ročenka STOP 2012*. Praha: STOP, 2012.
- SOLAŘ, M., ROVNANÍKOVÁ, P., FÁRA, P. In: *Opravy fasád historických budov, STOP, 20. října 2011*. Praha: STOP, 2011.
- Staveništní malty a suché maltové směsi při obnově památek, seminář STOP, 18. dubna 2013*. Praha: STOP, 2013.
- ŠIMŮNKOVÁ, E., KUČEROVÁ, I. *Dřevo*. Praha: STOP, 2008.
- Technologie, které se v památkové péči neosvědčily, odborný seminář STOP, 15. listopadu 2012*. Praha: STOP, 2012.
- Torzální architektura II, technologie konzervování, památková obnova, odborný seminář STOP, 29. listopad 2018*. Praha: STOP, 2018.
- Torzální architektura, technologie konzervování, památková obnova, odborný seminář STOP, 30. listopad 2017*. Praha: STOP, 2017.
- Torzální architektura, technologie konzervování, statika, památková obnova, organizace obnovy, zpravodaj STOP, Svazek 21, 1/2019*. Praha: STOP, 2019.
- Údržba památkových objektů v exteriéru. In: *Zpravodaj STOP*. Praha: STOP, 2013, Zvazok 15, č. 2.
- Vápenné omítky, Křivoklát 98, odborný seminář STOP, 10. září 1998*. Praha: STOP, 1998.
- Vápno, tradice a současnost, odborný seminář STOP, Praha, 22. dubna 1997*. Praha: STOP, 1997.
- VINAŘ, J. Charakter a metody statického průzkumu. In: *Odborný seminář STOP, 14. května 2009*. Praha: STOP, 2009.
- VINAŘ, J. *Konstrukce historických staveb*. Praha: STOP, 2006.
- VINAŘ, J. *Opravy historických konstrukcí*. Praha: STOP, 2006.
- VINAŘ, J. Tradiční a netradiční metody oprav tesařských konstrukcí. In: *Odborný seminář STOP, 19. září 2002*. Praha: STOP, 2002.
- VINAŘ, J. Zjišťování poruch dřevěných konstrukcí a analýza jejich příčin. In: *Odborný seminář, STOP, 15. března 2001*. Praha: STOP, 2001.
- Zvony, odborný seminář STOP, 17. června 1999*. Praha: STOP, 1999.
- Zvony, odborný seminář STOP, 17. května 2001*. Praha: STOP, 2001.
- VĚDECKOTECHNICKÁ SPOLEČNOST PRO SANACE STAVEB A PÉČI O PAMÁTKY – WTA CZ**
- Sanace a rekonstrukce staveb 2004. Sborník 26. konference WTA*. Praha: WTA, 2004.
- Sanace a rekonstrukce staveb 2016. Sborník 38. konference WTA*. Brno: WTA, 2016.
- Sanace dřevěných konstrukcí a staveb, odborný seminář WTA*. Praha: WTA, 2008.
- Vápenné omítky pro památkovou péči, sborník přednášek ze semináře WTA*. Praha: WTA, 2008.
- VINAŘ, J. Konstruktivní principy hrázděných staveb. In: *Zpravodaj WTA*. 2014, č. 1-2.
- Zpravodaj WTA CZ*. 2011, č. 3.
- Zpravodaj WTA CZ*. 2013, č. 1-2.

---

## 6. ZDROJE FOTOGRAFICKEJ A OBRAZOVEJ PRÍLOHY

**Úvodný obrázok.** Murovaný most, Konopiště. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 1.** Porovnanie pevnosti historických stavebných materiálov. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 2 a, b.** Nepriaznivé pôsobenie cementových mált v konštrukciách vystavených poveternostným podmienkam; Jihlava, Hněvín. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 3 a, b.** Starnutie tzv. ušľachtilých (cementových) omietok; vodojem Poděbrady; palác Lucerna, 20. storočie. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 4.** Klenba z lomového kameňa, murovaná bez podpory na sadrovú maltu; Alqosh, Irak. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 5 a, b.** Murovanie alebo inštalácia stavebných prvkov na polyuretánovej pene nie je v NKP prípustná. Dôvodom je nepreukázaná životnosť a použitie neautentickej technológie. V uvedených príkladoch boli zmenené detaily osadenia okien, narušená architektúra fasády a zmenšená plocha zasklenia, 21. storočie; Praha Malešice, Lenešice. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 6.** Závislosť pevnosti muriva na opracovaní ložnej plochy a hrúbky škáry. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 7.** Presné suché murivo; Chavín de Huantar, Peru, 1 200 pr. n. l. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 8.** Porušenie pevného kameňa šmykom v lomovom murive s nepravidelnými škárami; Zlenice. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 9 a, b.** Pevnosť kamenného muriva podľa staršej normy. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 10.** Hrúbky stien historických obytných budov (v našom klimatickom pásme) v závislosti od tepelného odporu. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 11.** Pre obnovenie únosnosti klenby je predovšetkým nutné zaistiť prenos tlaku – čo najlepšie vyplniť trhliny hĺbkovým vyškárovaním, k čomu na fotografii nedošlo. Osadenie závitnicovej výstuže do drážok v omietke nezabráni pôsobeniu ťahových a šmykových síl, k zvýšeniu únosnosti klenieb neprospieva. Je však výrazným zásahom do autentických povrchov; Praha Pohořelec. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 12.** Opukové murivo s použitým asfaltovým náterom a cementovou omietkou; fara Měrunice. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 13 a, b.** Lomové murivo škárované cementovou maltou; mestské hradby Jihlava, hrad Orlík. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 14 a, b.** Oprava hradieb s lícom z režného muriva a jadrom z lomovej opuky doplnením vypadnutého muriva, hĺbkovým škárovaním trhlín a otvorených škár a injektážou; Nymburk. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 15.** Vetrací kanál pod podlahou z tvaroviek iglú; Strenice. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 16.** Vonkajšie vplyvy pôsobiace na ohradný a oporný múr. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 17.** Konštrukcia a zaťaženie oporného múru. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 18 a, b.** Nevhodná konštrukcia múrov vystavených poveternostným podmienkam; Praha, Malá strana. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 19.** Cementový nástrek na stene z opuky; Praha, Hradčany. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 20.** Monolitická koruna bez dilatačných škár, zmršťovacími trhlinami zateká do muriva – nástrek steny cementovou maltou je odtrhnutý; Jihlava. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 21.** Hradba z lomového muriva, ktorá tvorí líce zemného násypu, bola vyškárovaná cementovou maltou. Utesnené líce zadržovalo vodu prenikajúcu z násypu, pôsobením vlastnej tiaže sa narušené líce zrútilo; Hrad Klenová. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 22.** Zárubný múr. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 23.** Rozmery tehál: a – nepálená; b, c – stredoveké; d, e – klasický formát (16. – 20. storočie); f – lícovka (holandský formát); g – klenbovky; h – pevnostné (17. – 18. storočie); j, k – rímsovky; m – tvarovky; p – šamotka; q – nová lícovka. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 24.** Degradácia spekaných tehál škárovaných cementovou maltou; Praha, Pohořelec. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 25.** Statické modely klenieb. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 26.** Trhlina vo vrchole trojkľbového oblúku, Giovanni M. Filippi: kostol Nar. P. Márie, 1617 – 1624, Vranov nad Dyjí. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 27.** Zachytenie vodorovnej reakcie klenby. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 28.** Zachytenie vodorovnej reakcie klenby tiahlom. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 29.** Nosný systém a tiahla kláštorného kostola Nanebovzatia P. Márie, Osek, 1712 – 1719. Románska stavba mala tenké steny, ktoré nemohli zachytiť vodorovnú reakciu klenby, preto boli nad priečnymi stenami bočných lodí vybudované oporné oblúky, ktoré prenášali zaťaženie z klenby vonkajšie murivo bočných lodí. Múry kostola a podporné oblúky boli spojené železnými tiahlami. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 30 a, b.** Závlače tiahel pod omietkou fasády; P. P. Columbani: kostol sv. Václava, Ledčice, 1752. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 31 a, b, c.** Detaily kotvenia šikmého tiahla zamurovaného do klenby; dóm sv. Václava, Olomouc. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 32.** Konštrukčné prvky gotickej katedrály (Viollet-le-Duc), Saint-Denis. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 33 a, b.** Klenbové rebrá odtrhnuté a posunuté po zrútení krovu pri požari; únosnosť klenby bez spolupôsobenia rebier bola zachovaná; kostol sv. Petra a Pavla, Mělník, 15. storočie. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 34.** Pálené tvarovky klenbových rebier: 1 – tretia štvrtina 15. storočia; 2 – druhá tretina 16. storočia; 3 – opukové rebro zo 14. storočia; 4 – tehlová tvarovka z Červeného kostola vo Varnsdorfe (1904 – 1905); NPÚ Krásné Březno. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 35.** Oporný systém použitý v barokovej gotike; Jan B. Santini: pútnický kostol sv. Jána Nepomuckého na Zelenej hore, 1719. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 36.** Poruchy klenieb spôsobené preťažením, zľava: preťaženie (ploché klenby, klenby poddimenzované); extrémne zaťažené klenby (sut', obilie, klenby narušené poveternostnými podmienkami); lokálne preťaženie (priečky, nosné steny na klenbe). Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 37 a, b, c, d, e.** Prejavy vodorovných síl od krovu a klenby; Lokálne príčiny a prejavy porúch nosných konštrukcií; Ťahová trhlina; Šmyková trhlina; Odporúčaný spôsob značenia smeru trhlín. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 38 a, b, c, d, e, f.** Tehlová klenba a murivo, výrazne narušené poveternostnými podmienkami a vegetáciou – postup opravy, hrobka Krásná Lípa, koniec 19. storočia. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 39.** Klenba starostlivo vymurovaná z lomového kameňa si zachovala únosnosť aj napriek tomu, že malta zo škár je takmer úplne vyplavená – pozri ľadové cencúle; hrad Tolštejn. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 40.** Zvýšenie únosnosti klenby nadmurovkou pätiiek, kotvenou závitnicovou výstužou; Archeologický ústav, Praha. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 41 a, b.** Zvýšenie únosnosti klenby vloženou závitnicovou výstužou; kostol Nanebovzatia P. Márie, Plasy. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 42.** Klenby zničené počas bombardovania v roku 1945 boli obnovené zo železobetónu, poškodené klenby boli zosilnené podľa návrhu prof. B. Hacara; kláštor Na Slovanech, Praha. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 43 a, b.** Projektant považoval trhliny v škárach zamurovaných arkád renesančného zámku za statickú poruchu, navrhol oceľovú konštrukciu, na ktorú pomocou vplených tiahel vyvesil klenby; nebol realizovaný architektonicko-historický výskum – kamenné stĺpiky arkád a pätky klenieb sú v plnom rozsahu zachované; Nové Syrovce. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 44.** Trhliny v murive a v klenbách boli spôsobené podmáčaním základov na ílovitej pôde; v 30. rokoch 20. storočia boli poruchy interpretované ako výklon, spôsobený reakciou klenby a boli vybudované oceľové piliere; odtrhnutie pilierov od muriva je dokladom chybného riešenia; kostol sv. Gotharda, Žehuň. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 45 a, b.** Kamenný most; a – pôvodný stav, b – možnosti úprav. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 46 a, b.** Doklady zatekania dlažbou mostu: narušené omietky, malta vyplavená zo škár, zelená riasa; vymlaté škáry a vegetácia v miestach, kde dopadá voda pretekajúca klenbou; hrad Bečov. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 47 a, b.** Kamenný most, Zákupy: a – havarijný stav odvodnenia mostu – trhliny, nedostatočný spád a vyústenie odvodňovacieho žliabku, otvorené škáry koruny parapetu, zanedbaná údržba; b – dôsledkom zatekania „odvodňovacím“ žliabkom je odtrhnutie muriva parapetu od klenby mostu a trhliny v klenbe a pilieroch pod miestami, kde zateká. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 48 a, b.** Betónový most, Praha, Libeň: a – zatekanie pracovnými a dilatačnými škárami – ľadové cencúle; b – „dilatačný“ stav, škáry mostu. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 49.** Styčné škáry kvádrového muriva boli vyplnené cementovou maltou, ktorá neumožňuje dilatáciu, vo vlasových trhlínkách udržiavajú kapilárne sily vlhkosť, Karlov most, Praha. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 50 a, b.** Kamenný most, Postoloprty: a – nedostatočné odvodnenie spôsobilo zatekanie do muriva, voda sa zadržiava medzi lícom z kvádrov vyškárovaných cementovou maltou a jadrom z lomového muriva – došlo k odtrhnutiu a zrúteniu líca; b – malý spád, netesná dlažba, zlé vyústenie a zanedbaná údržba odvodňovacieho žliabku. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 51.** Poruchy spôsobené zatekaním do muriva pri parapete a zadržovaním vody nad pätkou klenby; murovaný most, Konopiště. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 52 a, b, c, d, e, f, g, h, ch.** a – princípy návrhu základov v súčasnosti; b – princípy návrhu základov v minulosti; c – zakladanie na skale; d – zakladanie na íloch; e – zakladanie na neúnosnej pôde; f – zakladanie na pásoch; g – zakladanie na pilótach; h – základy mestských domov; ch – základy domov z dreva. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 53 a, b.** Založenie na: a – nerovnom výbežku, hrad Kašperk; b – šikmom výbežku, hrad Tolštejn. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 54 a, b, c, d.** Základové pásy: a – v neúnosnom mieste podložia (Kaňk); b, c – dodatočne podmurované základové pásy na neúnosnej pôde (Kadaň); d – opreté o skalné výbežky (Orlík pri Humpolci). Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 55 a, b, c.** Konvent Plasy: a – základy; b – drevený základový rošt pod hladinou vody, kontrolovanou v bazéne schodiska; c – opálené dubové pilóty základov. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 56 a, b.** Trhliny vzniknuté v dôsledku sadania základov na ílovitej pôde po realizovaní drenáže pri päte stavby; Trstené, kostol Všetkých svätých. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 57.** Pevnosť dreva závisí od: spôsobu namáhania a smeru vlákien. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 58 a, b.** Provizórne zastrešenie celej stavby; kaplnka sv. Václava, Praha-Suchdol; kostol sv. Michala, Praha-Petřín. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 59 a, b.** Dodatočne podopretý krov s ležatou stolicou, zámok Nové Dvory: a – stav pred opravou, stredná väznica podopretá stĺpkami na strop, neúplné väzné trámy, priečne oceľové tiahla; b – stav po oprave, stredná väznica podopretá priehradovým nosníkom uloženým na obnovené väzné trámy plných väzieb, využitie existujúcich prvkov, priečne tiahla boli odstránené. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 60 a, b, c, d.** Uloženie krovu: a – krokvy uložené na pomúrnicach nad väznými trámami; b – pomúrnicu na povalovej nadmurovke; c – väzné trámy na zamurovaných pomúrnicach – narušenie zhlavia; d – väzné trámy na zamurovaných pomúrnicach – posun krokiev v prázdnych väzbách. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 61 a, b, c.** Uloženie ležatej stolice: a – klasické uloženie; b – stav uloženia po odkrytí, Červené Poříčí; c – odporúčané riešenie, 1 – vzpera, 2 – krokva, 3 – päťboká väznica, 4 – väzný trám, 5 – uloženie na fošnu, 6 – kapsa v murive, 7 – murivo rímasy. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 62 a, b.** Všetky krokvy a hambálky, pomúrnicu a detaily uloženia vznikli v 15. storočí. V 19. storočí bol krov podchytený stojatou stolicou. Vďaka iniciatívnemu prístupu projektanta a stavebníkov mohli byť pomúrnicu zachované na mieste – to umožnilo zachovať významnú časť historickej konštrukcie bez jej rozoberania. Stojatá stolica bola nahradená novými plnými väzbami a novými väznicami, na ktoré boli uložené krokvy starého krovu, ktoré nesú len svoju vlastnú tiaž. Strešnú krytinu vrátane izolácií nesú nové krokvy osadené na nové väznice. Oprava krovu bola nominovaná na cenu Patrimonium pro futuro 2021; Český Krumlov. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 63 a, b.** Typické poruchy hrazdeného muriva, a – hniloba spojov; b – hniloba v styku so soklom; stodola, Opálka, 19. storočie. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 64.** Šikmou trhlinou sa prejavuje diagonála v hrazdenej priečke; Juditina veža Karlovho mosta, Praha. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 65.** Medené oplechovanie neochránilo drevené prvky hrazdenia pred napadnutím tesárikom; hrad Konopiště. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 66.** Fošne pribíjané klincami z tvrdého dreva, drevený most; hrad Zlenice. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 67.** Prečnelkové lomené klenby, „gotický“ trojuholník, Mykény, 13. storočie pr. n. l. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 68.** Klenba z lomového kameňa v umelej ruine, vystužená železom; Kroměříž, 19. storočie. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 69.** Subtilné prvky terás paláca Lucerna sú výrazne narušené koróziou. Všetky nosné konštrukcie budovy veľkej sály s terasami postavené v rokoch 1913 až 1921 sú zo železobetónu. Stanislav Bechyně touto stavbou demonštroval možnosti železobetónu a vypracoval metódy výpočtu a navrhovania, ktoré sa úspešne používali ešte v povojnových rokoch. Korekcia pôvodného riešenia je nutná iba pri tenkostenných prvkoch vystavených poveternostným podmienkam, kde je nutné stanoviť krycie vrstvy výstuže, a pri sklobetónových výplniach, kde je nutná dilatácia medzi sklom a betónom. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 70.** Hrazdené priečky na drevených stropoch; špitál, Hrádek nad Nisou. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 71.** Samonosná hrazdená stena. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 72.** Konštrukcie medzibytových priečok používaných v mestských domoch z 2. druhej polovice 19. storočia. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 73.** Zmršťovacie trhliny v cementových omietkach bez dilatácií boli interpretované ako statické trhliny; Praha, Na Šafrance, 20. roky 20. storočia. Zdroj: Jan Vinař.

**Obr. 74 a, b.** Havária pražského domu, ku ktorej došlo v dôsledku nekvalifikovaného návrhu a postupu práce. Zdroj: Jan Vinař.

---

---

## 7. ZOZNAM PRÍLOH

**Príloha č. 1.** Příprava a realizace oprav a stavebních zásahů do nosných konstrukcí památkově chráněných staveb.

**Príloha č. 2.** Oprava zdiva a objektů zřícenin.

**Príloha č. 3.** Ochrana dřeva.

**Príloha č. 4.** Spoje dřevěných konstrukcí.

**Príloha č. 5.** Obytné podkroví v historických objektech.

**Príloha č. 6.** Dřevěné konstrukce.

**Príloha č. 7.** Hrázděné konstrukce.

**Príloha č. 8.** Historická stavba a její nosné konstrukce.



Financované  
Európskou úniou  
NextGenerationEU

## PLÁN [OBNOVY]



MINISTERSTVO  
KULTÚRY  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



PAMIATKOVÝ ÚRAD  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Plán obnovy a odolnosti SR, Komponent 2: Obnova budov  
Reforma zvýšenia transparentnosti a zefektívnenia rozhodnutí  
Pamiatkového úradu SR

### B. Metodika princípov rozhodovania Pamiatkového úradu SR vo veciach stavebnotechnického /alebo reštaurátorského/ zásahu

#### Časť 11. Súčasnú požiadavky na výstavbu

#### STATIKA, TECHNICKÉ NORMY, SANÁCIE

ZABEZPEČENIE STATICKEJ FUNKCIE PRI ZACHOVANÍ AUTENTICITY

#### AUTOR METODIKY

Jan Vinař

#### ODBORNÝ RECENZENT

Vladimír Kohút

#### POĎAKOVANIE

Ondřej Šefců

Jiří Fajman

#### REDAKCIA

Anna Gondová

#### PREKLAD

Eva Belláková

#### JAZYKOVÉ ÚPRAVY

Nada Kirinovičová

#### GRAFICKÁ ÚPRAVA

Alexandra Ištvánová

#### VYDAL

Pamiatkový úrad Slovenskej republiky

Cesta na Červený most 6, 814 06 Bratislava

Vydanie prvé

© 2023

[www.pamiatky.sk](http://www.pamiatky.sk)