



PRŮZKUMY A MONITOROVÁNÍ KONSTRUKCÍ STANOVENÍ VLHKOSTI A JEJÍ MONITOROVÁNÍ

Ing. Lukáš Balík, Ph.D.

Oddělení stavebních materiálů

Seminář ČKAIT, květen 2019

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚR

- fenomén – vlhkost zdiva
- cíle vlhkostního průzkumu
- kritéria vlhkosti
- metody stanovení vlhkosti v rámci vlhkostního průzkumu
- výstupy vlhkostního průzkumu a stanovení možností přístupu k sanaci

Množství vody (l) v pohledovém m² cihelného zdiva při dané míře zvlhčení

Tloušťka cihelného zdiva zděného na vápennou maltu	Přibližná objemová hmotnost	Míra vlhkosti		
		5	10	15
m	kg/m ³	%	%	%
0,3	1800 - 2000	29	57	86
0,45		43	86	128
0,6		57	114	171
0,75		71	143	214
1		95	190	285

Množství vody (l) které je žádoucí dostat se zdiva ven

Tloušťka cihelného zdiva zděného na vápennou maltu	Přibližná objemová hmotnost	Snížení objemu vody		
		z 10 na 5	z 15 na 5	z 20 na 5
m	kg/m ³	%	%	%
0,3	1800 - 2000	29	57	86
0,45		43	86	128
0,6		57	114	171
0,75		71	143	214
1		95	190	285

Seminář ČKAIT, květen 2019

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

Předpokládané období (měsíce) potřebné snížení vlhkosti zdiva na požadovaný stupeň přirozeným odparem při 23°C a při rel. vlhkosti vzduchu do 5%rel. (možnost aplikace vápenných omítek)

Tloušťka cihelného zdiva zděného na vápennou maltu	Snížení objemu vody					
	z 10 na 5 v 10cm tl. zdiva	z 10 na 5 z celé tloušťky	z 15 na 5 z 10cm tl. zdiva	z 15 na 5 z celé tloušťky	z 20 na 5 z 10cm tl. zdiva	z 20 na 5 z celé tloušťky
m	%	%	%	%	%	%
0,3	0,70	7,0	1,4	14,0	2,1	21,1
0,45	1,05	10,5	2,1	21,1	3,2	31,6
0,6	1,40	14,0	2,8	28,1	4,2	42,1
0,75	1,75	17,5	3,5	35,1	5,3	52,6
1	2,34	23,4	4,7	46,8	7,0	70,2

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

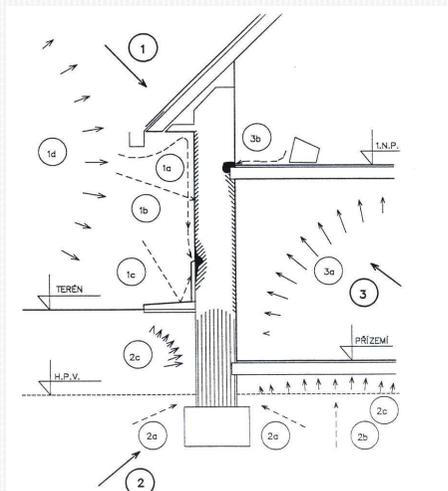
VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

Předpokládané období (měsíce) potřebné snížení vlhkosti zdiva na požadovaný stupeň přirozeným odparem při 23°C a při rel. vlhkosti vzduchu do 5%rel. (možnost aplikace sanačních omítek)

Tloušťka cihelného zdiva zděného na vápennou maltu	Přibližná objemová hmotnost	Snížení objemu vody		
		z 10 na 8 %hm. v 10cm tl. zdiva	z 15 na 8%hm. z 10cm tl. zdiva	z 20 na 8%hm. z 10cm tl. zdiva
m	kg/m ³	%	%	%
0,3	1800 - 2000	0,3	1,0	1,7
0,45		0,4	1,5	2,5
0,6		0,6	2,0	3,4
0,75		0,7	2,5	4,2
1		0,9	3,3	5,6

Seminář ČKAIT, květen 2019



Rozdělení typů vlhkostí působících na objekt (1- srážková vlhkost, 2 – zemní vlhkost, 3- vlhkost v interiéru)

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

CÍLE VLHKOSTNÍHO PRŮZKUMU

- posouzení objektu (resp. jednotlivých konstrukčních prvků) z hlediska zasažení vlhkostí a salinitou
- vyhodnocení škodlivosti stávajícího stavu
- vytvoření podkladů pro návrh sanačních opatření

Seminář ČKAIT, květen 2019

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

ČSN P 730610 Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva - Základní ustanovení

Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky – WTA CZ (např. směrnice WTA pro sanační omítky WTA 2-4-04, směrnice pro obnovu hydroizolací WTA 4-4-96, 4-3-98, 4-7-02 aj.).

ČSN 12570 - Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení vlhkosti sušením při zvýšené teplotě

ČSN 490103 - Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach

ČSN 727302 - Tepelně izolační materiály z anorganických vláken. Metody zkoušení

Společnost pro technologie ochrany památek – STOP

České společnosti pro odvlhčování staveb ČSSI

NPÚ - Metodický materiál pro obnovu fasád na územích památkových rezervací a památkových zón

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

$$w = (m_{\text{vlhk.}} - m_{\text{such.}}) / m_{\text{such.}} \times 100 (\% \text{hm.})$$

kde: $m_{\text{vlhk.}}$ = hmotnost vlhkého vzorku
 $m_{\text{such.}}$ = hmotnost suchého vzorku

$$p = (w \times \rho_{\text{such.}}) / 1000 (\% \text{obj.})$$

kde: p = otevřená pórovitost (objemová vlhkost)
 w = hmotnostní vlhkost (% hm.)
 $\rho_{\text{such.}}$ = objemová hmotnost suchého vzorku

Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN P 73 0610

Stupeň vlhkosti zdiva	Vlhkost zdiva				
velmi nízký		w	<	3	
nízký	3	\leq	w	<	5
zvýšený	5	\leq	w	<	7,5
vyšoký	7,5	\leq	w	\leq	10
velmi vyšoký		w	>	10	

Klasifikace salinity zdiva dle ČSN P 73 0610

Stupeň zasolení zdiva	Obsah solí v mg / g vzorku a v procentech hmotnosti					
	Chloridy		Dusičnany		Sířany	
	mg / g	% hmotnost	mg / g	% hmotnost	mg / g	% hmotnost
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5	< 0,5
zvýšený	0,75 až 2,0	0,075 až 0,2	1,0 až 2,5	0,1 až 0,25	5 až 20	0,5 až 2,0
vyšoký	2,0 až 5,0	0,2 až 0,5	2,5 až 5	0,25 až 0,5	20 až 50	2,0 až 5,0
velmi vyšoký	> 5,0	> 0,5	> 5	> 0,5	> 50	> 5,0

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VÝSTUPY VP

ZÁVĚRY

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

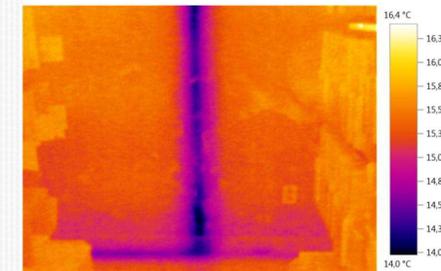
CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST ZDIVA

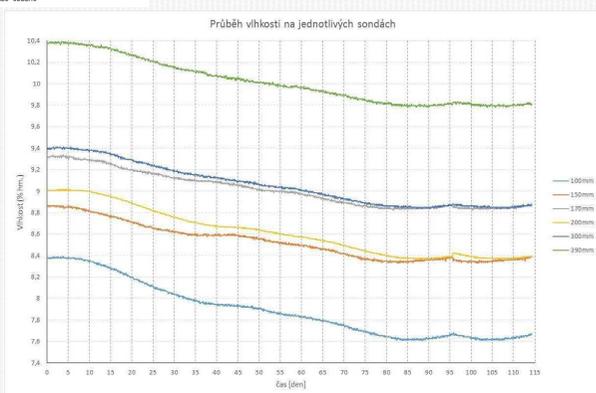
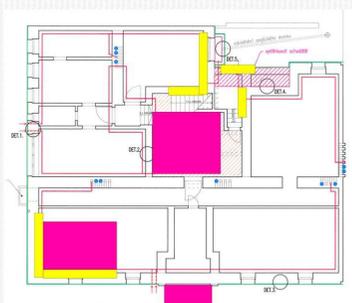
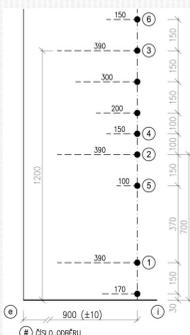
CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ PRŮZKUM

ZÁVĚRY



Jednotlivé kroky vlhkostního průzkumu

- studium existující technické dokumentace k objektu, sběr informací
- studium stávajících hydrogeologických poměrů
- vizuální prohlídka
- zmapování stávajícího stavu z hlediska projevu a přítomnosti materiálové vlhkosti
 - stanovení míry vlhkosti
 - stanovení rozsahu vlhkosti v rámci objektu
 - stanovení příčin vlhkosti
- zmapování stávajícího stavu konstrukcí (zdiva) z hlediska přítomnosti soli
- zjištění stavu vnitřního mikroklimatu z hlediska relativní vlhkosti, teploty a rosného bodu a jejich změn v čase
- vypracování shrnující technické zprávy

ÚVOD

VLHKOST ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ PRŮZKUM

ZÁVĚRY

ÚVOD

VLHKOST ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ PRŮZKUM

ZÁVĚRY

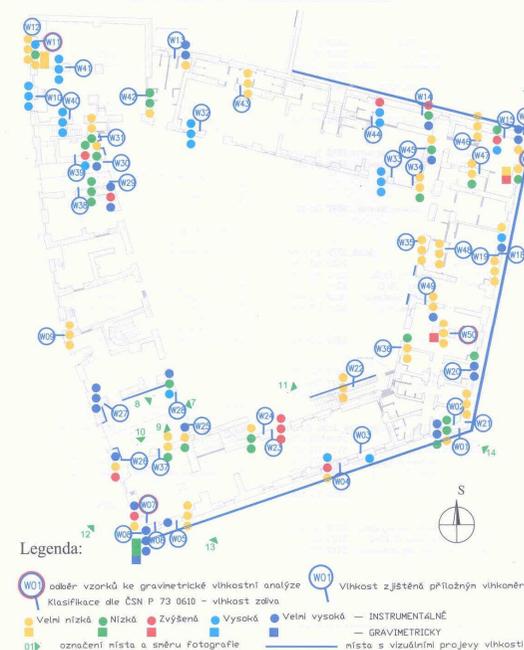
Protokol vyhodnocených vlhkostí

Ozn. místa	Profil výška nad podlahou / hloubka odběru	Přízemí		Vlhkost stanovená příložným vlhkoměrem % hm.	úroveň vlhkostního skoku m
		gravimetrickou analýzou % hm.	gravimetrickou analýzou % hm.		
JIHOVÝCHODNÍ OBVODOVÁ STĚNA					
1 ext.	300	1,70	OM		
	600	5,70	CH	1,50	
	1800	4,00	OM		
2 int.	300	3,40	OM		
	600	10,50	OM		
	900	12,30	OM		
3 int.	800	8,50	V		
4 ex.	800	1,80	OM	1,50	
	1000	7,20	CH		
	1100	8,50	CH		
5 ext.	800	1,80	OM		
	1000	1,80	OM	1,90	
	1100	1,80	OM		
6 ext.	1000	14,40	C		
Rozmezí hodnot vlhkosti interier				3,4 - 12,3 (8,7)	
Rozmezí hodnot vlhkosti exterior				1,7 - 14,4 (4,9)	
JIHOZÁPADNÍ OBVODOVÁ STĚNA					
7 int.	800	16,30	OM		
	1500	>20	OM		
	2000	>20	OM		
	500 / 50 - 150	20,94	C		
	1000 / 50 - 150	4,55	CH		
	1500 / 50 - 150	4,88	C		
8 ext.	800	2,40	OM		
	1000	8,50	CH		
	1400	13,80	CH		
9 ext.	800	1,60	OM		
	1000	1,60	OM		
	1500	2,50	OM		
10 int.	800	7,60	OM		
	1000	8,10	V		
	1400	9,00	OM		
11 int.	300	2,50	C		
	600	3,10	CH		
	1400	9,30	CH		
	500 / 50 - 150	1,67	C		
	1000 / 50 - 150	0,57	C		
12 ext.	800	2,10	OM		
	1000	2,70	OM		
	1100	2,80	OM		
Rozmezí hodnot vlhkosti interier (průměr)				2,5 - 16,9 (8,1)	
Rozmezí hodnot vlhkosti exterior (průměr)				1,6 - 13,6 (3,9)	
SEVERNÍ OBVODOVÁ STĚNA					

Ozn. místa	Profil výška nad podlahou / hloubka odběru	Vlhkost stanovená		úroveň vlhkostního skoku m	
		gravimetrickou analýzou % hm.	příložným vlhkoměrem % hm.		
VNITŘNÍ STĚNY					
40	300	8,30	OM		
	1000	7,90	OM		
	2000	7,80	OM		
41	800	7,50	OM		
	1000	7,70	OM		
	1100	7,50	OM		
42	300	2,50	CH		
	600	4,30	OM		
	900	4,20	OM		
43	300	1,20	OM		
	600	7,80	OM		
	900	2,50	OM		
44	300	8,10	OM		
	600	2,70	C		
	900	5,60	CH		
45	300	11,50	OM		
	600	3,10	OM	0,80	
	900	1,10	OM		
46	300	2,80	OM		
	600	1,70	OM		
47	300	3,60	OM		
	600	2,60	OM		
	900	2,60	OM		
48	300	1,50	OM		
	600	1,60	OM		
	900	1,50	OM		
49	300	2,50	OM		
	600	2,00	OM	1,50	
	1300	13,60	OM		
50	300	0,30	OM		
	600	0,40	OM		
	900	2,30	OM		
	300 / 50 - 150	5,83	OM		
Rozmezí hodnot vlhkosti interier (průměr)				0,3 - 13,6 (4,2)	

Legenda:
 CH - vlhkost
 OM - omáčka
 V - vlhkost
 C - vlhkost
 DP - opadka

Označení míst měření vlhkosti a plošné zmapování míry vlhkosti v přízemí a na základě výsledků měření



Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY

- popis objektu a hydrogeologie
- popis závěrů vizuální prohlídky objektu
- výsledky měření vlhkosti
- výsledky analýzy salinity
- stanovení příčin současného stavu
- orientační návrh sanačních opatření popř. důležitých momentů pro návrh sanace

Technická zpráva – stanovení příčin vlhkosti

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY

- rozhodnutí zda se jedná o vodu havarijní (porušení vedení TZB či přímé vnikání dešťové vody) nebo o vlhkost přejímanou z okolního terénu
- rozhodnutí zda dominantní vliv má voda dešťová pronikající přilehlým terénem či vysoká hladina spodní vody
- stanovení zda na objekt působí tlaková voda dlouhodobě či zda se jedná o krátkodobé periodicky se opakující působení
- rozhodnutí zda na stávajícím stavu se podílí i vnitřní relativní vlhkost

Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



Technická zpráva

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

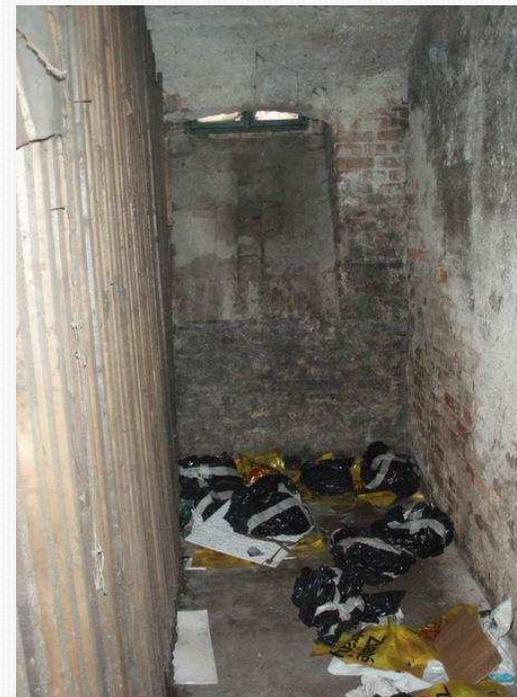
CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

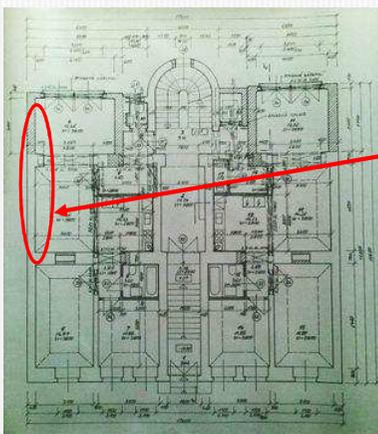
CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

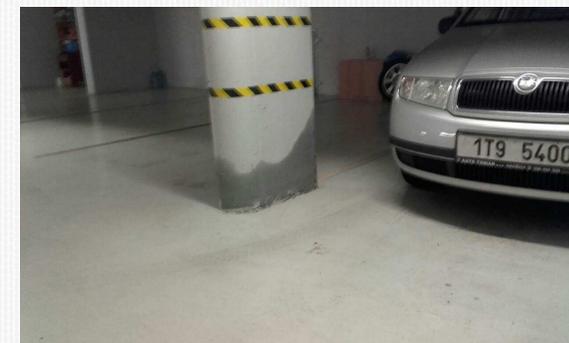
CÍLE VP

KRITÉRIA

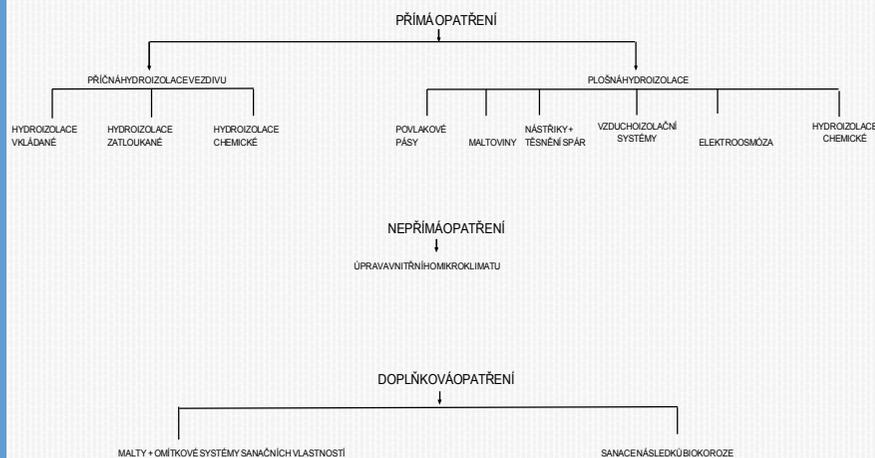
METODY

**VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM**

ZÁVĚRY



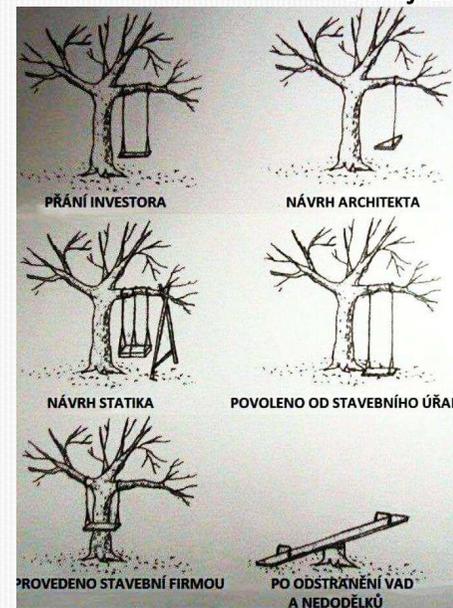
POUŽÍVANÉ SANAČNÍ METODY



Trojice zásad

- vlhkostní průzkum provádět vždy s vědomím komplexnosti problematiky v dané lokalitě (prohlídka celkového stavu, komunikace s pamětníky, informace o okolních objektech)
- na diagnostikované projevy vlhkosti již na stavbě pohlížet z pozice příčin
- vlhkostní průzkum vést již na stavbě při vědomí návrhu sanačních opatření (adekvátnost, technická správnost a technická realizovatelnost)

Děkuji za pozornost



Přednáška je součástí projektu DG16P02M050 Optimalizace sledování a hodnocení informací o památkových stavbách, podporovaného Ministerstvem kultury ČR.

Lukáš Balík
 ČVUT v Praze, Kloknerův
 ústav
Lukas.balik@cvut.cz

www.klok.cvut.cz/projekt-naki/

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY

ÚVOD

VLHKOST
ZDIVA

CÍLE VP

KRITÉRIA

METODY

VLHKOSTNÍ
PRŮZKUM

ZÁVĚRY