

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

## Hodnocení výsledků projektu a spuštění veřejné databáze historických cihel

Přehled současných výrobců plných pálených cihel, sortiment, a reálné možnosti použití při náhradě v historických objektech

**Radomír Sokolář**

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“

# Výroba CP v ČR (výrobci pálených zdicích prvků vhodných pro rekonstrukce historických staveb)



- 1 – Šitbořice
- 2 – Malenovice
- 3 – Žopy
- 4 – Polom
- 5 – Vysoké Mýto
- 6 – Praha (Štěrboboholy)
- 7 – Bratronice
- 8 – *Kadaň (Brispol)*

## Reálné možnosti výroby lícových cihel?

- Dány technologií výroby (výrobní linky) a kvalitou surovinové základny.
- Odhalení potenciálu: vytvoření metodiky posouzení optimální teploty výpalu.



## Reálné možnosti výroby lícových cihel?

- Nasákavost střepu (vakuum) po výpalu na 1100 °C

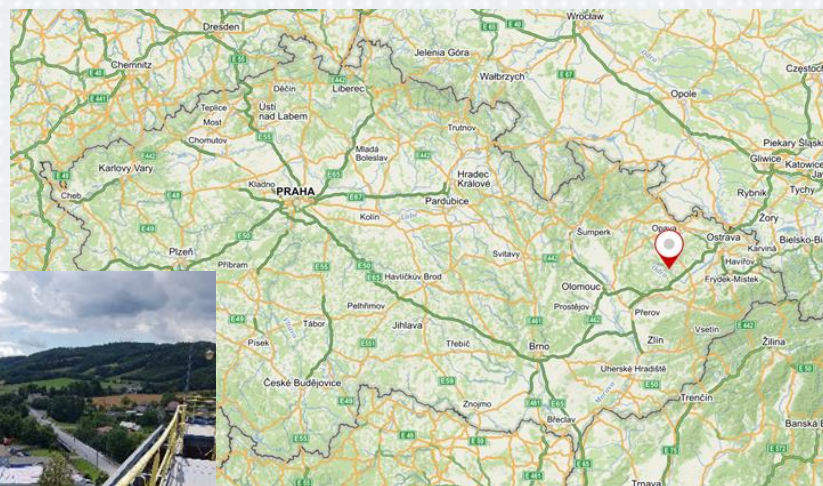
|             |      |
|-------------|------|
| Kryry       | 5,6  |
| Zlín        | 7,9  |
| Štěrboholy  | 3,9  |
| Vysoké Mýto | 11,8 |
| Bratronice  | 8,6  |
| Šitbořice   | 24,5 |



# A jaké mají stávající cihelny možnosti zvýšení kvality svých produktů (lícových cihel)?

- Surovinová základna je daná x úprava surovinové směsi (cicvár), teplota výpalu, ostření (textura, smršťení,...), ...**využití korekčních surovin** = „případová studie

**Polom – Jakubčovice“**



## Lícové cihly Polom

- Možnost zvýšení kvality? Úprava surovinové směsi (cicvár), teplota výpalu, ostření, ... **využití korekčních surovin = „případová studie Polom – Jakubčovice“**



| Základní charakteristiky         | Vlastnost                                                                                                                                              | Harm. technické specifikace |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Typ                              | CIHLA LÍCOVÁ, ODLEHČENÁ CL-O                                                                                                                           | EN 771 – 1:2011             |
| Rozměry                          | 290 mm x 140 mm x 65 mm                                                                                                                                |                             |
| Kategorie tolerancí              | T1                                                                                                                                                     |                             |
| Kategorie rozpětí                | R1                                                                                                                                                     |                             |
| Tvar a uspořádání                | Skupina 1, nosný prvek                                                                                                                                 |                             |
| Pevnost v tlaku                  | 20 N/mm <sup>2</sup>                                                                                                                                   |                             |
| Přídržnost: stanovená hodnota    | 0,15 N/mm <sup>2</sup> (EN 998-2 př.C)                                                                                                                 |                             |
| Reakce na oheň                   | třída A1                                                                                                                                               |                             |
| Nasákavost                       | 14 % hm.                                                                                                                                               |                             |
| Faktor difuzního odporu          | 5/10 ( dle EN 1745 )                                                                                                                                   |                             |
| Objemová hmotnost prvku          | 1800 kg/m <sup>3</sup> ( D1 )                                                                                                                          |                             |
| Ekvivalentní tepelná vodivost    | 0,55 W/ (m.K)                                                                                                                                          |                             |
| Mrazuvzdornost                   | F1                                                                                                                                                     |                             |
| Nebezpečné látky                 | <sup>226</sup> Ra 150 Bq/kg<br>Index hmotnostní aktivity I<br>maxim. 0,8 (dle vyjádření<br>státního úřadu pro jadernou<br>bezpečnost č.j. 16944/4.0/03 |                             |
| Obsah aktivních rozpustných solí | třída S2                                                                                                                                               | EN 772-5                    |

## Lom Jakubčovice

- Těžba a úprava moravské droby
- Nově: kalolisování – plástve s povrchovou strukturou a vlhkostí kolem 25 %

| Minerál      | Zastoupení [%] |
|--------------|----------------|
| Křemen       | 33,5           |
| Smektit      | 1,5            |
| Slída        | 19,7           |
| Živce        | 28,0           |
| Amorfní fáze | 17,3           |

| Parametr               | jednotka: | č.vzorku:<br>22540 | NM  | Identifikace<br>zkušební metody SOP   |     | Akr |
|------------------------|-----------|--------------------|-----|---------------------------------------|-----|-----|
| Ztráta sušením (105°C) | %         | 1,69               | 10% | GRA 03A:ČSN 720102, ČSN EN 14346:2007 | (1) | A   |
| Ztráta žháním 1100°C   | % suš.    | 4,11               | 10% | GRA 05:ČSN 720103,ČSN 720100          | (1) | A   |
| Oxid vápenatý          | % suš.    | 1,00               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid hořečnatý         | % suš.    | 2,31               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid draselný          | % suš.    | 3,63               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid hlinitý           | % suš.    | 16,4               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid železitý          | % suš.    | 6,07               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid manganatý         | % suš.    | 0,117              | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid sodný             | % suš.    | 2,02               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid křemičitý         | % suš.    | 62,2               | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid titaničitý        | % suš.    | 0,860              | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |
| Oxid zirkoničitý       | % suš.    | 0,032              | 10% | ICP 05:ČSN EN ISO 11885,ČSN 720101    | (1) | A   |



## Lom Jakubčovice

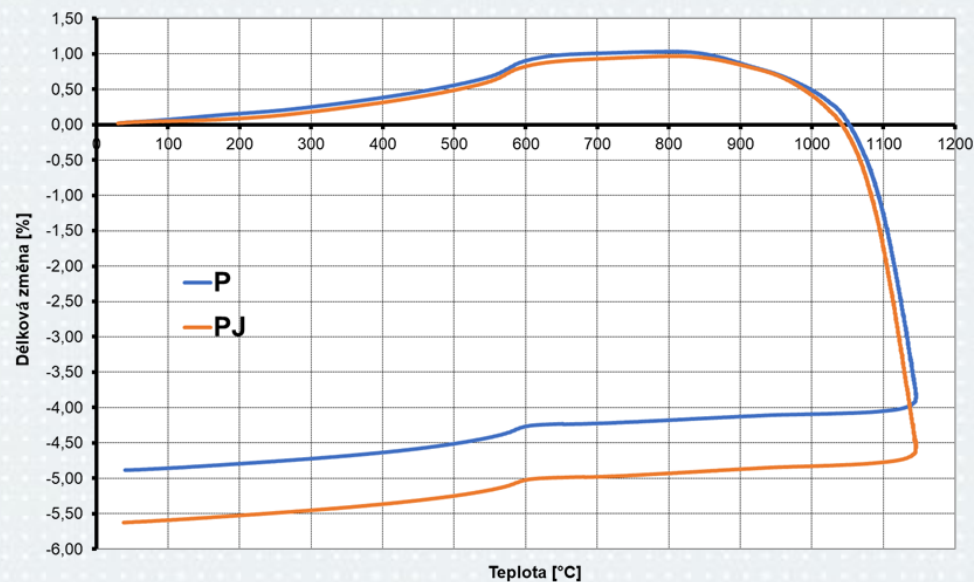
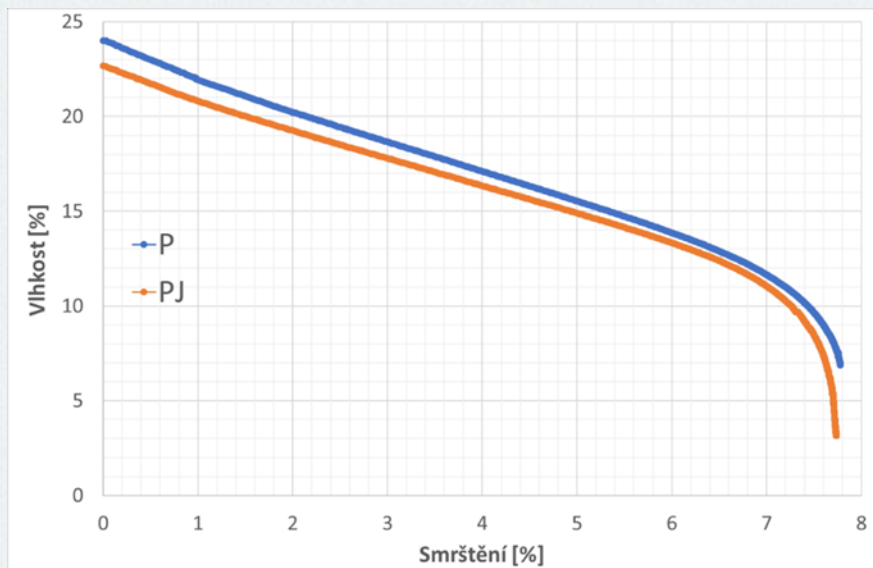
- Plástve z kalolisu pro výrobu cihelných dlaždic?

|      | DP    | OH                    | NV1  | NV3  | T-value | zž    | $\sigma_{po,p}$ |
|------|-------|-----------------------|------|------|---------|-------|-----------------|
|      | [%]   | [kg.m <sup>-3</sup> ] | [%]  | [%]  | [-]     | [%]   | [MPa]           |
| 1050 | -5,2  | 1890                  | 11,0 | 13,3 | 0,83    | 4,2   | 15,5            |
| 1100 | -10,5 | 2310                  | 1,2  | 1,4  | 0,88    | 4,3   | 21,7            |
| 1120 | -8,0  | 2000                  | 0,4  | 1,0  | 0,42    | 5,0   | 15,7            |
| 1150 | -3,2  | 1660                  | 0,8  | 4,9  | 0,17    | Def.* | Def.*           |



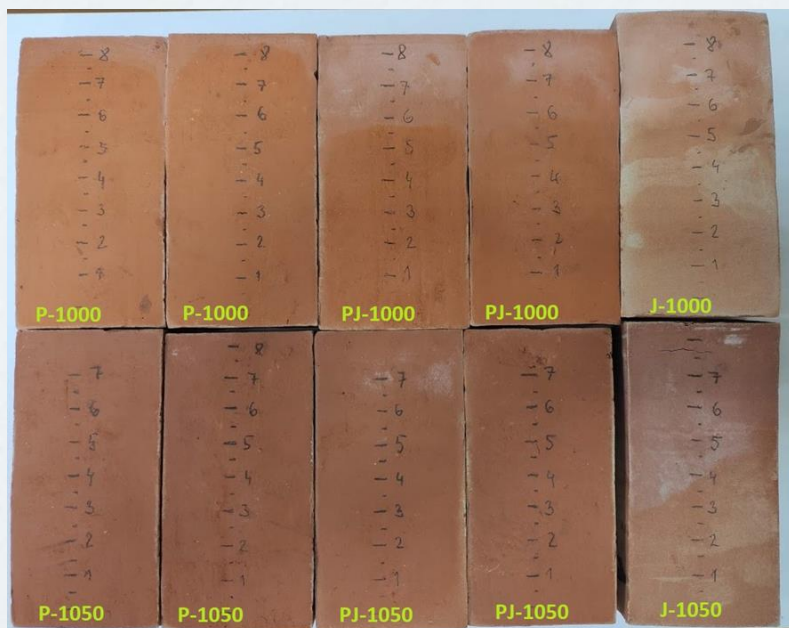
## Lom Jakubčovice

- Plástve z kalolisu jako příměs v surovinové směsi pro výrobu lícových cihel v cihelně Polom?
- Vliv na vlastnosti plastického těsta (Bigot) a chování během výpalu (DKTA):



## Lom Jakubčovice

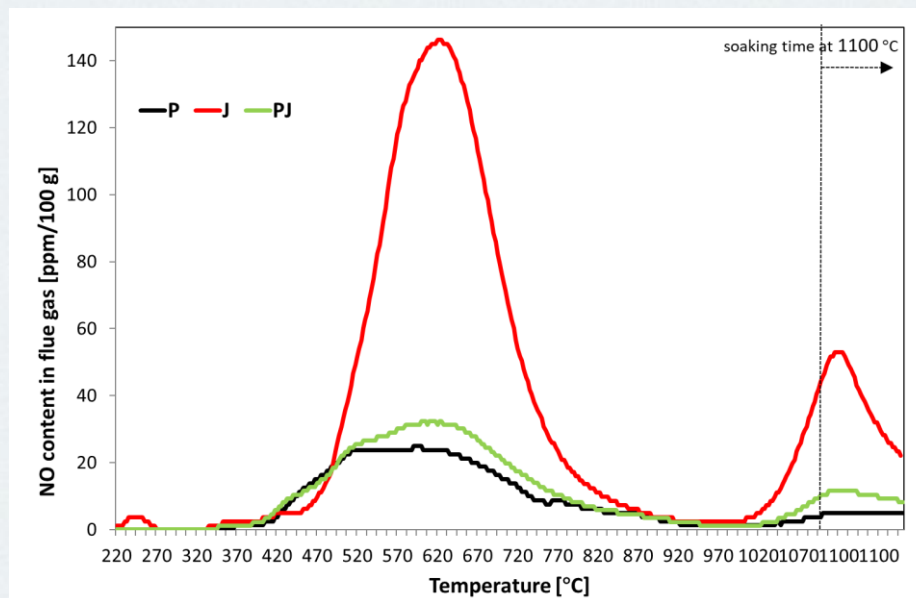
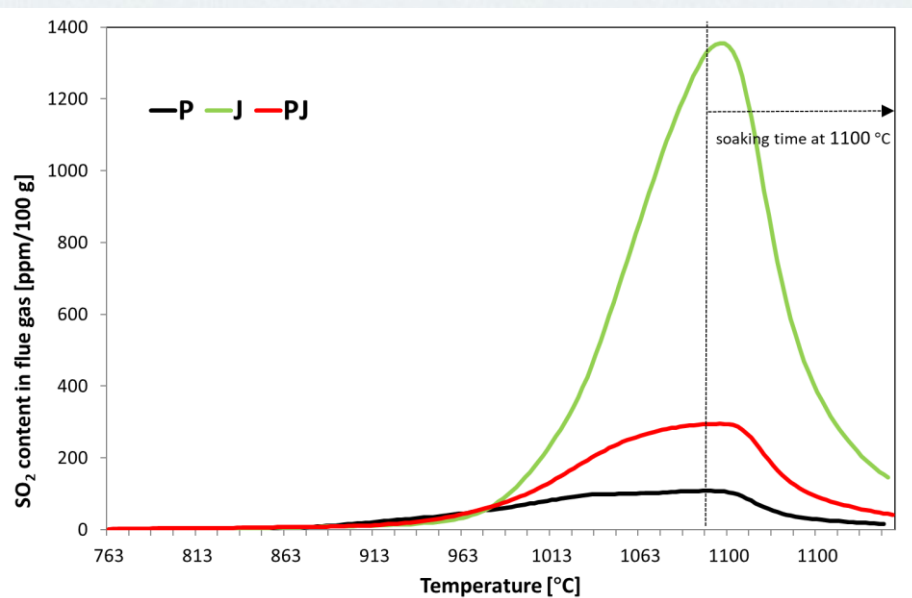
- Plástve z kalolisu jako příměs v surovinové směsi pro výrobu lícových cihel v cihelně Polom?
- Vliv na základní vlastnosti vypáleného střepu v závislosti na teplotě výpalu:



|    | Výpal<br>[°C] | OHs<br>[kg.m <sup>-3</sup> ] | zž<br>[%] | NV1<br>[%] | NV3<br>[%] | DP<br>[%] | OH<br>[kg.m <sup>-3</sup> ] | $\sigma_{p0,0}$<br>[MPa] |
|----|---------------|------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------------|--------------------------|
| P  | 1000          | 1990                         | 4,2       | 10,0       | 11,2       | -0,7      | 1970                        | 6,9                      |
|    | 1050          |                              | 4,2       | 6,2        | 8,0        | -2,7      | 2080                        | 15,2                     |
|    | 1100          |                              | 4,2       | 2,5        | 2,9        | -5,0      | 2260                        | 17,7                     |
| PJ | 1000          | 1980                         | 4,1       | 9,2        | 10,5       | -1,0      | 1990                        | 9,2                      |
|    | 1050          |                              | 4,1       | 4,6        | 5,2        | -3,6      | 2175                        | 18,9                     |
|    | 1100          |                              | 4,2       | 0,9        | 1,1        | -6,1      | 2315                        | 26,7                     |
| J  | 1000          | 1740                         | 4,1       | 16,2       | 17,1       | -1,6      | 1800                        | 7,3                      |
|    | 1050          |                              | 4,1       | 9,1        | 10,9       | -4,3      | 2025                        | 17,4                     |
|    | 1100          |                              | 4,3       | 0,3        | 0,4        | -8,5      | 2300                        | 21,3                     |

## Lom Jakubčovice

- Plástve z kalolisu jako příměs v surovinové směsi pro výrobu lícových cihel v cihelně Polom?
- Je třeba kontrolovat i vliv nové příměsi na obsah škodlivin ve spalínách...



## Závěr

- Potenciál vs. ochota (riziko) něco měnit vs. ekonomika

