

Workshop projektu NAKI II, Brno, 17. 9. 2021

Hodnocení výsledků projektu a spuštění veřejné databáze historických cihel

Certifikovaná Komplexní metodika pro nedestruktivní a šetrnou semidestruktivní diagnostiku fyzikálně- mechanických vlastností historických pálených zdících prvků (reálná možnost využití recyklovaných cihel při náhradě v historických objektech)

Petr Cikrle, Vojtěch Bartoň, Petr Holub

Přednáška je realizována v rámci projektu Projekt NAKI II DG18P02OVV068

„Komplexní diagnostika pálených zdících prvků historických objektů z pohledu stáří, původu a fyzikálně-mechanických vlastností v závislosti na vlhkosti, a jejich náhrada v historických objektech“

Certifikovaná metodika -

Certifikační orgán QUALIFORM - odbor posuzování shody QUALIFORM, a.s., Mlaty 672/8, 642 00 Brno		QUALIFORM	
Souhrnný protokol o certifikaci metodiky	V	1432	0 8 0 1
Výtisk č.: 2	Strana 1 z 17		

Souhrnný protokol o certifikaci metodiky
č. V 1432-0801

T VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA
TECHNICKÉ STAVEBNÍ
V BRNĚ

Žadatel o certifikaci	: Vysoké učení technické v Brně, Antonínská 548/1, 601 90 Brno
Zpracovatel metodiky	: Fakulta stavební - Ústav stavebního zkušebnictví Veveří 331/95, 602 00 Brno Doc. Ing. Petr Cikrle, Ph.D. - vedoucí týmu
Žádost o posouzení shody č.	: V-1432-9974 ze dne 21.10.2020
Identifikace posuzované metodiky	: „Komplexní metodika pro nedestruktivní a šetrnou semidestruktivní diagnostiku fyzikálně-mechanických vlastností historických pálených zdicích prvků“
Zařídění dle zákona č. 130/2002 Sb. ve znění NV č. 397/2009 Sb.	: Nmet – certifikovaná metodika projekt NAKI II DG18P02OVV068
Technický pokyn pro posouzení shody	: ČSN EN ISO/IEC 17025 Posuzování shody – Všeobecné požadavky na způsobilost zkušebních a kalibračních laboratorí ČSN ISO/IEC 17007 Posuzování shody – Návod pro navrhování normativních dokumentů vhodných k použití pro posuzování shody
Počet příloh	4
Počet výtisků	3
Prokurista a představitel Certifikačního orgánu – odbor posuzování shody	: Ing. Jan Svobodník, EurChem
Ředitel Certifikačního orgánu – odbor posuzování shody	: Ing. Alan Malec
Protokol zpracoval	: Ing. Jaroslav VODIČKA, vedoucí posuzovatel

V Brně dne: 24.11.2020

 Ing. Jan Svobodník, EurChem
Představitel Certifikačního orgánu
QUALIFORM - odbor posuzování shody

Certifikační orgán QUALIFORM - odbor posuzování shody QUALIFORM, a.s., Mlaty 672/8, 642 00 Brno		QUALIFORM	
Souhrnný protokol o certifikaci metodiky	V	1432	0 8 0 1
Výtisk č.: 2	Strana 15 z 17		

4. SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ

4.1 Produkty, které vyhověly požadavkům pro posuzování shody

Možnost využití inverzní analýzy s využitím neuronových sítí je v našich podmínkách novým odvětvím. Předložený postup v rámci certifikované metodiky je tak nový a v porovnání s jinými metodami stanovení je výrazně sofistikovanější.

Předložená metodika

„Komplexní metodika pro nedestruktivní a šetrnou semidestruktivní diagnostiku fyzikálně-mechanických vlastností historických pálených zdicích prvků“

je

ve vztahu k deklarovanému použití v souladu se základními požadavky na certifikované metodiky a je vhodná pro využití v praxi.

Obsah certifikované metodiky z hlediska navrženého postupu zaručuje, že při správném provádění vlastního výběru, zkoušení a hodnocení cihlářských výrobků a jeho odborném vyhodnocení splní požadavky stanovených parametrů cihel pro zdivo a umožní jejich další využití při rekonstrukcích historických objektů, atd.

4.2 Vydání certifikátu

Skupina posuzovatelů na základě výše uvedených výsledků posouzení předložené metodiky a systému managementu u žadatele – zpracovatele metodiky

Doporučuje

řediteli certifikačního orgánu vydání certifikátu

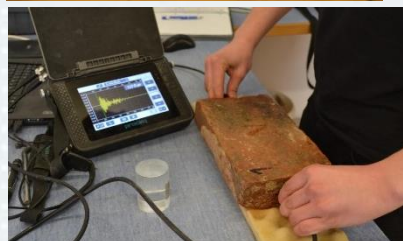
„Certifikovaná metodika“

„Komplexní metodika pro nedestruktivní a šetrnou semidestruktivní diagnostiku fyzikálně-mechanických vlastností historických pálených zdicích prvků“

pro Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví
Veveří 331/95, 602 00 Brno

Certifikovaná metodika - metody

- Sušení
- Nasákavost
- Mrazuvzdornost
- Rezonance
- Ultrazvuk
- Tvrdoměry
- Pevnost ohyb
- Pevnost tlak
- Analýzy RTG, DTA



Nedestruktivní predikce trvanlivosti cihel plných pálených rezonanční metodou (RM)

Nejcitlivější metoda na
odhalení vnitřních vad

Dokáže roztrždit cihly
podle kvality



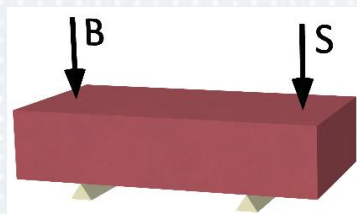
Princip rezonanční metody

- Rezonance: vlastní kmitočet tělesa = kmitočtu vnější budící síly
- Sledované způsoby rozkmitání tělesa:

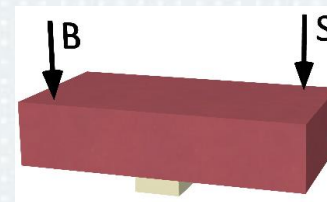
- podélné kmitání – f_L



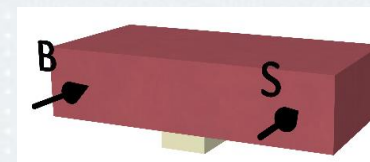
- příčné kmitání – f_f



- kroutové kmitání – f_T



- příčné kmitání – f_{f2}

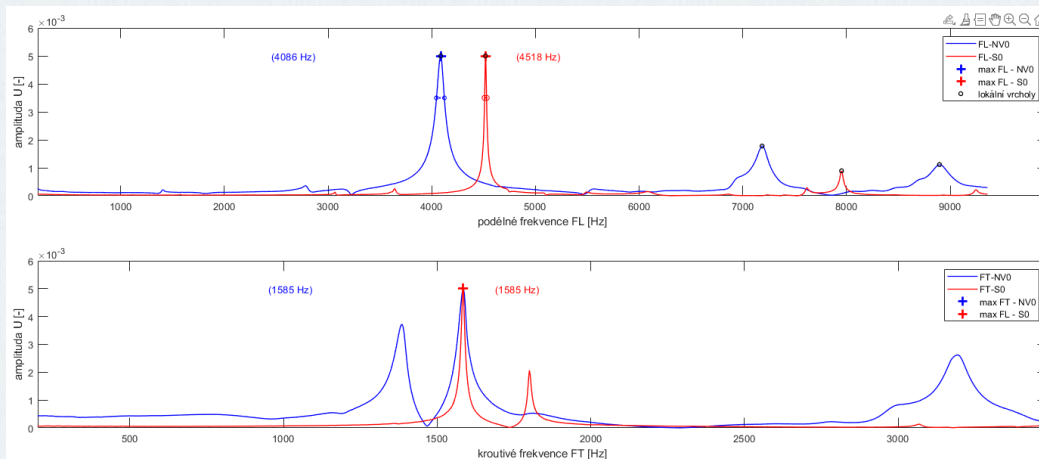


Predikce trvanlivosti na základě RM

Prvky zařazeny do 4 kategorií podle následujících kritérií:

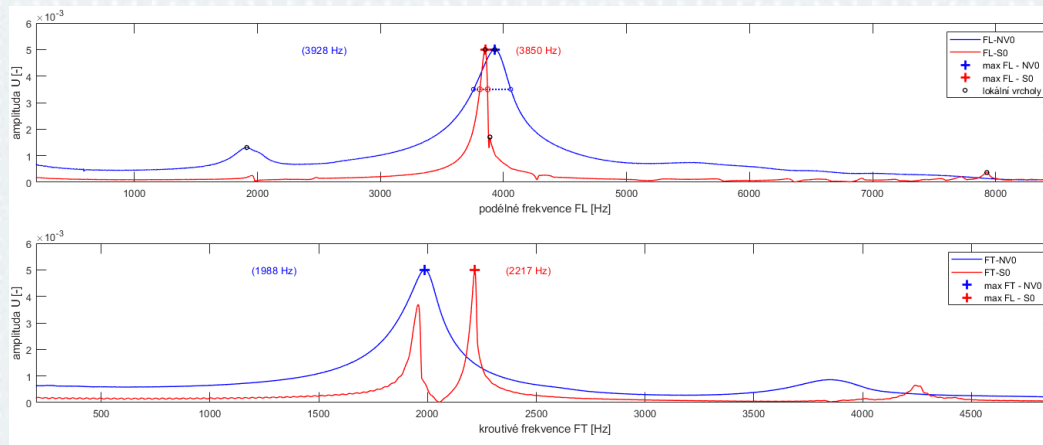
- hodnota první vlastní frekvence podélného kmitání ve vysušeném stavu $f_{L1,S0}$
- pokles prvních vlastních frekvencí podélného kmitání v nasyceném stavu $f_{L1,N0}$ oproti vysušenému stavu
- počet lokálních vrcholů v nasyceném i vysušeném stavu
- šířka amplitudní křivky první vlastní frekvence v 70% její výšky
- Poissonův koeficient ν_{cr}

Příklad prvku – 1. třída trvanlivosti



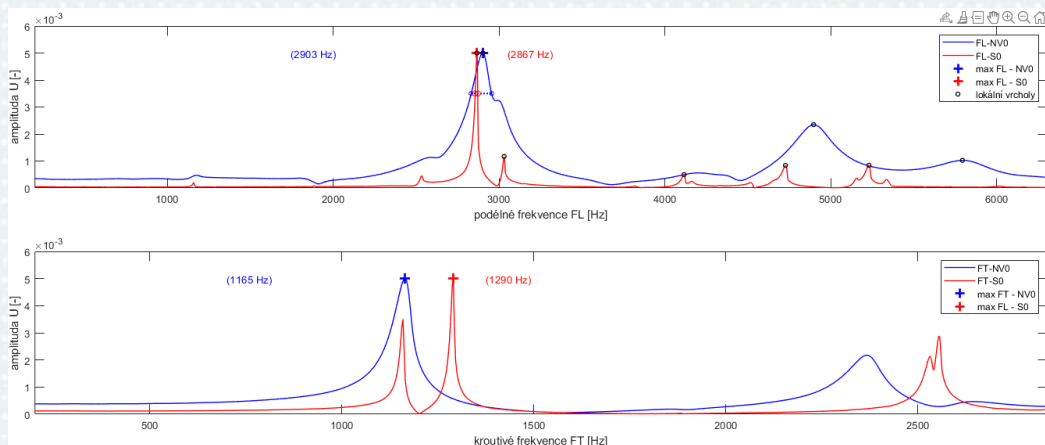
hodnot a F _L (S0) [Hz]	hodnot a F _L (N0) [Hz]	pokles F _L (S0xN0) [%]	počet vrcholů S0 [n]	počet vrcholů N0 [n]	šířka vrcholu v 0,7 U [Hz]	poisson. Koef. v _{cr} [-]	třída trvanlivosti prvku	počet zmrazovací ch cyklů
4518	4086	9,56	1	2	78	0,23	1	>25
třídy trvanlivosti pro jednotlivá kritéria								
1	1	1	1	1	1	1		

Příklad prvku – 2. třída trvanlivosti



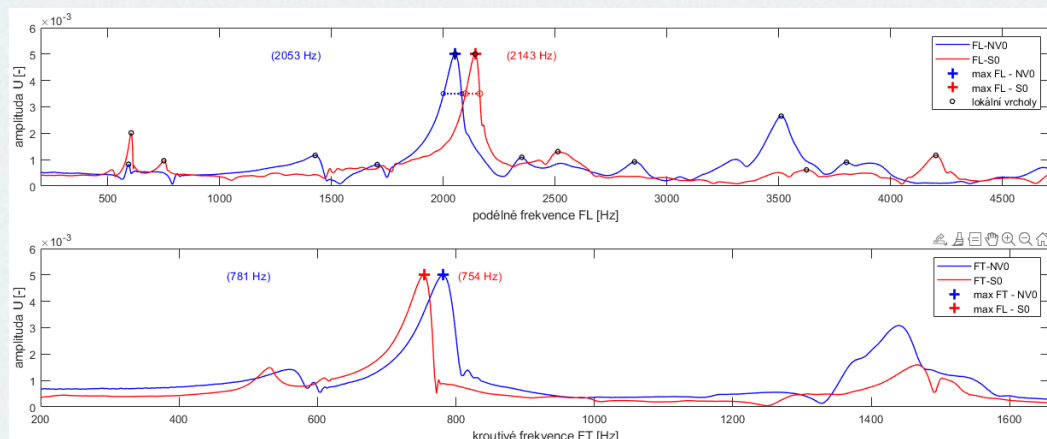
hodnot a F _L (S0) [Hz]	hodnot a F _L (N0) [Hz]	pokles F _L (S0xN0) [%]	počet vrcholů S0 [n]	počet vrcholů N0 [n]	šířka vrcholu v 0,7 U [Hz]	poisson. Koef. v _{cr} [-]	třída trvanlivosti prvku	počet zmrazovací ch cyklů
3850	3928	0	2	1	304	0,35	2	25
třídy trvanlivosti pro jednotlivá kritéria								
2	2	1	1	1	2	1		

Příklad prvku – 3. třída trvanlivosti



hodnot a F _L (S0) [Hz]	hodnot a F _L (N0) [Hz]	pokles F _L (S0xN0) [%]	počet vrcholů S0 [n]	počet vrcholů N0 [n]	šířka vrcholu v 0,7 U [Hz]	poisson. Koef. v _{cr} [-]	třída trvanlivosti prvku	počet zmrazovací ch cyklů
2867	2903	0	4	2	125	0,55	3	20
třídy trvanlivosti pro jednotlivá kritéria								
3	3	1	1	1	1	3		

Příklad prvku – 4. třída trvanlivosti



hodnot a F _L (S0) [Hz]	hodnot a F _L (N0) [Hz]	pokles F _L (S0xN0) [%]	počet vrcholů S0 [n]	počet vrcholů N0 [n]	šířka vrcholu v 0,7 U [Hz]	poisson. Koef. v _{cr} [-]	třída trvanlivosti prvku	počet zmrazovací ch cyklů
2143	2053	4,2	8	10	83	0,69	4	5
třídy trvanlivosti pro jednotlivá kritéria								
4	4	1	4	4	1	3		

Použitelnost cihel podle tříd trvanlivosti

Prvky zařazený do 4 kategorií – tříd trvanlivosti:

- **1. Třída** – cihly použitelné **v exponovaném venkovním prostředí** (nekryté římsy, místa nad zemí se vztlínající vlhkostí, apod.
- **2. Třída** – cihly použitelné **ve venkovním prostředí**, méně exponovaná místa (např. povrchové svislé zdivo s výjimkou soklů, výplně zdiva), anebo **ve vnitřních exponovaných prostorech** (např. vinné sklepy)
- **3. Třída** – cihly použitelné **pouze v interiéru**, v suchém prostředí
- **4. Třída** – cihly **nevhodné ke znovupoužití**

Poznámka: Staré cihly zařaditelné do třídy 1 se vyskytují zřídka

Využití metody

- kontrola kvality v cihelnách – např. při změně technologických postupů
- kontrola kvality historických cihel pro jejich opětovné využití v konstrukci

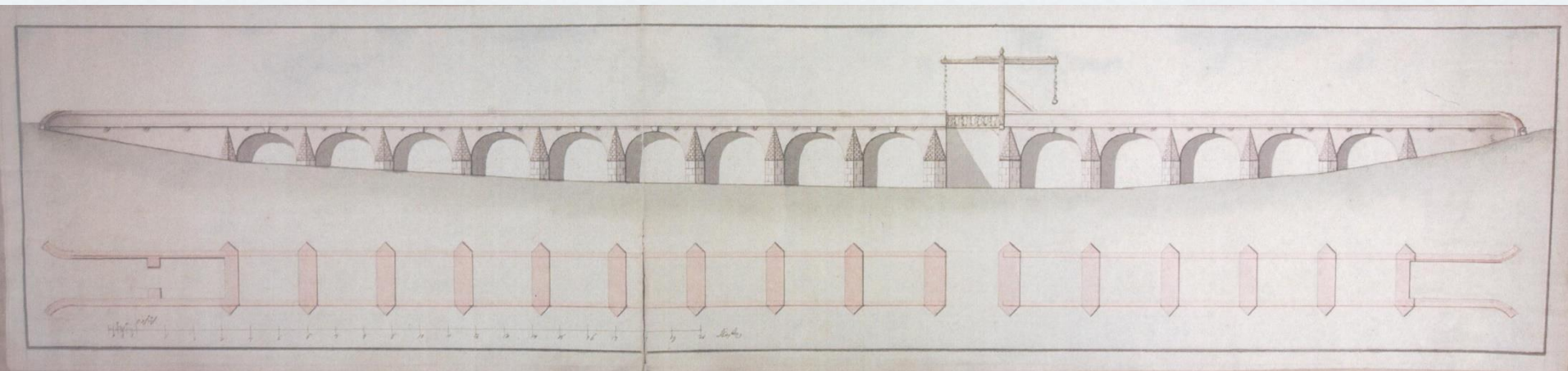
Výhody metody

- zcela nedestruktivní – prvek lze následně použít do konstrukce, lze otestovat velké množství prvků
- rychlost a nenáročnost – metodu lze aplikovat na stavbě, nevyžaduje laboratorní vybavení, jednoduché vyhodnocení
- cenová dostupnost zařízení

PRAKTICKÁ APLIKACE – BAROKNÍ MOST PORTZ INSEL



MZA, F18, mapa 107







Náhrada a doplnění chybějících cihel

Původní cihly:

- 17. století, „N“, odlišný formát 302x160x62 mm;
- Vizuálně velmi kvalitní;
- Zkoušeno 6+6 ks (zmrazované, nezmrazované)



Náhrada a doplnění chybějících cihel

Cihly náhradní, staré:

- Konec 19. století, „ZV“, formát 290x140x65 mm;
- Vizuálně i tvarově velmi různorodé kvality;
- Zkoušeno 6+6 ks (zmrazované, nezmrazované)



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



MĚŘENÍ PŘÍMO NA MOSTĚ



VÝSLEDEK – OPRAVA MOSTU



VÝSLEDEK – OPRAVA MOSTU



VÝSLEDEK – OPRAVA MOSTU



POKRAČOVÁNÍ – SLEDOVÁNÍ MOSTU



POKRAČOVÁNÍ – SLEDOVÁNÍ MOSTU



POKRAČOVÁNÍ – SLEDOVÁNÍ MOSTU



POKRAČOVÁNÍ – SLEDOVÁNÍ MOSTU



PROHLÍDKA A DOKUMENTACE MOSTU



PROHLÍDKA A DOKUMENTACE MOSTU



PROHLÍDKA A DOKUMENTACE MOSTU



PROHLÍDKA A DOKUMENTACE MOSTU



PROHLÍDKA A DOKUMENTACE MOSTU



ZÁVĚR

- Certifikovaná metodika pro zkoušení cihel
- Hlavní přínos – nedestruktivní výběr a třídění cihel vhodných pro rekonstrukce památek
- Zdokonalení systému hodnocení cihel – rezonance
- Praktická aplikace – most Portz Insel, nejlépe opravená památka JMK i ČR za rok 2021;
- Další sledování mostu, výměna jednotek kusů poškozených cihel (z cca 30000 instalovaných);

Děkujeme za pozornost!

