



ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních
staveb

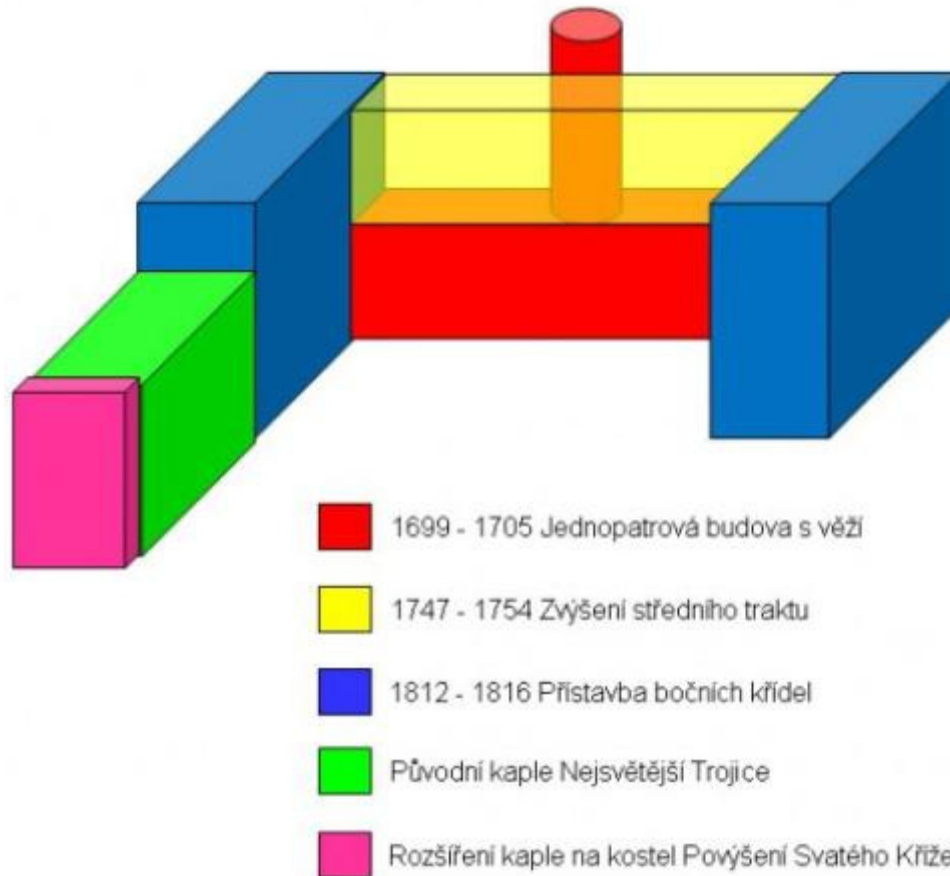
Sanace nosných konstrukcí

Buštěhrad

Prezentace byla vytvořena za laskavé podpory grantu FRVŠ 2960/2011.

Historie objektu

- ▶ jednotlivé části zámku podle doby výstavby

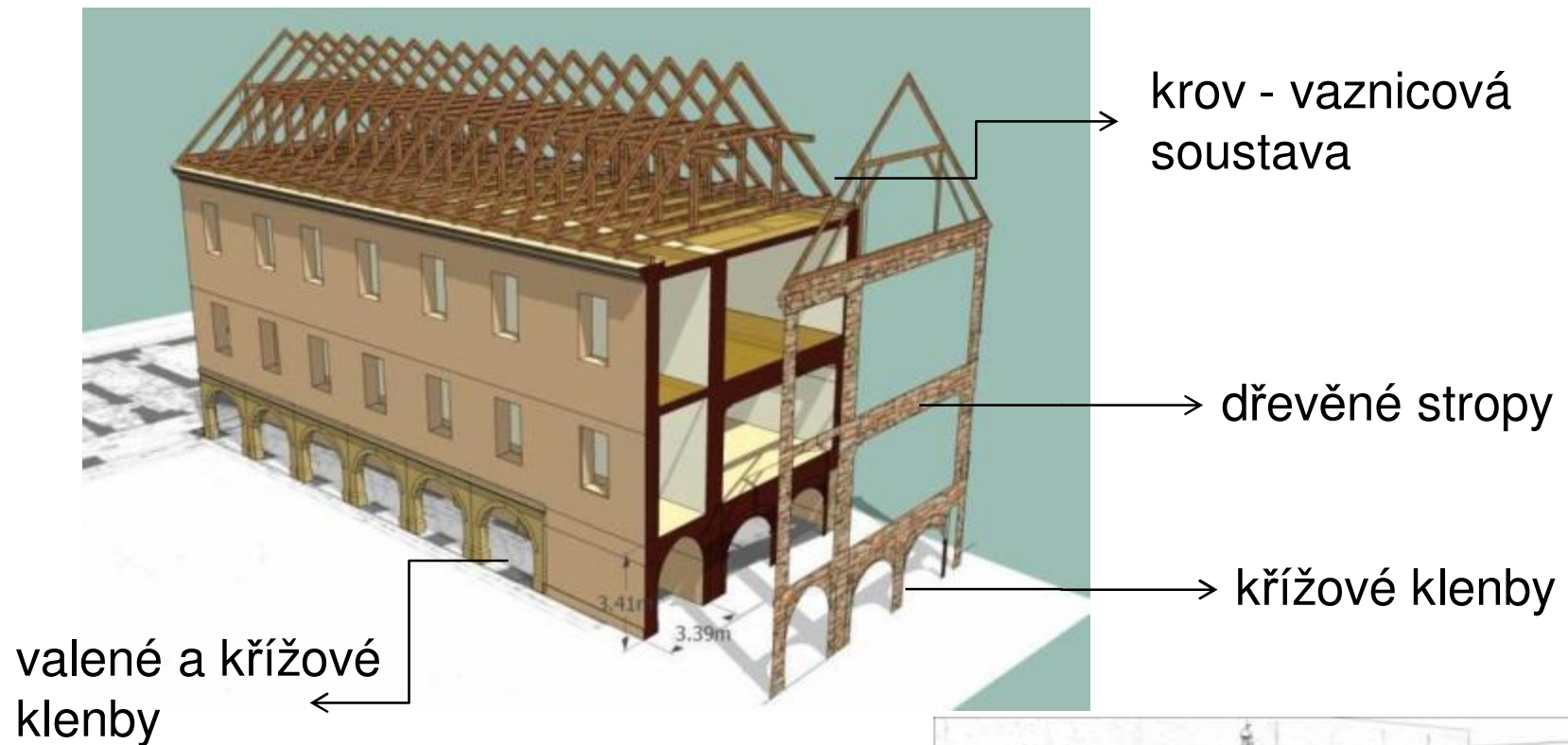


Popis objektu

- ▶ zámek Buštěhrad na Kladensku
- ▶ pohled na průčelí zámku



Popis objektu



Popis objektu

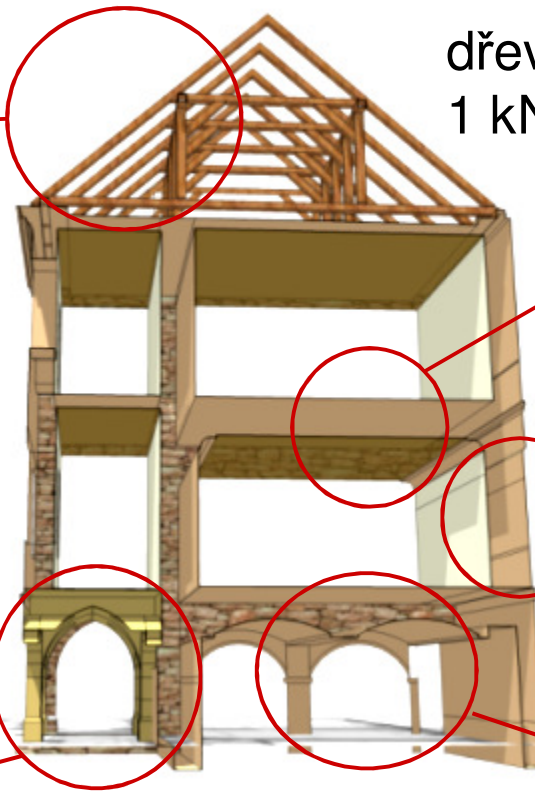
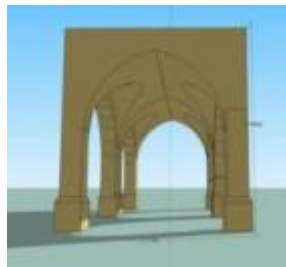
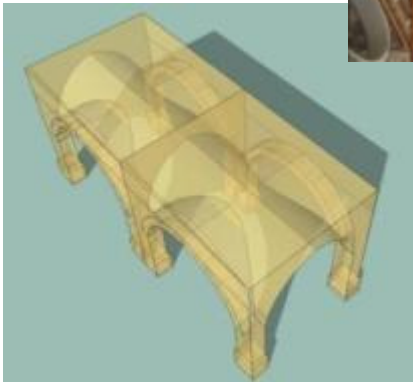
► analýza konstrukce



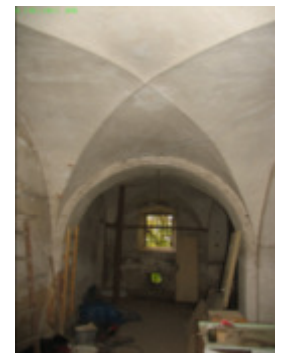
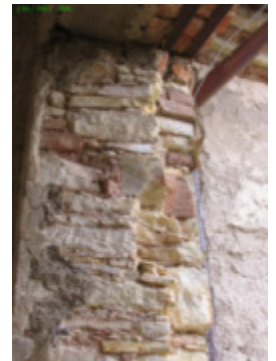
trámy
krovu
2 kN/m²



kámen
26 kN/m²



dřevěné stropy
1 kN/m²



cihly
18 kN/m²



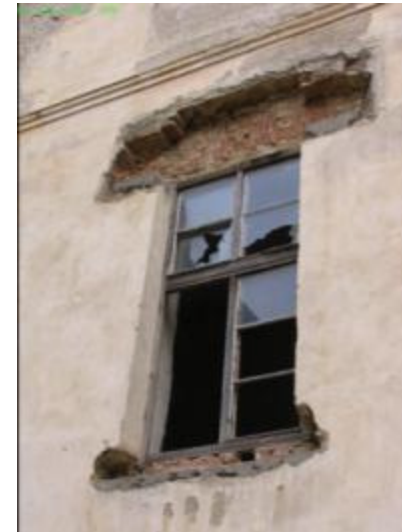
Popis poruch

- ▶ poruchy konstrukce
 - ▶ trhliny v klenbách
 - ▶ drolení pilířů a uvolňování zdících prvků
 - ▶ diagonální trhliny
 - ▶ výkvěty solí



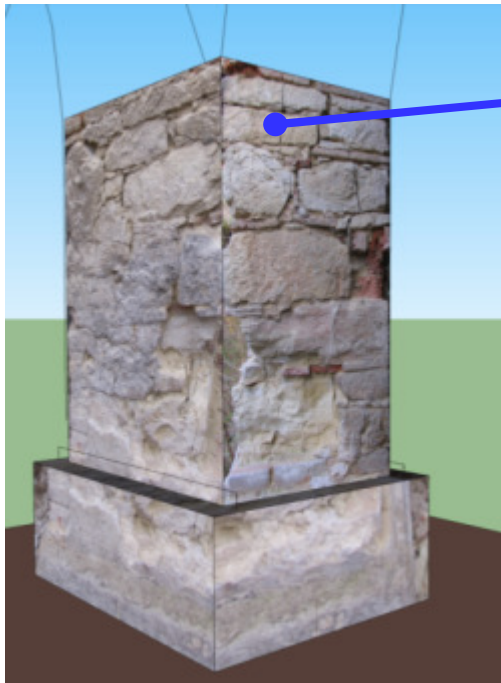
Popis poruch

- ▶ architektonické poruchy
 - ▶ odfouknutá a oloupaná omítka
 - ▶ eroze
 - ▶ chybějící prvky (parapet, nadpraží)

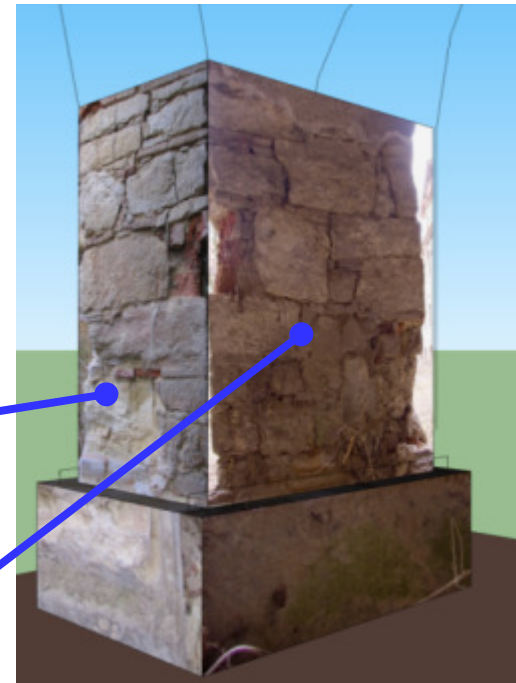


Stavebně technický průzkum

- ▶ sloup 1x0,6 m, výška 1,5 m (od země k patě klenby)



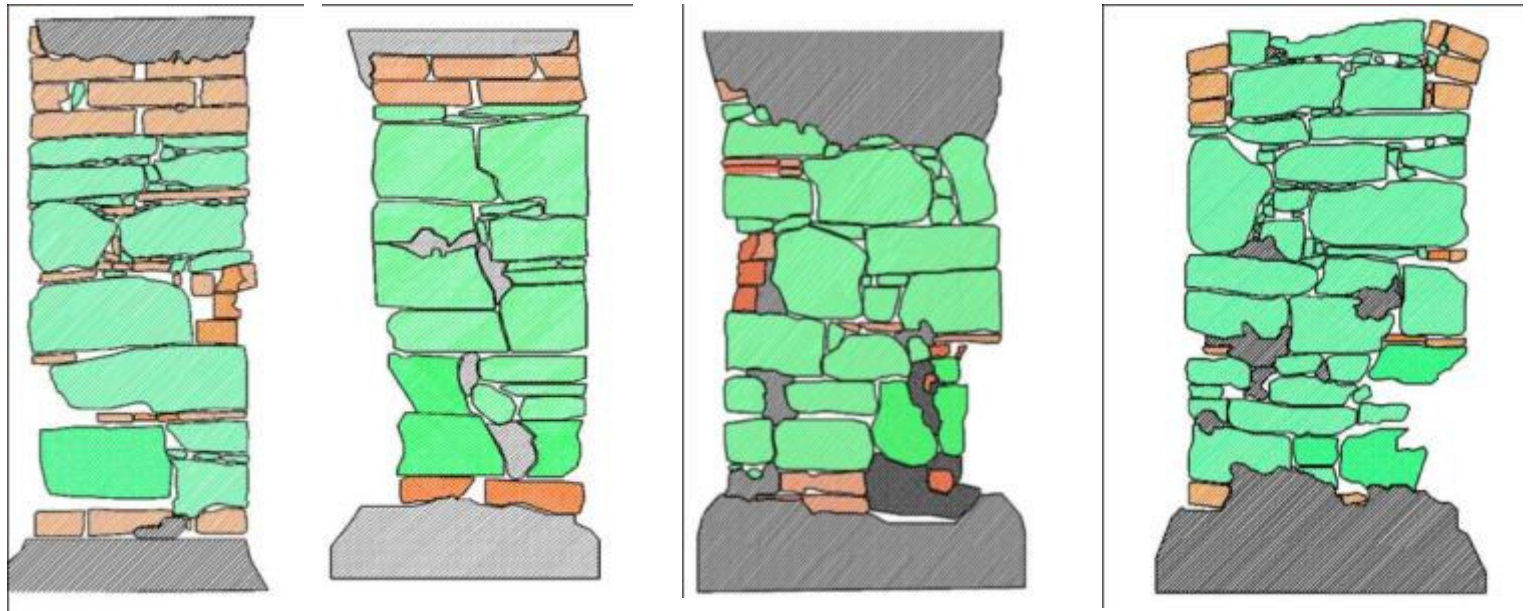
čelní pohled



zadní pohled

Stavebně technický průzkum, poruchy

- ▶ materiálové složení
 - ▶ smíšené zdivo (opuka + cihly)
 - ▶ různorodé stavební prvky, špatná vazba
- ▶ viditelné poruchy
 - ▶ chybějící omítka, degradace povrchu, zmenšení průřezu ve spodní části



Stavebně technický průzkum, poruchy

▶ trhliny

- ▶ v maltě ①
- ▶ na nároží ②
- ▶ v cihle ③
- ▶ v opuce ④

①



②



③

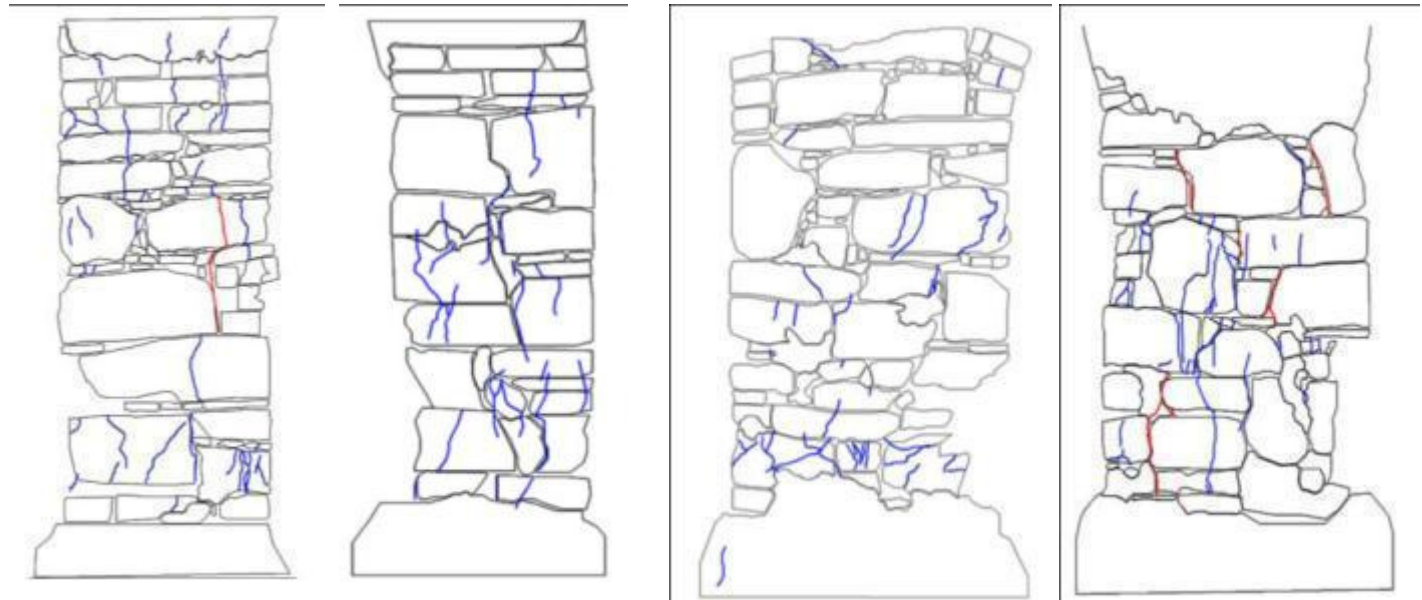


④



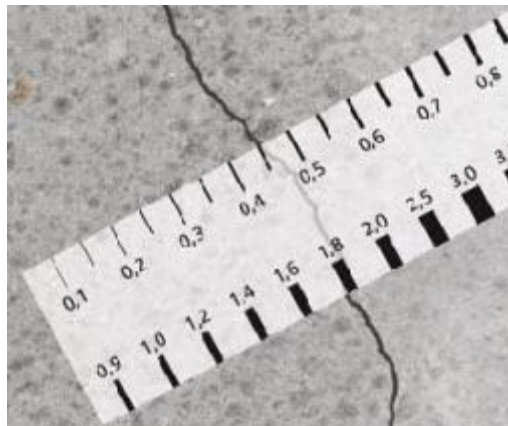
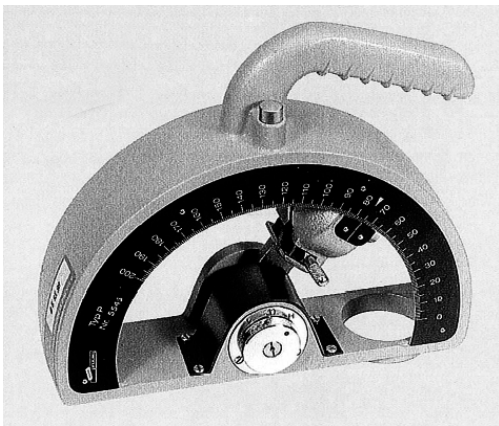
Stavebně technický průzkum

- ▶ trhliny
 - ▶ svislé trhliny – délka až 80 cm
 - ▶ trhliny převážně aktivní
 - ▶ hluboké trhliny
 - ▶ vyšší koncentrace trhlin v oslabení průřezu



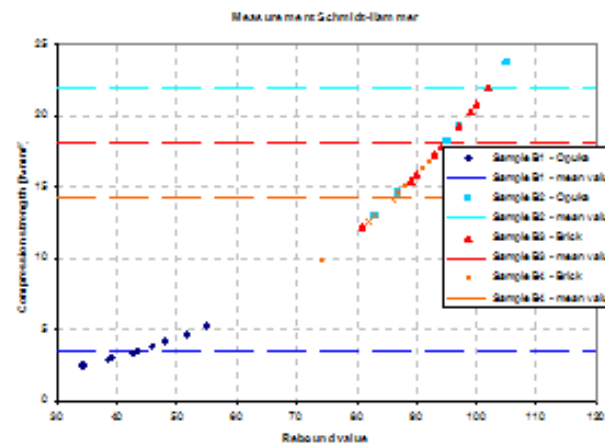
Stavebně technický průzkum

- ▶ vybavení pro průzkum in-situ
 - ▶ skládací metr (2m)
 - ▶ tachymetr Leica TCR 303
 - ▶ infračervená termokamera
 - ▶ Schmidtovo kladívko typ PT
 - ▶ měřítko šířky trhlin
 - ▶ vlhkoměr Moisture monitor M49



Stavebně technický průzkum

- ▶ výsledky měření Schmidtovým tvrdoměrem
- ▶ opuka
 - ▶ B1 = 3.6 N/mm²
 - ▶ B2 = 22.0 N/mm²
 - ▶ Lab = 30.24 N/mm²
 - ▶ velký rozdíl v naměřených hodnotách
- ▶ cihly
 - ▶ B3 = 18.2 N/mm²
 - ▶ B4 = 14.3 N/mm²
 - ▶ Lab = 14.34 N/mm²
 - ▶ naměřené hodnoty pevnosti v tlaku odpovídají laboratornímu měření



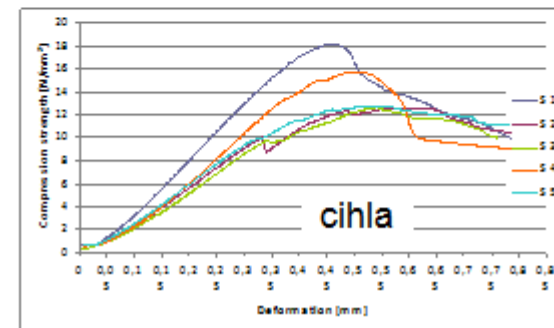
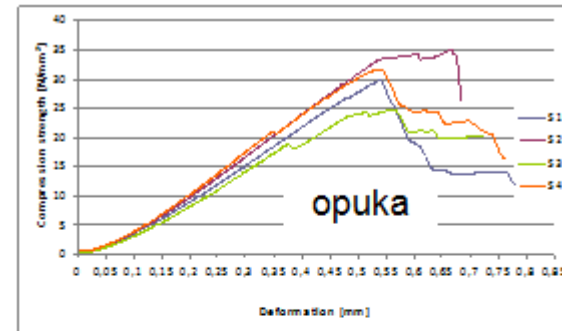
Stavebně technický průzkum

- ▶ laboratorní měření – zkouška pevnosti v tlaku
 - ▶ pro stanovení pevnosti zdiva (cihla, opuka)
 - ▶ výběr 4-5 vzorků pro každý typ kamene
 - ▶ vyříznutí válecových vzorků ($d = 35 \text{ mm}$, $h = 40 \text{ mm}$)
 - ▶ provedení tlakové zkoušky až do porušení materiálu (trhliny)
 - ▶ posouzení hodnot pevnosti v tlaku a modulu pružnosti



Stavebně technický průzkum

- ▶ laboratorní měření – výsledky
 - ▶ charakteristická pevnost odpovídá 2/3 průměrné hodnoty
 - ▶ maximální únosnost v tlaku:
 - ▶ opuka 19,0 N/mm²
 - ▶ cihla 8,6 N/mm²
 - ▶ Youngův modul pružnosti
 - ▶ opuka 2138,0 MPa
 - ▶ cihla 1133,2 MPa



Stavebně technický průzkum

- ▶ laboratorní měření – zkouška pevnosti za ohybu
 - ▶ pro stanovení pevnosti v tahu
 - ▶ vyříznutí obdélníkového vzorku (vzdálenost mezi podporami 100 mm)
 - ▶ provedení ohybu až do porušení materiálu (trhliny)
 - ▶ posouzení hodnot pevnosti v tahu a modul pružnosti
 - ▶ výsledek: pevnost v tahu
 - ▶ 0,38 N/mm² - 0,73 N/mm² - zanedbatelné pro výpočet



Stavebně technický průzkum

- ▶ laboratorní stanovení obsahu vlhkosti
 - ▶ pro stanovení obsahu vlhkosti v opuce a cihlách
 - ▶ odebrání vzorků pro každý druh kamene, vzorky se vloží do uzavíratelných vzduchotěsných sáčků
 - ▶ vážení vzorků v původním stavu
 - ▶ sušení vzorků v sušičce (24 hod.)
 - ▶ vážení vzorků po vysušení
 - ▶ výsledek: obsah vlhkosti
 - ▶ opuka 2,7%
 - ▶ cihla 4,1%
 - ▶ lze považovat za suché



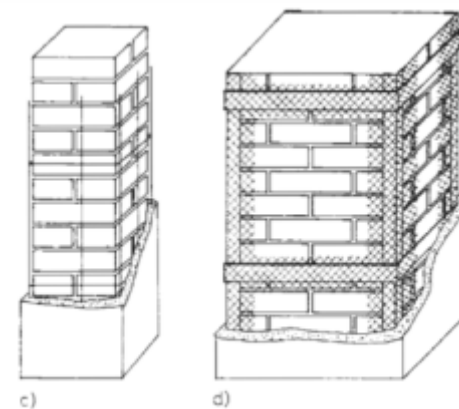
Analýza poruch

- ▶ poruchy sloupu jsou způsobeny poklesem pevnosti a modulu pružnosti prvků zdiva z důvodu dlouhodobého působení účinků vlhkosti a klimatických změn



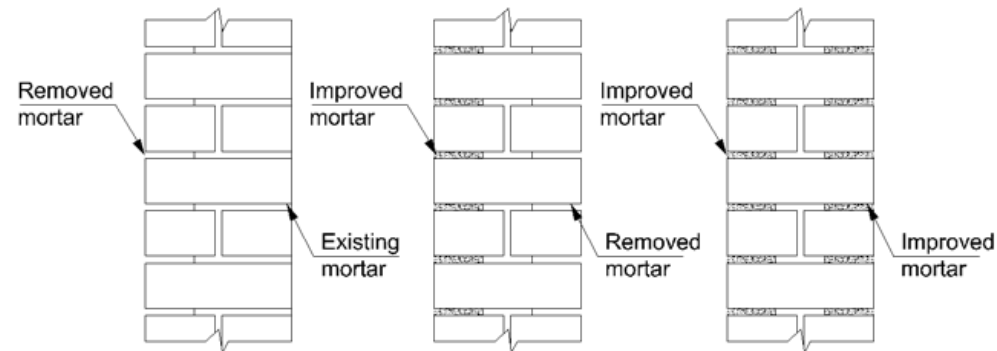
Sanace poruchy

- ▶ faktory, které je třeba vzít v úvahu
 - ▶ historický objekt s kulturní hodnotou – minimální zásah
 - ▶ zachovat co největší část stávající stavby/konstrukce
 - ▶ zachovat původní vzhled
 - ▶ bezpečnostní hledisko a soudobé požadavky na stavbu
 - ▶ před jakýmkoli zásahem je třeba odstranit příčinu poruchy (kontrola sledováním objektu)
- ▶ návrh optimálního řešení sanace – zesílení sloupu (příliš velké zatížení, výměna zdiva není možná)
 - ▶ aplikovat svislé výztužné pruty
 - ▶ (pásová ocel) spojené úhelníky (L profil)
 - ▶ zabetonovat



Sanace poruchy

- ▶ přespárování



- ▶ zábrana proti vztlínající vlhkosti
 - ▶ mechanické zarážení plechů
- ▶ povrchová úprava
 - ▶ sanační omítkový systém

