

M4: Historické nosné konštrukcie – poruchy, diagnostika, sanácia

Murované historické konštrukcie

Princípy, poruchy, diagnostika a monitoring murovaných konštrukcií pamiatkových objektov

Ing. Lucia Majtánová, PhD., Stavebná fakulta, STU v Bratislave
23. apríl 2025, Academia Istropolitana Nova, Svätý Jur



PRÍSTUP PRI POSUDZOVANÍ A HODNOTENÍ

Je bežným javom, že pri posudzovaní a hodnotení stavebnotechnického stavu konštrukcií **pamiatkových objektov** sa aplikuje prístup, **ktorému chýba rešpektovanie základného rozdielu medzi stavbou podľa stavebného zákona a stavbou, ktorá je okrem toho aj predmetom pamiatkovej ochrany, čiže stavbou, národnou kultúrnou pamiatkou, evidovanou v Ústrednom zozname pamiatkového fondu SR.**

Zásadný rozdiel je v tom, že hodnotenie **nosnej konštrukcie** pamiatkovej stavby musí zahŕňať dva aspekty:

- jeden aspekt týkajúci sa konštrukčných charakteristík, ktoré sú dobre známe inžinierom (*posudzujú sa fyzikálno-mechanické vlastnosti, odolnosť voči pôsobeniu vnútorných a vonkajších síl a pod.*)

- druhý aspekt, týkajúci sa hodnoty konštrukcie ako prostriedku kultúrneho fondu

Slovenská republika sa 20.3.2001 **Deklaráciou o ochrane kultúrneho dedičstva** prihlásila k uplatňovaniu princípov zakotvených v medzinárodných zmluvách, dohovoroch a odporúčaniach medzinárodných organizácií na ochranu kultúrneho dedičstva

„... kultúrne hodnoty vytvárané predchádzajúcimi generáciami...

sú trvalo ohrozované...

úpadkom a zánikom tradičných remesiel a techník

a presadzovaním technológií často nezlučiteľných s podstatou a charakterom týchto hodnôt“

Touto deklaráciou sme sa prihlásili k rôznym celosvetovým chartám.

Základné zásady sa po prvý krát definovali v **Aténskej charte** v roku 1931, neskôr bola aktualizovaná **Benátskou chartou** v roku 1964.

Charty ale nezahŕňali prístup statikov.

Charta ICOMOS

International council on Monuments and Sites

Mezдинárodná rada pre pamiatky a sídla

V roku 2003 bola prijatá Charta ICOMOS, ktorá stanovovala

**Princípy pre prieskum, konzerváciu a statickú konsolidáciu
architektonických pamiatok**

Charta ICOMOS

<http://www.icomos.sk/dokumenty/>

Odporúčania pre prieskum, konzervovanie a statickú konsolidáciu architektonických pamiatok

http://www.pamiatky.sk/content/data/File/ICOMOS/ODPORUCANIA_PRE_PRIESKUM_3.pdf

Mezinárodní dokumenty o ochraně kulturního dědictví

<https://www.npu.cz/publikace/mezinarodni-dokumenty-icomos.pdf>

Odporúčania pre prieskum, konzervovanie a statickú konsolidáciu architektonických pamiatok

1. ÚČEL DOKUMENTU
2. VŠEOBECNÉ KRITÉRIA

2.3

Hodnota architektonických pamiatok nespočíva len v ich vonkajšom vzhľade, ale aj v úplnosti všetkých ich súčastí; **je nevyhnutné najmä vyhýbať sa odstraňovaniu vnútorných konštrukcií** a zachovávaniu len vonkajších fasád.

2.4

Ak je pre zachovanie objektu **potrebná** jeho **úprava alebo zmena využitia**, treba dôkladne zvážiť požiadavky pamiatkovej starostlivosti ako aj podmienky bezpečnosti.

2.5

Obnova nosnej konštrukcie nie je v pamiatkovej starostlivosti konečným cieľom, ale len prostriedkom na dosiahnutie cieľa, ktorým je zachovanie objektu ako celku.

2.6

Špecifiká architektonických pamiatok a ich zložitý vývoj vyžadujú štúdium a navrhovanie v presnom slede krokov, podobne ako v medicíne.

Tieto kroky sú:

anamnéza

diagnóza

terapia

dohľad

2.6

čo zodpovedá:

- **prieskumu** zameranému na získavanie údajov a informácií (*anamnéza*),
identifikáciu príčin poškodenia a porúch (*diagnóza*)
- **výberu a realizácii** sanačných opatrení (*terapia*)
- **kontrole** účinnosti zásahov (*dohľad*)

Za účelom minimalizovania dosahov na pamiatku a efektívneho využívania dostupných prostriedkov je zvyčajne potrebné aby sa tieto kroky uskutočnili opakovane.

2.7

Bez preskúmania dosiahnuteľného úžitku a prípadného poškodenia pamiatky, by sa nemali vykonať žiadne opatrenia, okrem prípadov bezpečnostných zásahov, nevyhnutných na odvrátenie bezprostrednej hrozby zrútenia stavby (napr. po škodách spôsobených zemetrasením); **tieto opatrenia by však tiež mali byť vratné.**

3. PRIESKUM A DIAGNOSTIKOVANIE

3.1

Multidisciplinárny tím odborníkov, zloženie ktorého závisí od typu a rozsahu problému, by mal spolupracovať od začiatku – t. j. od predbežnej obhliadky a prípravy prieskumného programu

3.3

V pamiatkovej praxi sa vyžaduje komplexné pochopenie statických a materiálových charakteristík objektu.

Dôležité sú informácie o pôvodnej koncepcii nosnej konštrukcie, použitých stavebných technológiách, o premenách a ich dôsledkoch, udalostiach, ktoré nastali a nakoniec o súčasnom stave objektu.

(Treba pracovať s archívnym výskumom a s archívnymi záznamami)

3.6

Pred akýmkoľvek rozhodnutím o statickom zásahu je v prvom rade **nevyhnutné stanoviť príčiny poškodenia a degradácie** a potom posúdiť úroveň bezpečnosti konštrukcie.

3.8

Uplatňovanie rovnakých stavebno-technických kritérií ako pri navrhovaní novostavieb často vyžaduje nadbytočné, ak nie nemožné opatrenia.

V takýchto prípadoch môžu špecifické analýzy a primerané posúdenie odôvodniť odlišný prístup k bezpečnostným kritériám.

Pri pamiatkach máme možnosť uplatňovať podstatne „jemnejšie“ a menej náročné kritéria ako pri novostavbách.

4. SANAČNÉ OPATRENIA A KONTROLA

4.1

Terapia (*výber a realizácia sanačných opatrení*) by sa mala zamerať skôr na korene príčin než na symptómy.

4.3

Bez preukázania ich nevyhnutnosti by nemali byť vykonané žiadne opatrenia.

4.5

Každý zásah by mal byť úmerný stanoveným bezpečnostným požiadavkám, pokiaľ možno minimalizovaný tak, aby **bezpečnosť** a **trvácnosť** bola zaručená **pri minimálnej strate pamiatkových hodnôt.**

Nesmieme pripustiť aby objekt spadol pri bežnej prevádzke, alebo aby sa nadmerne deformoval. Ale musíme brať do úvahy maximálne zachovanie pamiatkových hodnôt.

4.7

Rozhodovanie medzi použitím “**tradičných**“ a “novátorských” techník by sa malo v každom jednotlivom prípade zvážiť a uprednostniť tie najmenej invazívne a najviac kompatibilné s pamiatkovými hodnotami, pričom treba brať do úvahy požiadavky na bezpečnosť a trvácnosť.

4.9

Zásahy by podľa možnosti mali byť **reverzibilné**, tak aby vtedy, keď sa získajú nové poznatky, mohli byť odstránené a nahradené vhodnejšími opatreniami. Tam, kde nie sú opatrenia úplne zvrátané, nemali by uskutočnené zásahy obmedziť ďalšie zásahy.

4.10

Materiály používané v pamiatkovej praxi (najmä novodobé) by mali mať **kompatibilné vlastnosti** s jestvujúcimi materiálmi. Táto kompatibilita sa musí vzťahovať aj na dlhodobé vplyvy, aby sa predišlo nežiaducim vedľajším účinkom.

(prednáška Ing. Vladimír Kohút)

4.14

Treba sa vyhýbať odstraňovaniu alebo obmene akéhokoľvek historického materiálu alebo výrazných architektonických znakov.

4.15

V každom možnom prípade by sa mali poškodené konštrukcie **radšej obnoviť ako nahradiť** inými.

4.16

Nedokonalosti a zmeny, ak sa stali súčasťou vývoja stavebnej konštrukcie, by sa mali **zachovať**, pokiaľ nie sú v rozpore s požiadavkami na bezpečnosť

4.17

Demontáž objektu a opätovnú montáž je možné zvoliť, pokiaľ to vyžaduje samotný charakter materiálov a konštrukcie a ak obnova inými prostriedkami nie je možná, alebo je škodlivá.

4.21

Počas zásahu a po zásahu je nevyhnutné vykonávať kontroly a monitorovanie, aby sa overila účinnosť vykonaných opatrení.

4.22

Všetky kontrolné a monitorovacie činnosti by sa mali zdokumentovať a uchovať ako súčasť histórie konštrukcie.

DIAGNOSTIKA, DOKUMENTÁCIA A MONITORING

Diagnostiku a posúdenie nosných konštrukcií realizuje projektant statiky, ktorý určí následný postup zabezpečenia alebo sanácie porúch.

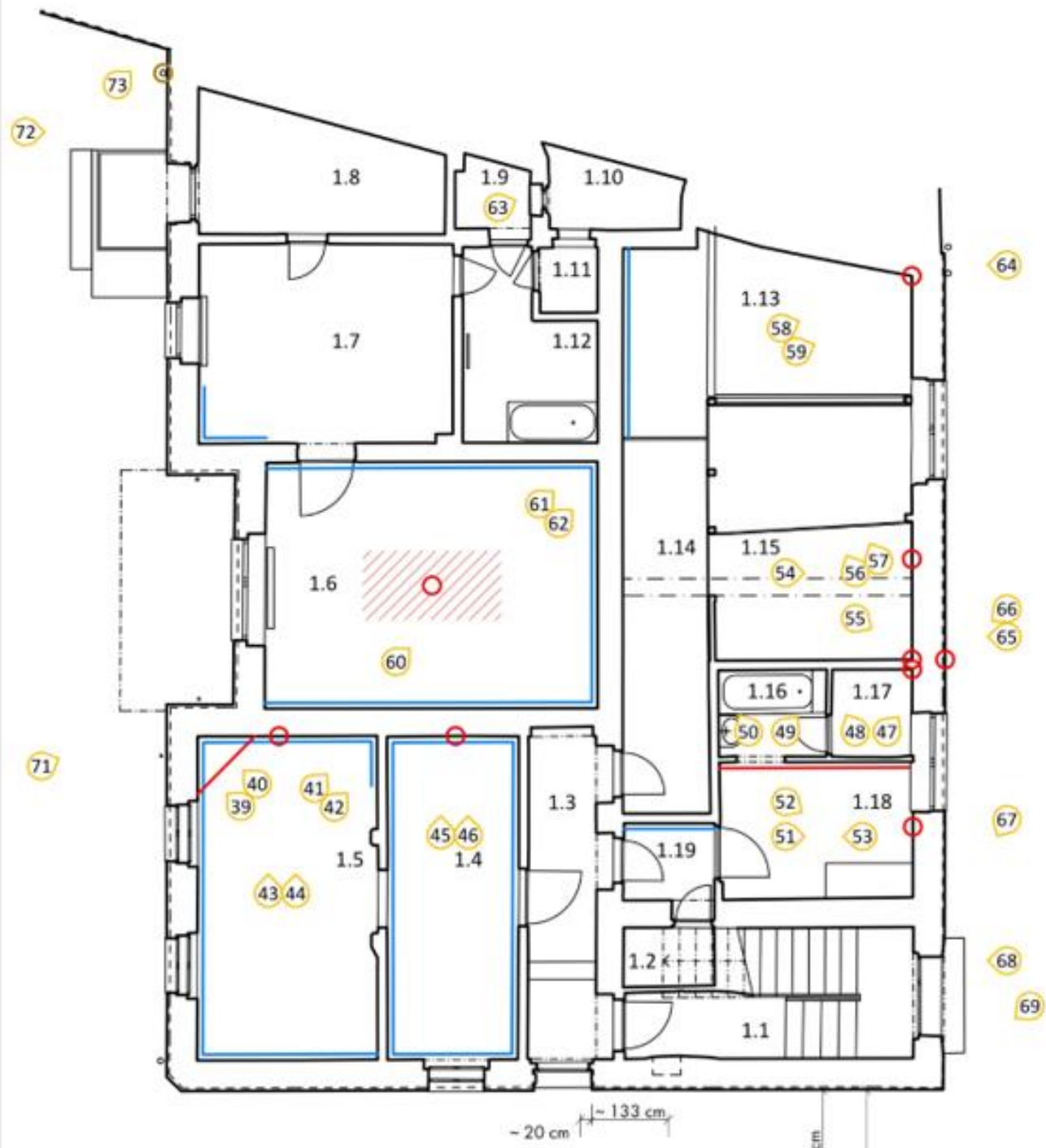
V prípade, že statický posudok a návrh sanácie nadmieru zasahuje do pamiatkovo cenných konštrukcií a jej detailov, KPÚ, resp. odborná komisia Pamiatkového úradu Slovenskej republiky (ďalej len „Pamiatkový úrad SR“) by mali v záujme zachovania hodnôt pamiatky požadovať zhotovenie revízneho posudku.

Pred samotnou diagnostikou, obhliadkou resp. zásahom, musí byť spracovaný podklad **detailného zamerania** vrátane všetkých chýbajúcich či deformovaných častí konštrukcie. Slúži ako podklad pre diagnostiku, návrh sanačných opatrení a je súčasťou projektu statiky.

Súčasťou by malo byť aj zachytenie výraznejších dielcov, ktoré pomôžu pri orientácii vo výskumnej časti. Skica alebo výstupy z nej by mali obsahovať i základné informácie stavebno-historického charakteru (spôsob opracovania dielcov, rozhrania, cezúry kamenárske značky a iné). Tieto informácie je možné doplniť do hotového zamerania aj pri následných obhliadkach. Pres diagnostiku a statický prieskum nie sú nutne potrebné.

V rámci diagnostiky a prieskumu sa podrobne zisťujú a následne zakresľujú jednotlivé poruchy do podkladov zo zamerania (prípadne pôvodnej projektovej dokumentácie).

Poruchy a stav konštrukcie sa dôkladne dokumentuje fotografiami, ktoré musia byť súčasťou dokumentácie.



Zisťujú sa možné príčiny porúch.

Pred samotným návrhom a realizáciou sanačných opatrení, treba **dbať na odstránení týchto príčin**. Môže sa stať, že opravený či skôr zamaskovaný dôsledok prvotnej poruchy, sa po možno krátkom čase opäť prejaví, často v závažnejšom rozsahu

MONITORING PORÚCH

Úlohou prieskumu, resp. dlhodobého monitoringu poruchových stavov murovaných konštrukcií je určenie, v akom stave sa vzniknutá porucha zvislej alebo vodorovnej konštrukcie nachádza.

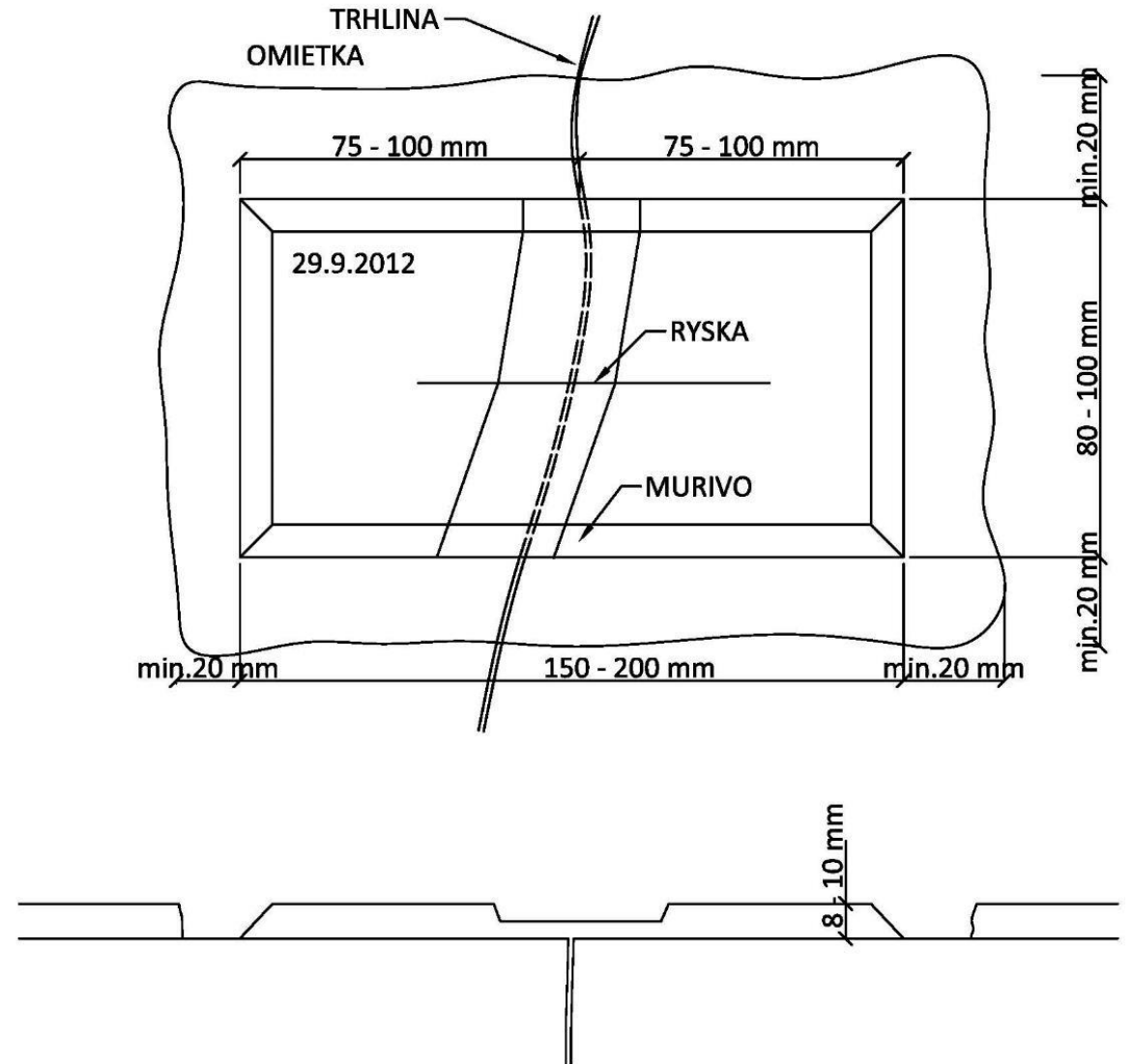
Monitoring sa realizuje po návrhu od statika.

Teda, či sa porucha prejavujúca trhlinami alebo deformáciami nachádza v aktívnom alebo pasívnom stave, či sa ďalej rozvíja, alebo je jej rozvoj už ukončený. ¹⁾

1.) https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/09_Stavebna_cast_-_materialy/Murovane_konstrukcie.pdf

MONITORING PORÚCH

Jednou z metód na určenie či je trhlina aktívna alebo pasívna je osadenie **sadrových terčíkov**.



MONITORING PORÚCH



Sadrové terčičky je potrebné umiestniť na samotnú konštrukciu (nie na povrchovú úpravu či zateplenie)

MONITORING PORÚCH

Je preto dôležité sledovať a dlhodobo presne monitorovať aktivitu trhlín. Takéto sledovanie s využitím napr. geodetických prístrojov poskytne následne presný obraz o stave poruchy a dokáže ju odlíšiť od poruchového stavu.

K tomu je potrebné zabezpečiť ochranu osadených alebo naznačených meracích značiek na stenách budovy. Takisto aj osadených skenerov, ktoré dlhodobo snímajú vývoj porúch.

MONITORING PORÚCH

Niekedy sa **dlhodobým monitoringom** môže ukázať, že **napohľad hrozivo vyzerajúca trhlina** v skutočnosti **existenciu konštrukcie neohrozuje**.

Dokonca **trhlina môže plniť funkciu** prirodzene vzniknutej **dilatačnej škáry**, v ktorej sa eliminujú napätia vzniknuté od objemových zmien materiálov vplyvom teploty. Vtedy je vhodné takúto funkciu poruchy v rámci možnosti rešpektovať a trhlinu neuzavierať pevne, ale pružne. V opačnom prípade hrozí nebezpečenstvo, že budova si po oprave vytvorí novú prirodzenú dilatačnú škáru – trhlinu na inom, nevhodnom mieste.

PORUCHY MUROVANÝCH KONŠTRUKCÍ

Indikátory technických, konštrukčných porúch murovaných konštrukcií:

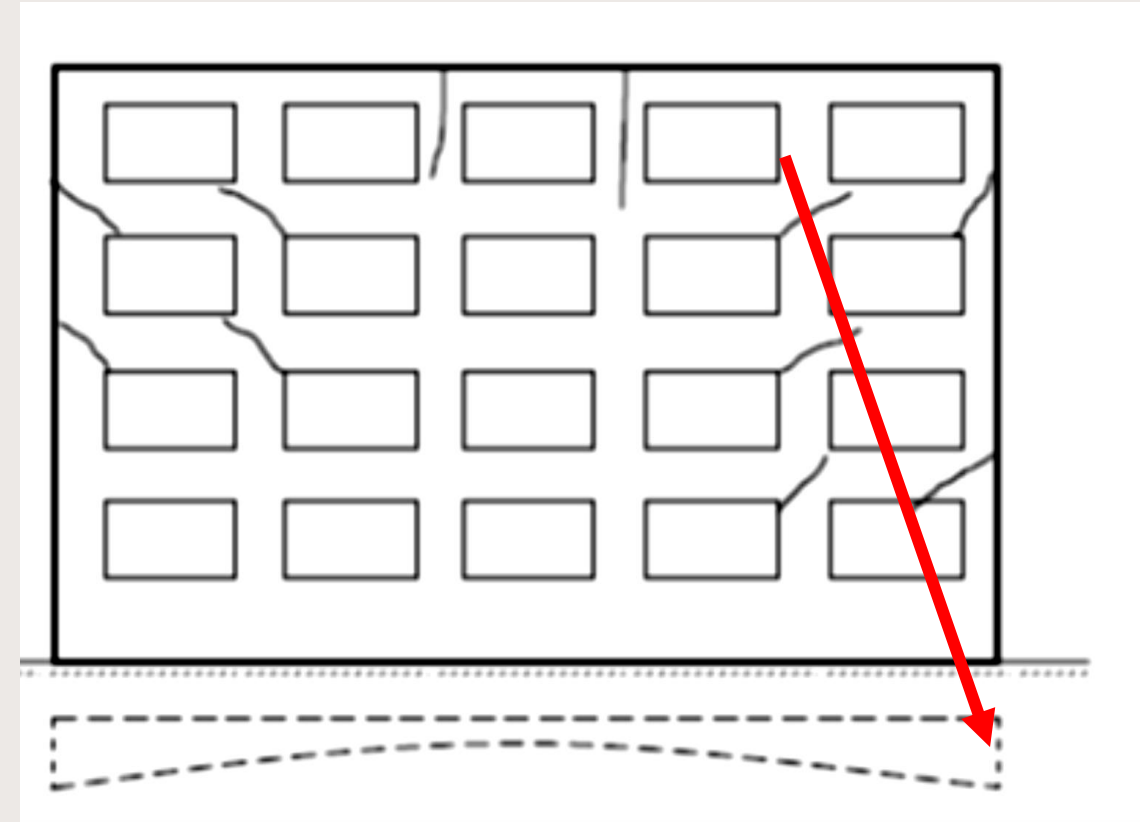
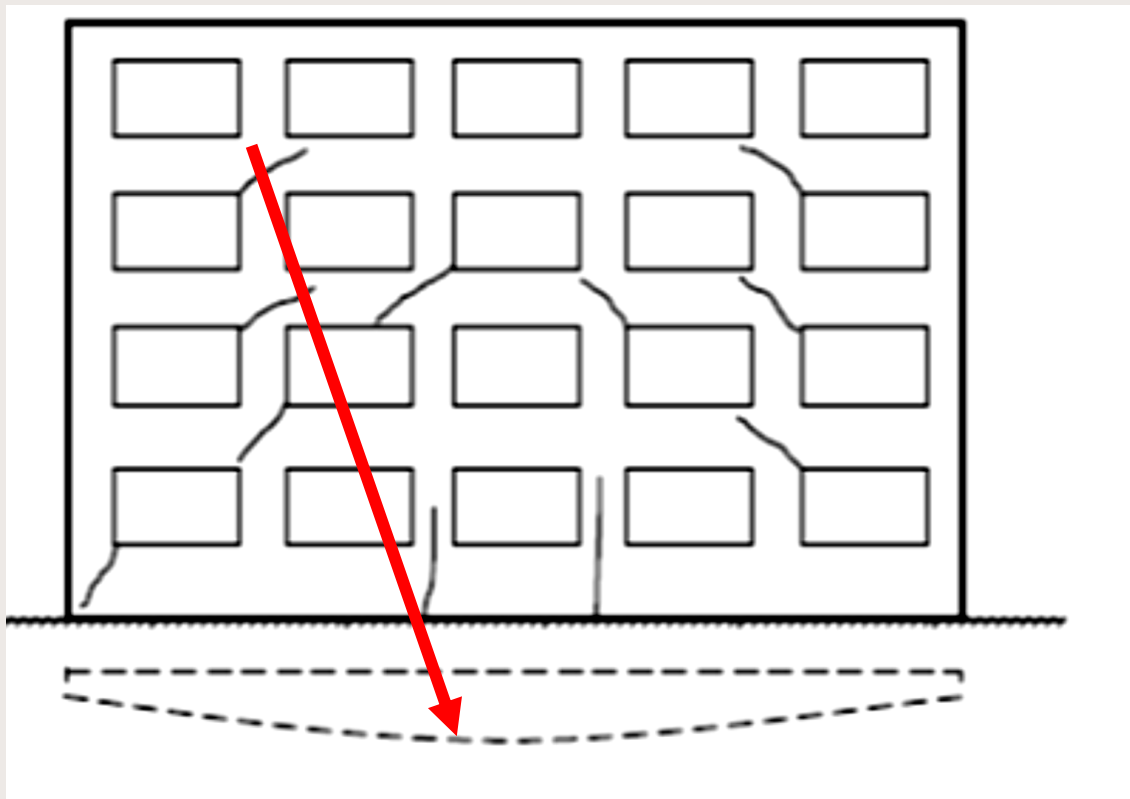
- prítomnosť trhlín a kaverien,
- zmeny tvaru (deformácia konštrukcií),
- zmeny pozícií konštrukcií

Najčastejšie príčiny vzniku porúch murovaných konštrukcií:

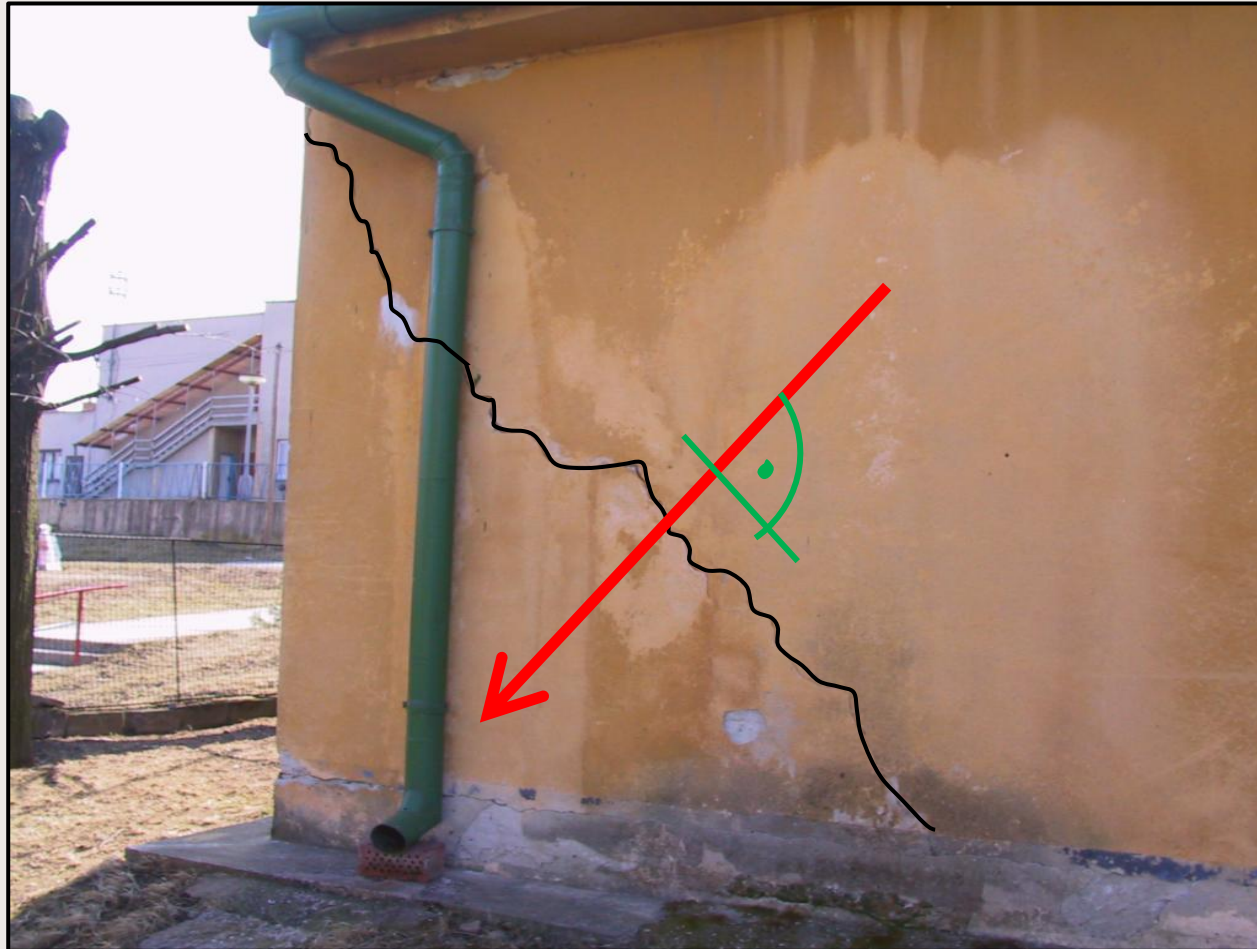
- Zmena základových pomerov (poruchy podložia, poruchy základov)
- Poruchy vodorovných nosných konštrukcií
- Poruchy priečneho či obvodového vodorovného stuženia budov
- Zvýšeným zaťažením konštrukcií vyplývajúcim z nevhodnej prevádzky (problém pristavených operákov)
- Dlhodobou zanedbávaná údržba
- Vplyv vegetácie
- Použitie nevhodného materiálu (*prednáška Ing. Kohút*)
- Poruchy súvisiace so sanáciami vlhkých stavieb (*prednáška Ing. Kohút*)

Tvar trhlin murovaných konštrukcií

Pri šikmých trhlinách hľadáme príčinu poruchy (trhliny) kolmo na smer trhliny



Zmena základových pomerov



Dom správcu v areáli kaštieľa, Krušovce

Zmena základových pomerov



Odorín, Spiš



Zmena základových pomerov z dôvodu nevhodného odvedenia zrážkovej vody 43

Zmena zaťaženia

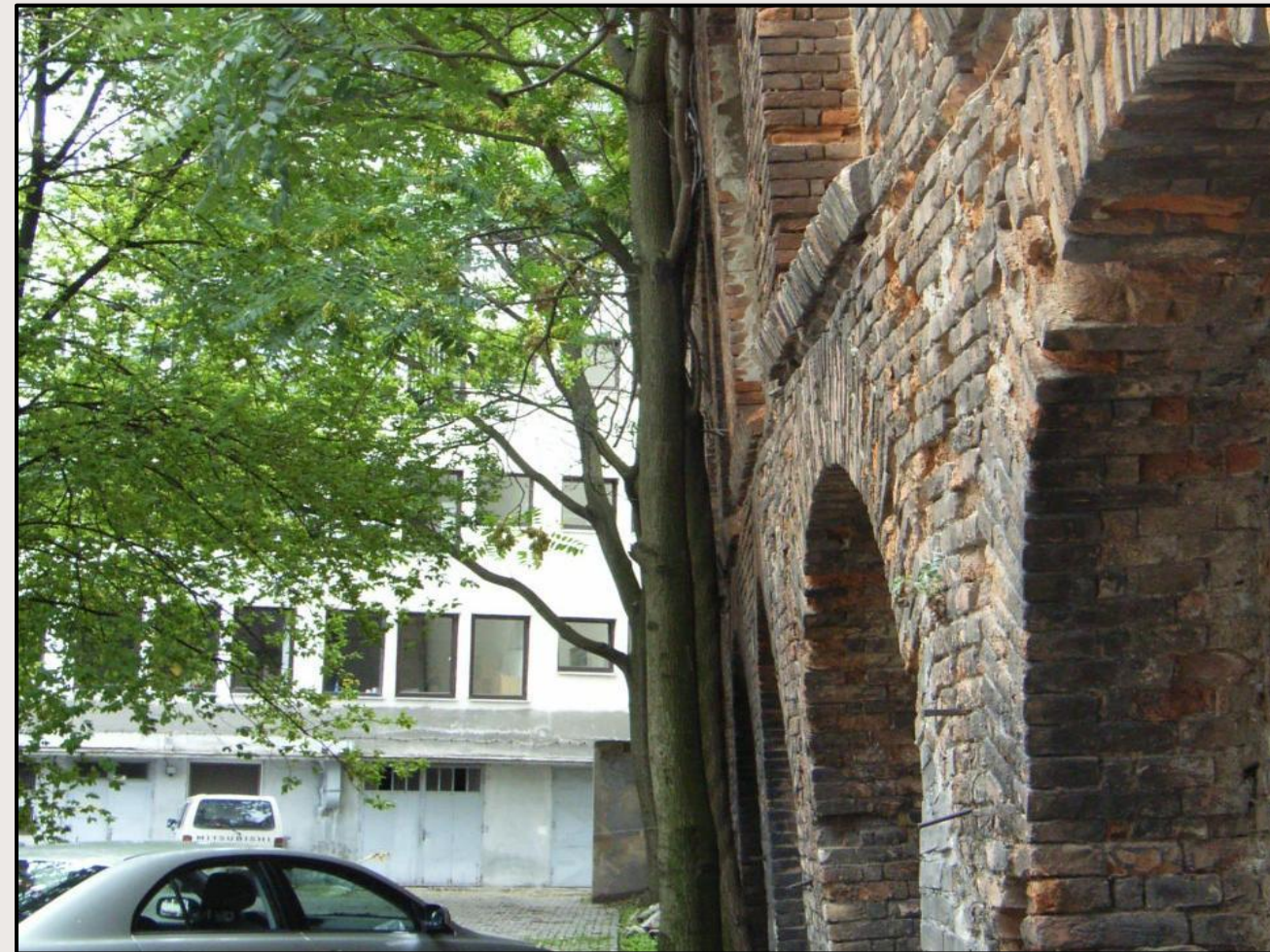


Parcelačný múr, Bratislava



Zmena využitia konštrukcie

Zmena zaťaženia



Parcelačný múr, Bratislava

Zmena využitia konštrukcie

Zmena zaťaženia



Bratislava

Pôsobenie vody a zeminy na múr



Zmena zaťaženia

Pôsobenie vody a zeminy na múr



Zmena/Nové zaťaženie, s ktorým sa pri výstavbe neuvažovalo



Spojená škola sv. Uršule, Bratislava



Priťaženie „opravou“

Zmena/Nové zaťaženie, s ktorým sa pri výstavbe neuvažovalo

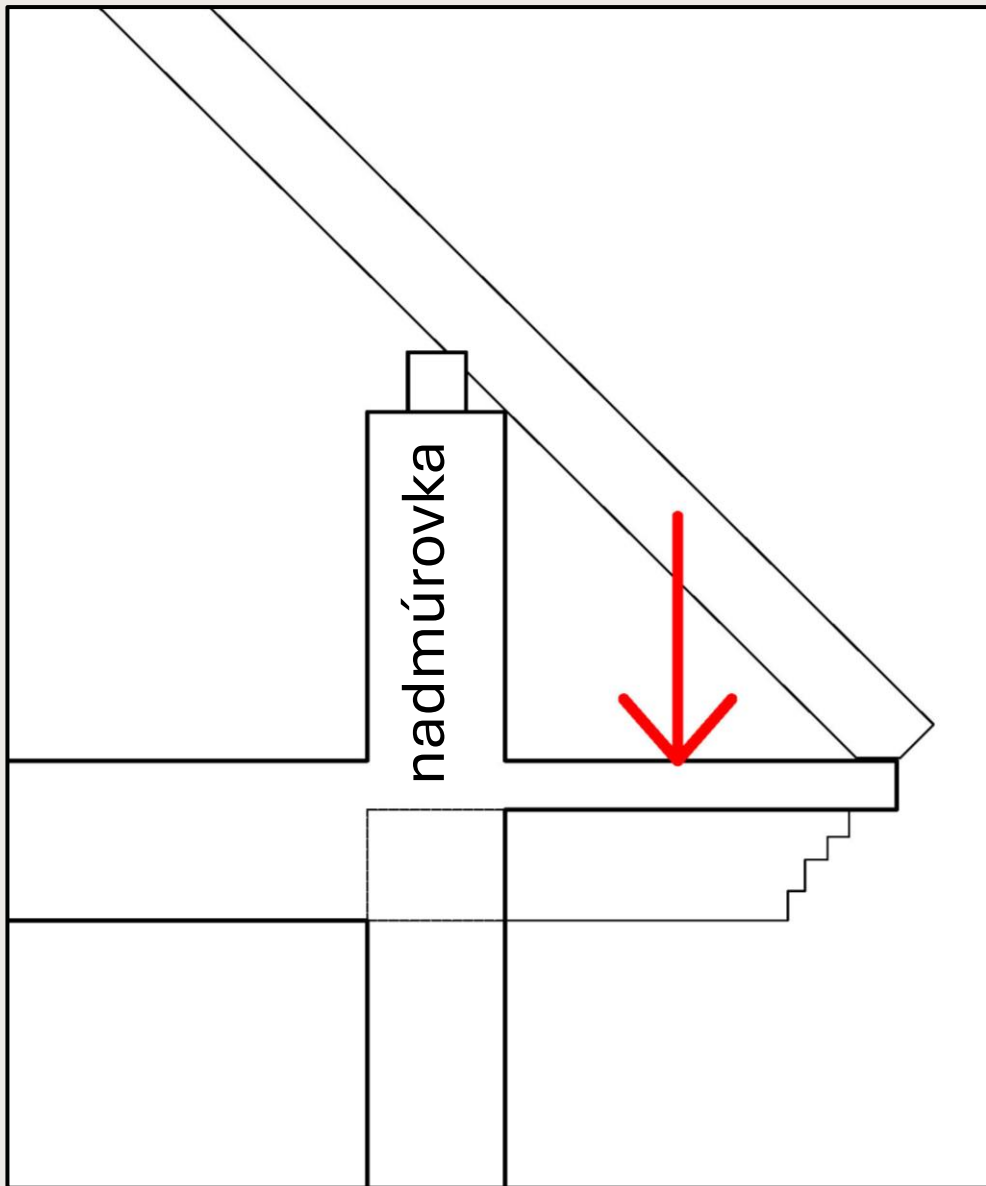


Spojená škola sv. Uršule, Bratislava

Priťaženie „opravou“



Zmena/Nové zaťaženie, s ktorým sa pri výstavbe neuvažovalo



Priťaženie „opravou“

Vplyv vegetácie



Ohradné múry kostolov (obr. Bratislava – Vajnory)

Vplyv vegetácie



Ohradné múry kostolov (obr. Bratislava – Vajnory)

Vplyv vegetácie



Kaplnka Sv. Studne (Mariánka)



Vplyv vegetácie



Kaplnka Sv. Studne (Mariánka)

Vplyv vegetácie na podzákladie a stabilizáciu terénu

Doc. Ing. Václav Kupilík, CSc. , ČVUT Praha

Fakulta stavební, 2011

Architektúra koreňového systému stromov a jej vzťah k možnému poškodeniu stavieb

Doc. Ing. Miloš Pejchal, CSc. , Mendelova poľnohospodárska a lesnícka univerzita v Brne

Záhradnícka fakulta v Lednici

STROM	Max. zistená vzdialenosť [m]	Max. zistená vzdialenosť v 90 % prípadov [m]
Javor	20	12
Pagaštan	23	15
Breza	10	8
Hrab	17	-
Hloch	11,5	8,7
Buk	15	11
Jas	21	13
Stoň	10	8
Platan	15	10
Topoľ	30	20
Višňa	11	7,5
Dub	30	18
Agát	12,4	10,5
Víba	40	18
Jarabina	11	9,5
Lipa	20	11
Brest	25	19
Cyprušteľ	20	5
Borovica	8	-

Prvé poruchy sa začali objavovať vo vzdialenosti 20m

Poruchy vo vzdialenosti 12 m sa začli objavovať s 90% istotou

POSUDZOVANIE EXISTUJÚCICH KONŠTRUKCIÍ

Existujúce konštrukcie boli navrhované s ohľadom na výpočtové modely používané v minulosti.

V historických dobách sa údajne uplatňovalo tzv. „päťminútové pravidlo“ :

- pokiaľ stavba vydrží prvých 5 minút po postavení, zostane stáť aspoň 20 rokov,
- pokiaľ vydrží 20 rokov, bude stáť aspoň 500 rokov ²⁾

Dnes sa stavby navrhujú na základe posúdenia medzných stavov (medzný stav únosnosti a medzný stav použiteľnosti).

Pre výpočty podľa súčasne platných noriem potrebujeme vedieť materiálové charakteristiky, čo pri historických stavbách nie je možné vždy spoľahlivo zistiť.

STN ISO 13 822

ČSN ISO 13 822

Zásady navrhovania konštrukcií

Hodnotenie existujúcich konštrukcií

Čl. 8 Normy ISO 13 822

Zavádza sa nový druh hodnotenia a to **hodnotenie na základe uspokojivej spôsobilosti v minulosti**

8 Hodnotenie na základe uspokojivej spôsobilosti v minulosti

8.1 Hodnotenie bezpečnosti

Konštrukcie navrhnuté a zhotovené podľa noriem platných v minulosti alebo navrhnuté a zhotovené na základe osvedčených stavebných skúseností bez použitia noriem, **možno považovať za bezpečné** pri pôsobení zaťažení, okrem mimoriadnych zaťažení (vrátane seizmických zaťažení*), za predpokladu, že:

- dôkladná prehliadka neodhalí žiadne známky významného poškodenia, preťaženia alebo degradácie,
- sa posúdi konštrukčný systém vrátane rozhodujúcich detailov a ich overenie z hľadiska prenosu napätia,
- konštrukcia pôsobila uspokojivo počas dostatočne dlhého časového obdobia, v ktorom sa v dôsledku jej používania a účinkov prostredia vyskytli nepriaznivé zaťaženia,

- odhad degradácie, pri ktorom sa uváži súčasný stav a plánovaná údržba, zaručuje dostatočnú trvanlivosť,
- počas dostatočne dlhého časového obdobia nedošlo k zmenám, ktoré by mohli podstatne zvýšiť zaťaženia konštrukcie alebo ovplyvniť jej trvanlivosť, a žiadne také zmeny sa nepredpokladajú.

8 Hodnotenie na základe uspokojivej spôsobilosti v minulosti

8.2 Hodnotenie používateľnosti

Konštrukcie navrhnuté a zhotovené podľa noriem platných v minulosti alebo navrhnuté a zhotovené na základe osvedčených stavebných skúseností bez použitia noriem, **možno považovať za bezpečné** pri budúcom používaní za predpokladu, že:

- dôkladná prehliadka neodhalí žiadne známky významného poškodenia, preťaženia alebo degradácie,
- sa posúdi konštrukčný systém vrátane rozhodujúcich detailov a ich overenie z hľadiska prenosu napätia,
- konštrukcia pôsobila uspokojivo počas dostatočne dlhého časového obdobia, v ktorom sa v dôsledku jej používania a účinkov prostredia vyskytli nepriaznivé zaťaženia,
- odhad degradácie, pri ktorom sa uváži súčasný stav a plánovaná údržba, zaručuje dostatočnú trvanlivosť,
- počas dostatočne dlhého časového obdobia nedošlo k zmenám, ktoré by mohli podstatne zvýšiť zaťaženia konštrukcie alebo ovplyvniť jej trvanlivosť, a žiadne také zmeny sa nepredpokladajú.

Príloha I

Konštrukcie pamiatkových stavieb

I.2.3. Obmedzenie zásahov do konštrukcií

Treba sa vyhnúť príliš opatrnému prístupu k hodnoteniu konštrukcií, pretože to môže viesť k zbytočným zásahom do konštrukcií a následnej strate alebo závažnej zmene prvkov definujúcich charakter konštrukcií pamiatkových stavieb a napokon ku strate autenticity a historického významu kultúrnych pamiatok

Príliš veľký rozsah zásahu do konštrukcií môže tiež zbytočne zvýšiť náklady a ohroziť realizáciu projektu pamiatkovej starostlivosti, prípadne ohroziť existenciu kultúrnych pamiatok

I.7.3. Smerná úroveň spoľahlivosti

Smerná úroveň spoľahlivosti zvolená na overovanie, musí vyvážiť hľadisko bezpečnosti s ochranou historickej hodnoty.

V niektorých prípadoch si **ochrana historickej hodnoty** môže vyžadovať voľbu **rôznej úrovne spoľahlivosti** , **a to nižšej** , než vyplýva z prijatých návrhových noriem.

V týchto prípadoch sa majú prijať náležité opatrenia, ako napríklad **obmedzenie používania** alebo **zabezpečenia alternatívnej únikovej cesty**, aby sa obmedzili následky poruchy na bezpečnosť osôb alebo na kultúrne hodnoty

I.8 Hodnotenie založené na uspokojivom správaní konštrukcie v minulosti

Hodnotenie založená na uspokojivom správaní konštrukcie v minulosti možno vykonať aj **napriek existencii stabilizovaného porušenia.**

Potrebné je však presvedčiť sa monitorovaním o stabilizovanom stave porušenia.

Charta ICOMOS

<http://www.icomos.sk/dokumenty/>

Odporúčania pre prieskum, konzervovanie a statickú konsolidáciu architektonických pamiatok

http://www.pamiatky.sk/content/data/File/ICOMOS/ODPORUCANIA_PRE_PRIESKUM_3.pdf

Mezinárodní dokumenty o ochraně kulturního dědictví

<https://www.npu.cz/publikace/mezinarodni-dokumenty-icomos.pdf>

Pamiatkový úrad SR – Plán obnovy

<https://www.pamiatky.sk/plan-obnovy-a-odolnosti>

https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/02_Legislativa_medzinarodne_dohovory_a_charty/Legislativa__medzinarodne_dohovory_a_charty.pdf

https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/09_Stavebna_cast_-_materialy/Murovane_konstrukcie.pdf

Národní památkový ústav

<https://www.npu.cz/publikace/metodika-oprav-nosnych-konstrukci-pamatkove-chranenych-objektu.pdf>

https://www.pamiatky.sk/fileadmin/documents/PAMIS/metodiky/B/11_Sucasne_poziadavky_na_vystavbu/Statika__technicke_normy_sanacie_9_-_Priloha_c._8._Historicka_stavba_a_jeji_nosne_konstrukce.pdf

Vplyv vegetácie na podzákladie a stabilizáciu terénu

Doc. Ing. Václav Kupilík, CSc. , ČVUT Praha

Fakulta stavební, 2011

Architektúra koreňového systému stromov a jej vzťah k možnému poškodeniu stavieb

Doc. Ing. Miloš Pejchal, CSc. , Mendelova poľnohospodárska a lesnícka univerzita v Brne

Záhradnícka fakulta v Lednici

STN ISO 13 822 / ČSN ISO 13 822 Zásady navrhovania konštrukcií . Hodnotenie existujúcich konštrukcií.

Ďakujem za pozornosť

