



¹ Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s.
Hněvkovského 65, 617 00 Brno
www.vustah.cz

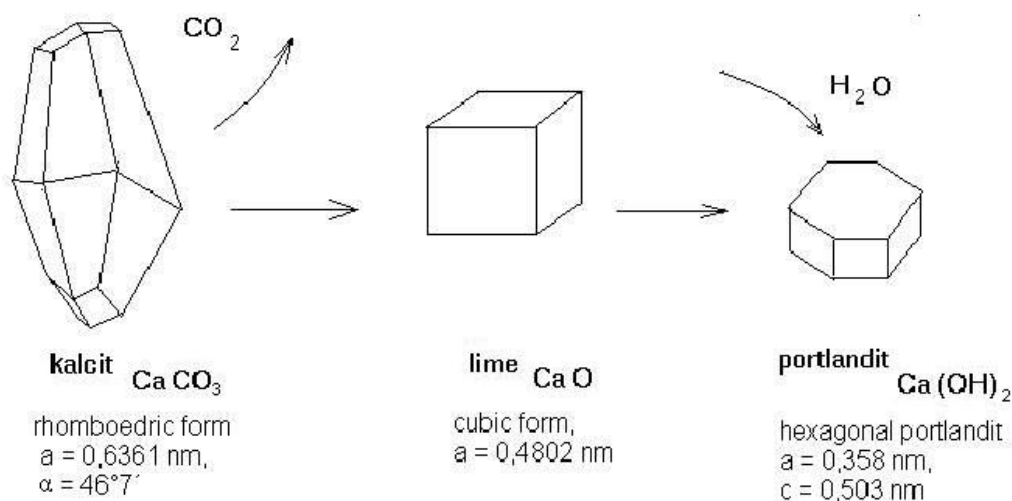
² VÁPENKA VITOŠOV s.r.o.
Hrabová 54, 789 01 Zábřeh

Ovlivňování vlastností čerstvých vápenných kaší

Lenka Schwarzerová¹
Radovan Nečas¹
Iva Doležalová²

Hašení vápna

Hašení vápna → suchý způsob hašení → vápenný hydrát
 Hašení vápna → **mokrý způsob hašení** → vápenná kaše



Reakce v nadbytku vody – postup hydratace přes nasycený roztok Ca(OH)_2 , poté rekrystalizace vlastního hydroxidu vápenatého.

Ovlivnění kvality vápenné kaše

- n mikrostruktura vápence resp. vápna
- n teplota výpalu, tlak v peci, typ pece, kvalita paliva
- n parametry hašení vápna: teplota hasicí vody, kvalita vody, rychlost otáček, typ míchadla
- n doba zrání vápenné kaše

Reologie vápenné kaše

- n Reologie – klíčová vlastnost některých aplikací vápenné kaše.

- n Reologické chování materiálu v systému partikulární látka – kapalina lze považovat za funkci:
 - koncentrace látky v kapalině
 - granulometrie částic partikulární látky
 - morfologie částic
 - fyzikálně-chemické interakce povrchů

Viskozita vápenné kaše

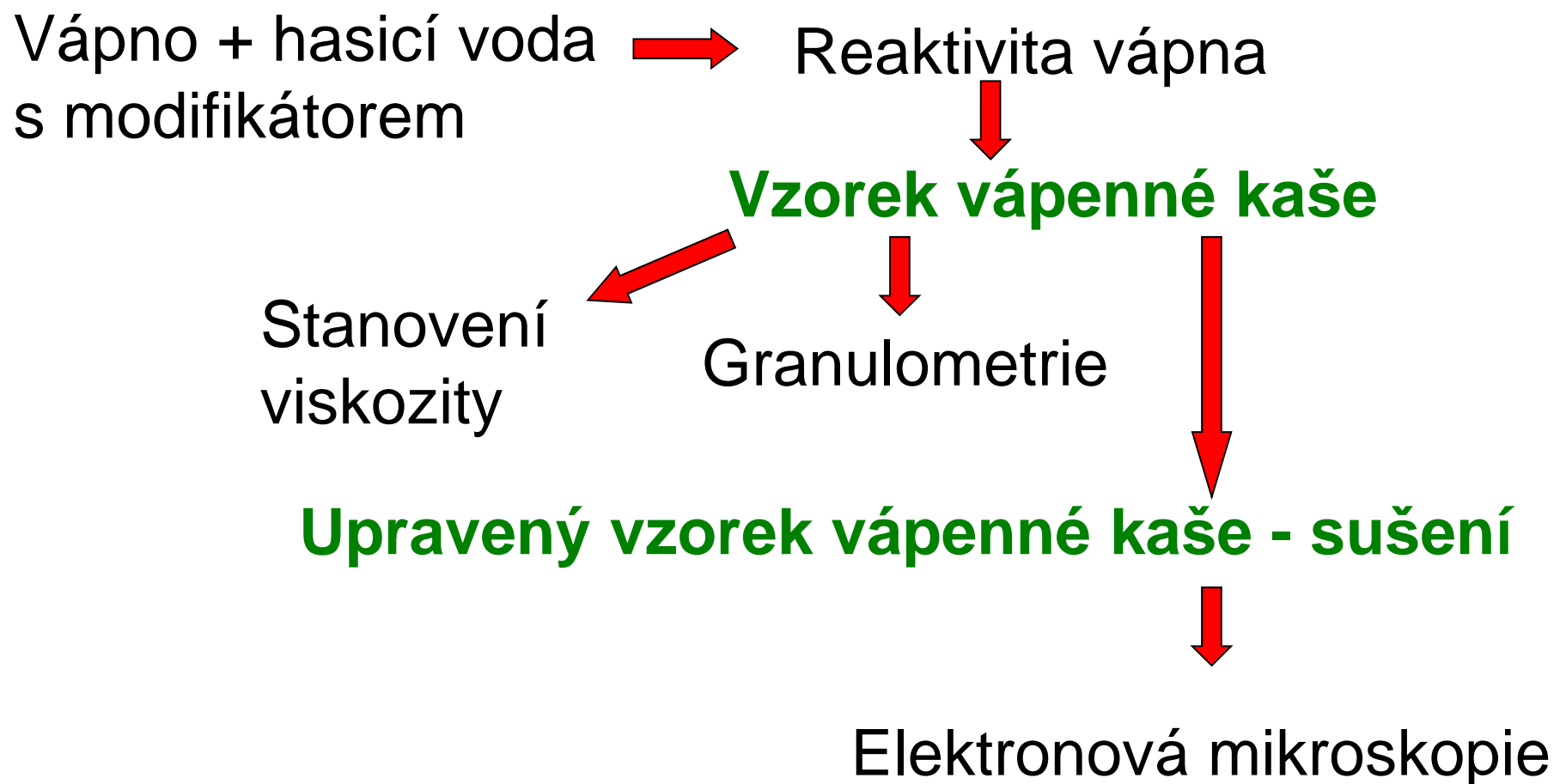
Ovlivnění viskozity vápenné kaše:

- n mechanickou aktivací během hašení - delší účinné míchání během hašení vápna, energetický i časově náročný proces
- n délkou odležení - časově velmi náročný proces
- n přidavkem modifikátorů do hasicí vody

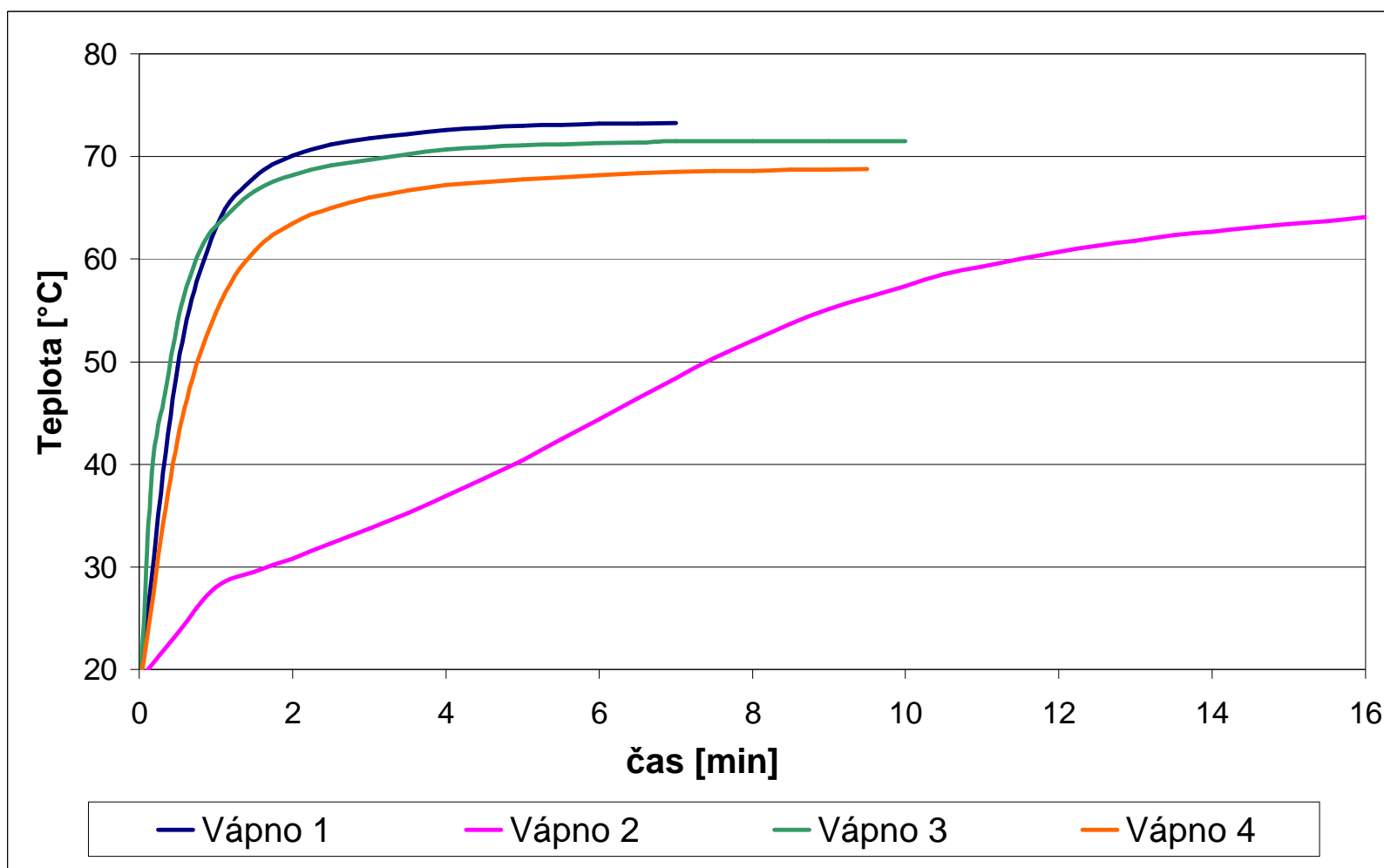
Experimentální část I

- n 8 vzorků vápna: 7 vzorků různě reaktivních mletých vápen CL 90 ze 4 českých vápenek, 1 vzorek speciálního měkce páleného vápna VUSTAH
- n velmi čistá demineralizovaná voda
- n příprava kaše – modifikovaný postup dle ČSN EN 459-2 Stanovení reaktivity
- n použité modifikátory: $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kyselina vinná
- n modifikátory byly přidány do hasicí vody
- n koncentrace modifikátorů: 10 mM

Experimentální část II

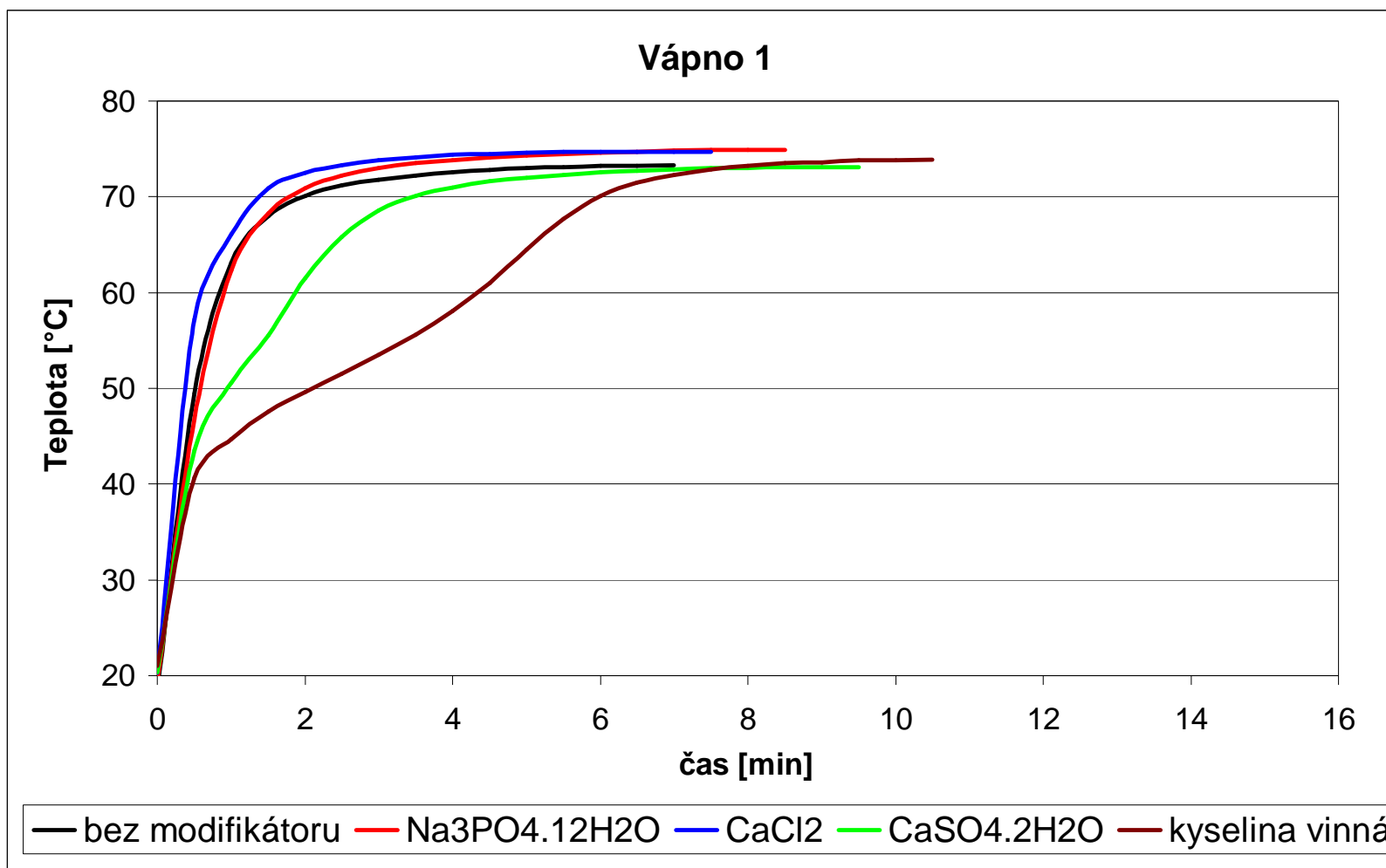


Výsledky – reaktivita vápen I



Obr. 1. Křivky hašení za mokra vybraných vápen bez modifikátorů

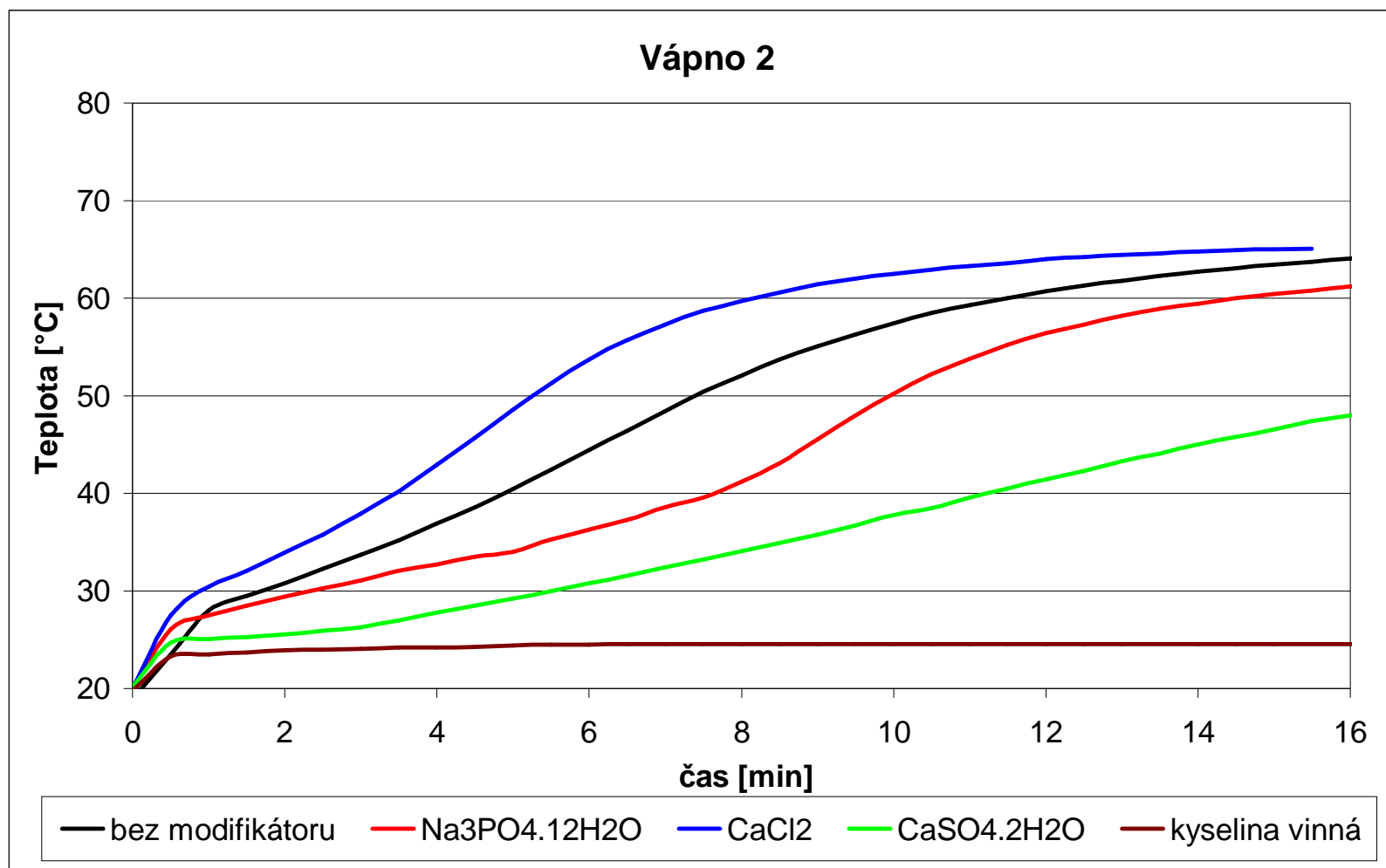
Výsledky – reaktivita vápen II



Obr. 2. Křivky hašení za mokra vápna 1 s modifikátory

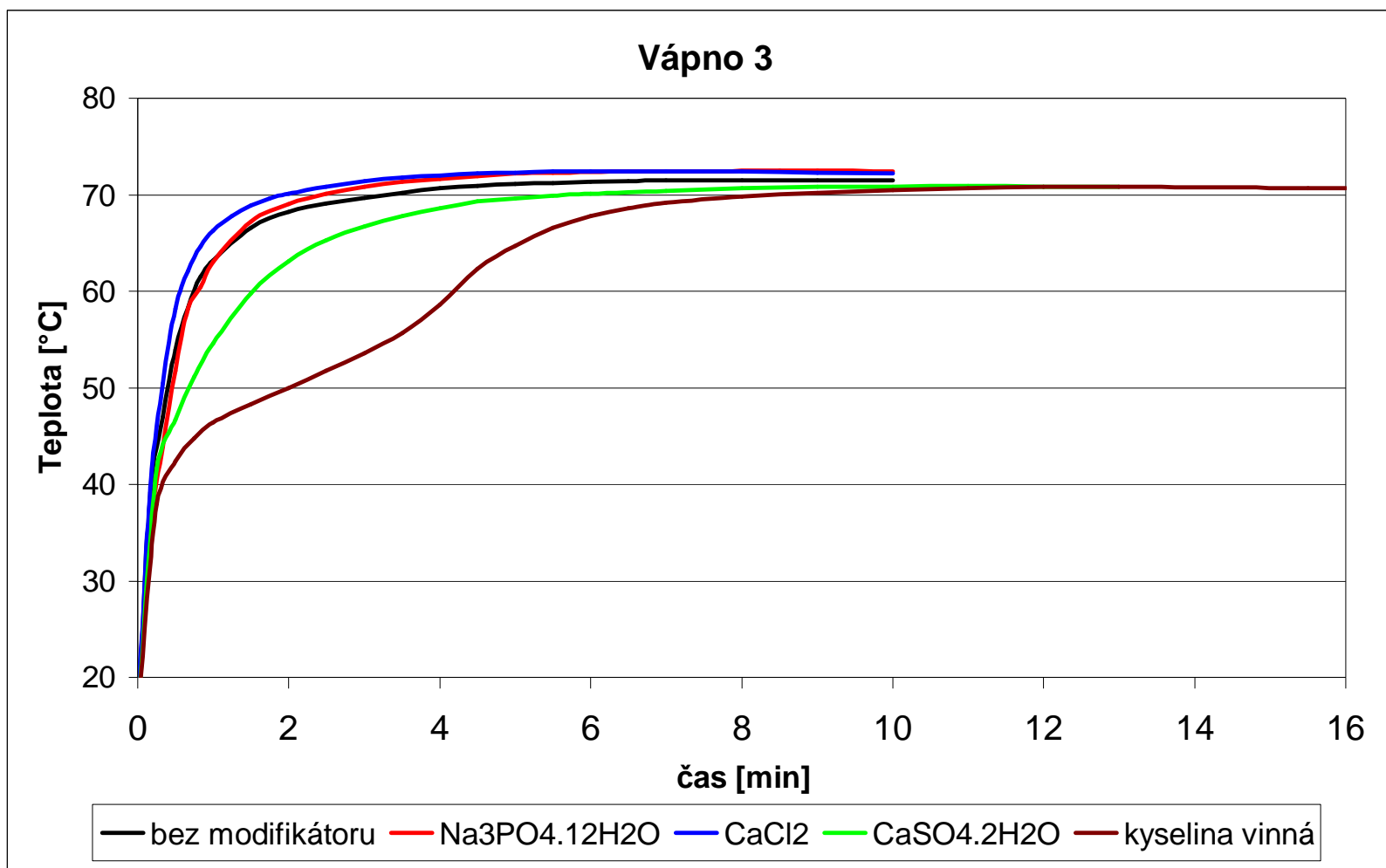


Výsledky – reaktivita vápen III



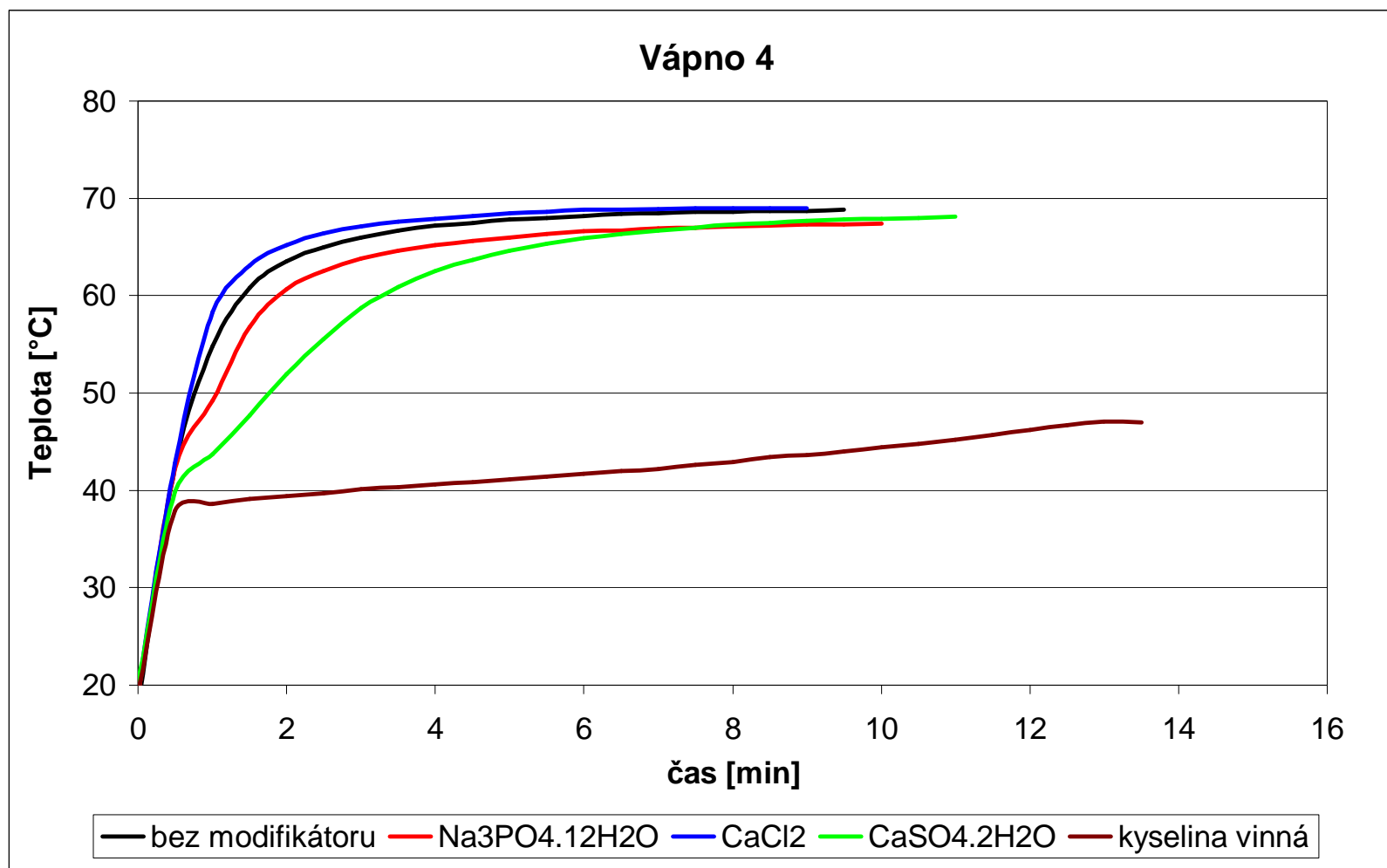
Obr. 3. Křivky hašení za mokra vápna 2 s modifikátory

Výsledky – reaktivita vápen IV



Obr. 4. Křivky hašení za mokra vápna 3 s modifikátory

Výsledky – reaktivita vápen V



Obr. 5. Křivky hašení za mokra vápna 4 s modifikátory

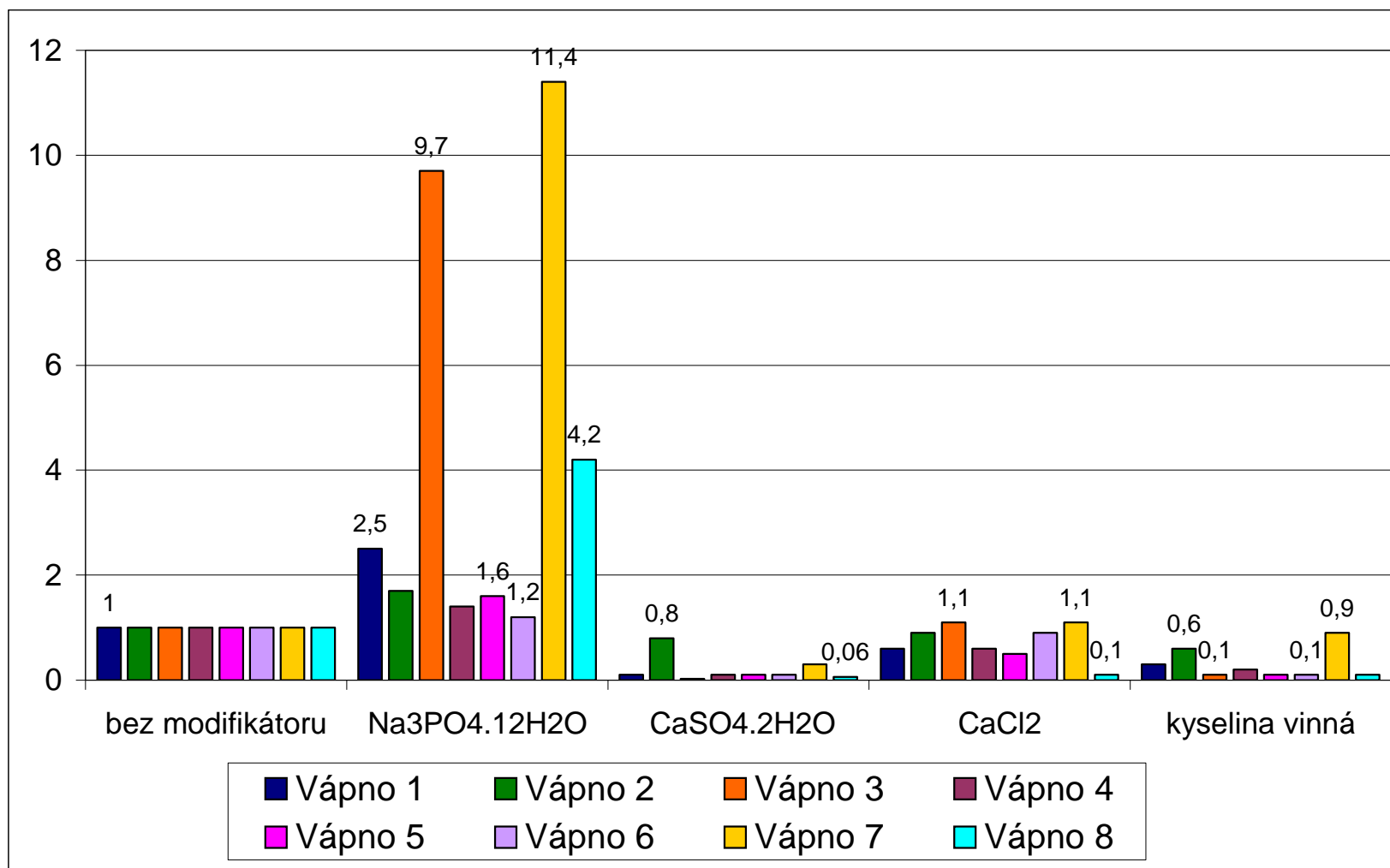
Výsledky – viskozita kaší I



Měření viskozity pomocí
rotačního viskozimetru
Brookfield, typ DV-E

Obr. 6. Viskozimetr Brookfield DV-E

Výsledky – viskozita kaší II



Obr. 7. Výsledky stanovení viskozity vápenných kaší

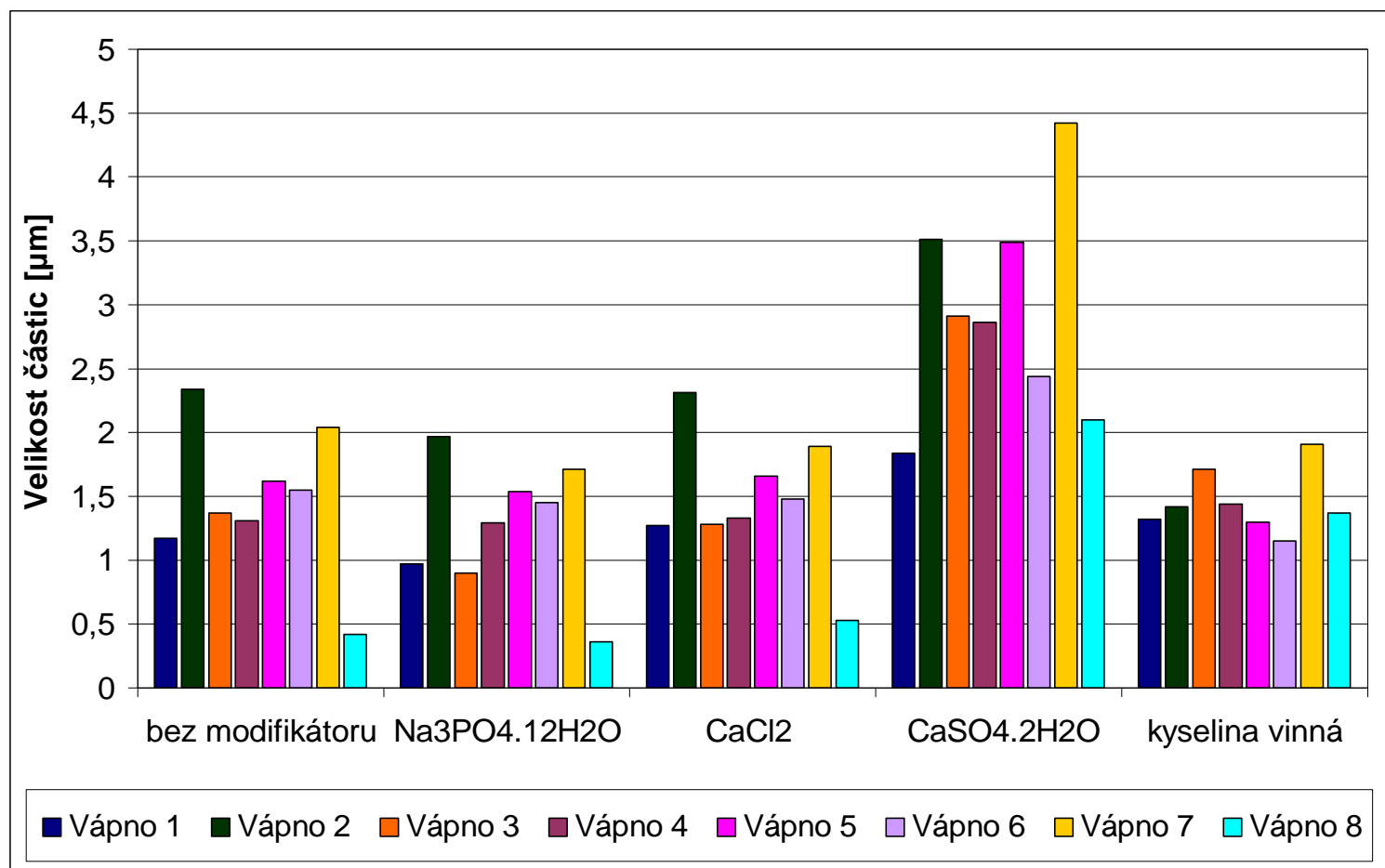
Výsledky – velikosti částic vápenné kaše I

- n Přístroj CILAS 920L, metoda laserové difrakce
- n Kaše byly dekantací isopropanolem zbaveny vody
- n Měřicí médium – čistý isopropanol
- n Rozsah přístroje: 0,3 – 400 μm



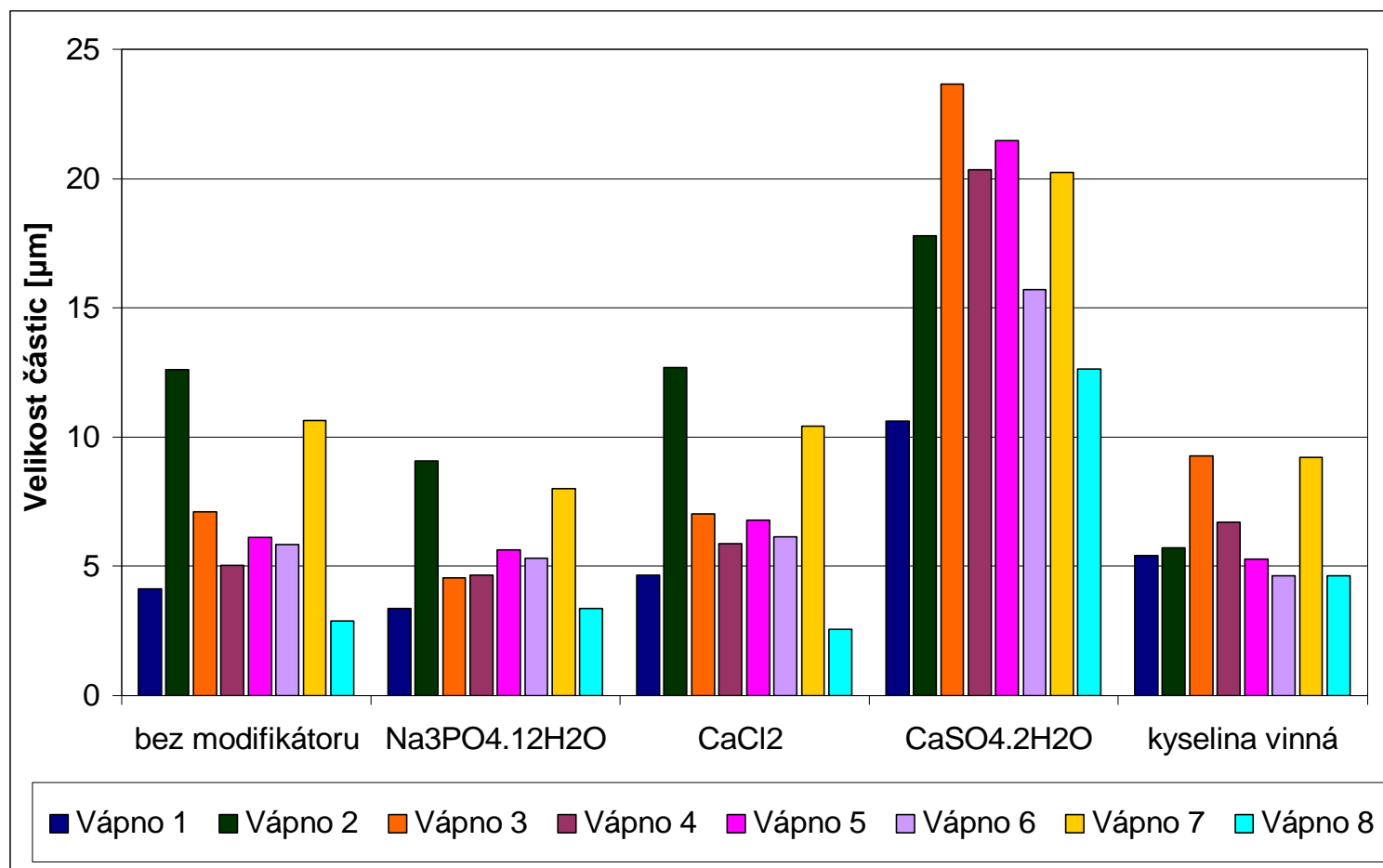
Obr. 8. Laserový granulometr CILAS 920L

Výsledky – velikost částic vápenné kaše II



Obr. 9. Porovnání velikostí částic vápenných kaší s modifikátory pro $d(10)$

Výsledky – velikost částic vápenné kaše III

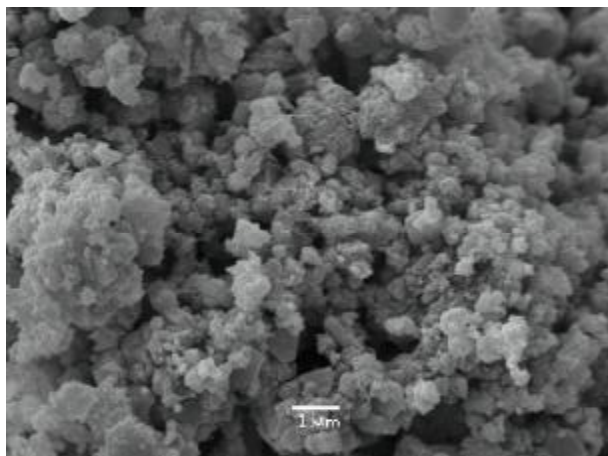


Obr. 10. Porovnání velikostí částic vápenných kaší s modifikátory pro d(50)

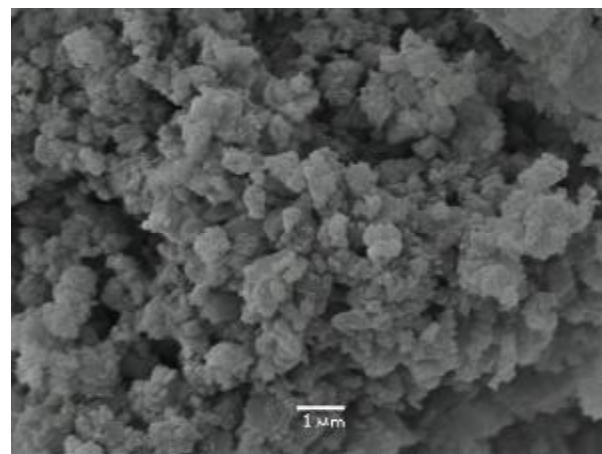
Výsledky – morfologie vápenných kaší I

- n elektronový skenovací mikroskop JEOL JSM-5500LV
- n rozlišení mikroskopu: 4 nm
- n kaše byly vysušeny prosáváním vzduchu na Büchnerově nálevce a povrch vzorku byl pokoven naprášením tenké vrstvy zlata
- n fotografie byly zhotoveny v režimu vysokého vakua

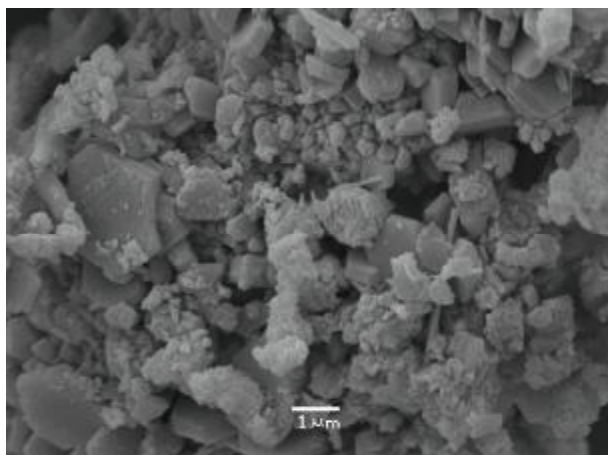
Výsledky – morfologie vápenných kaší II – vápno 1



Obrázek 12. Vápno 1 bez modifikátoru

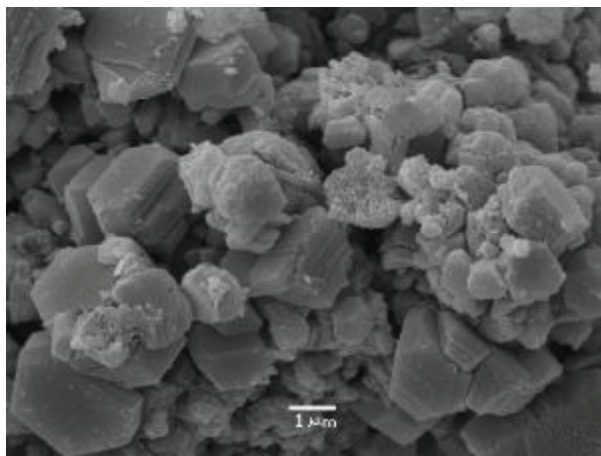


Obrázek 13. Vápno 1 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

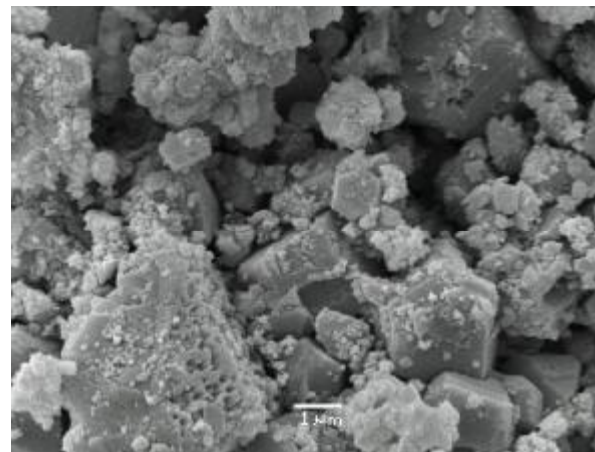


Obrázek 14. Vápno 1 s $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

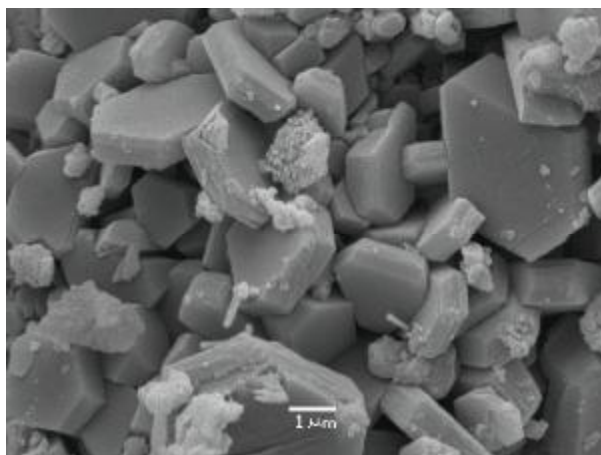
Výsledky – morfologie vápenných kaší III – vápno 2



Obrázek 15. Vápno 2 bez modifikátoru

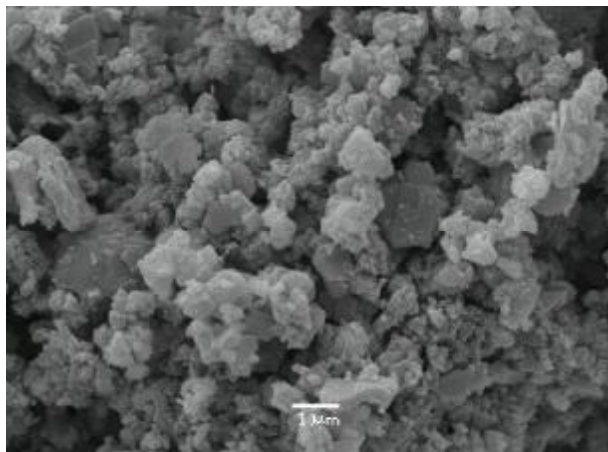


Obrázek 16. Vápno 2 s $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

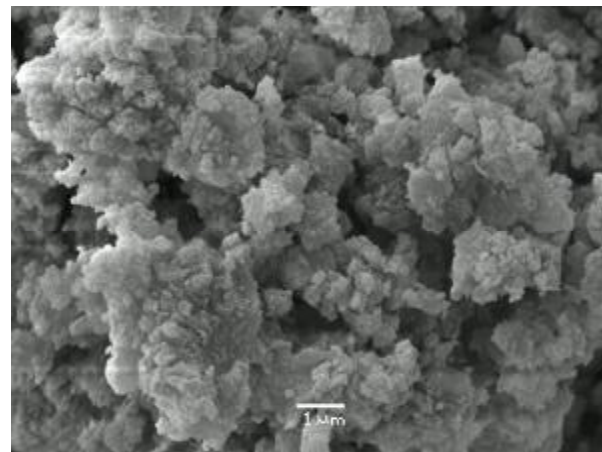


Obrázek 17. Vápno 2 s $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

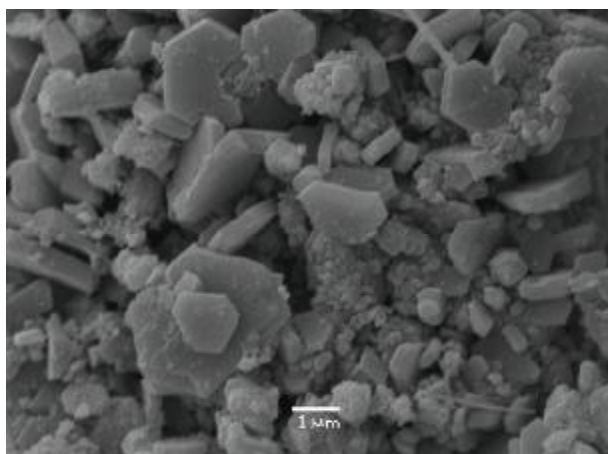
Výsledky – morfologie vápenných kaší IV – vápno 4



Obrázek 18. Vápno 4 bez modifikátoru

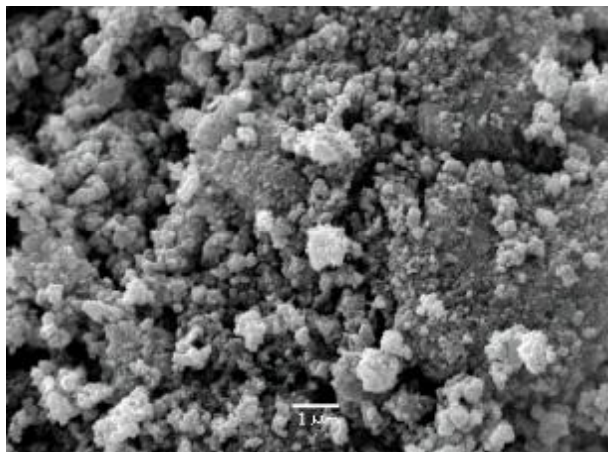


Obrázek 19. Vápno 4 s $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

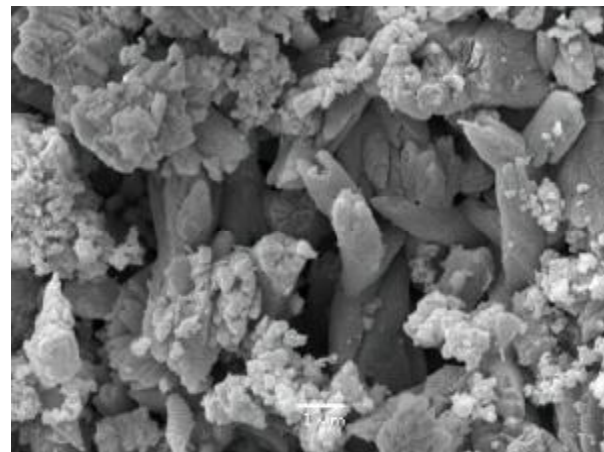


Obrázek 20. Vápno 4 s $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

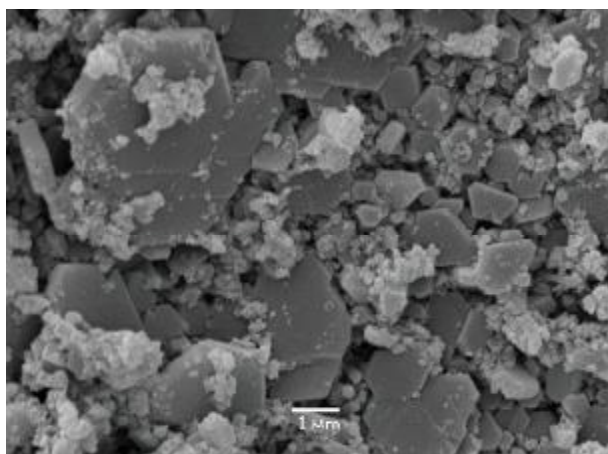
Výsledky – morfologie vápenných kaší V – vápno 8



Obrázek 21. Vápno 8 bez modifikátoru



Obrázek 22. Vápno 8 s $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$



Obrázek 23. Vápno 8 s $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Závěr



- n Vliv nízké koncentrace modifikátoru v hasicí vodě se projevil u všech vzorků použitých vápen.
- n Z hlediska viskozity má jako jediný modifikátor příznivý vliv dodekahydrát fosforečnanu sodného $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, který zvýšil významně hodnoty viskozit všech zkoušených kaší a neprokázal negativní vliv na další sledované vlastnosti kaší.
- n Přídavek síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ způsobil nejradikálnější změny ve vlastnostech kaší, jeho přítomnost měla za následek podstatné snížení reaktivity vápen a viskozity kaší a zvětšení velikosti částic hydroxidu vápenatého.

***Tento příspěvek byl vypracován v rámci řešení projektu
MPO IMPULS č. FI-IM5/027.***

Děkujeme za pozornost.