

FÁZISVÁLTÓ HŐTÁROLÓ ANYAGOK ÉS ALKALMAZÁSUK HULLADÉKHŐ ÉS MEGÚJULÓ HŐENERGIA TÁROLÁSÁRA

Feczko Tivadar

Természettudományi Kutatóközpont

Anyag- és Környezetkémiai Intézet

Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoport

XXIII. KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS IPARBIZTONSÁGI
KONFERENCIA

2023. április 19.



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM

Bevezetés

- Napsugárzás hőenergiája Magyarországon kb. 4 600 MJ/m²/év
- 20 %-os hatásfokot feltételezve egy családi ház éves hőigénye kb. 100 m² felületről begyűjthető
- Hulladékhő: ipari tevékenység
- Felhasználás, visszanyerés nem kellő mértékű
- Energiaigény és -ellátás nincs összhangban
- Idő, tér
- Hosszú távú (szezónális) tárolás:
 átfedi az évszakos változásokat
- Rövid távú tárolás:
 kiküszöböli az átmeneti ingadozásokat



2021-2.1.2-HŐ-2021-00004

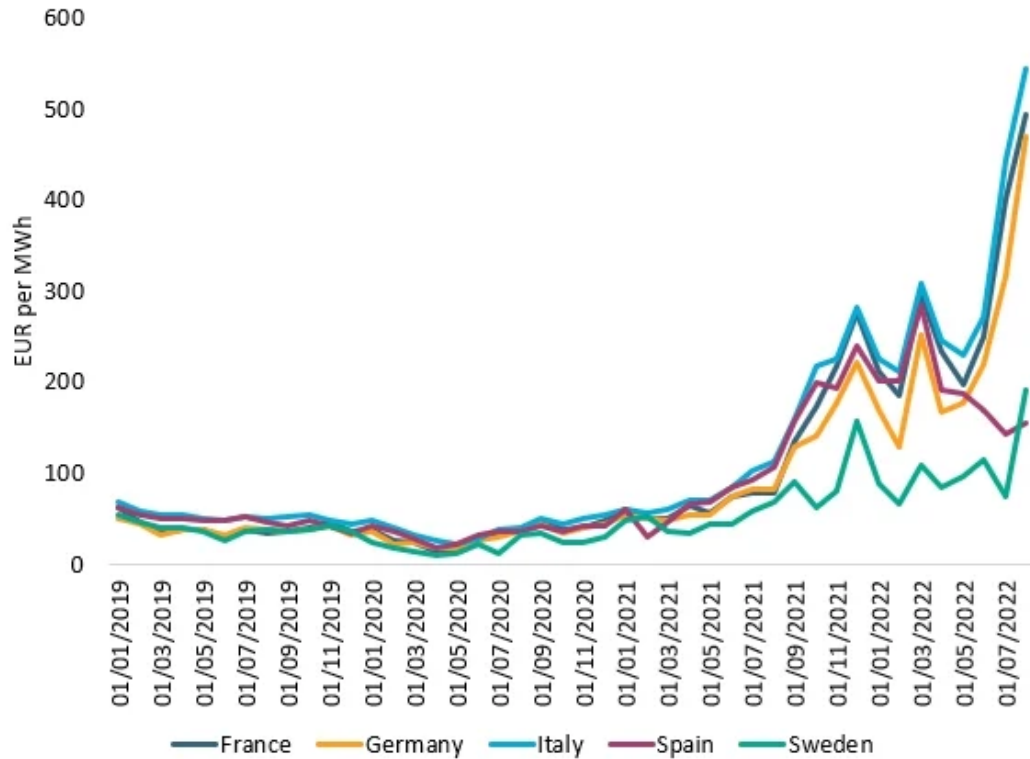
"Hulladékhő tárolására és szállítására alkalmas hőtároló egység kifejlesztése"



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM

Energiaár-robbanás

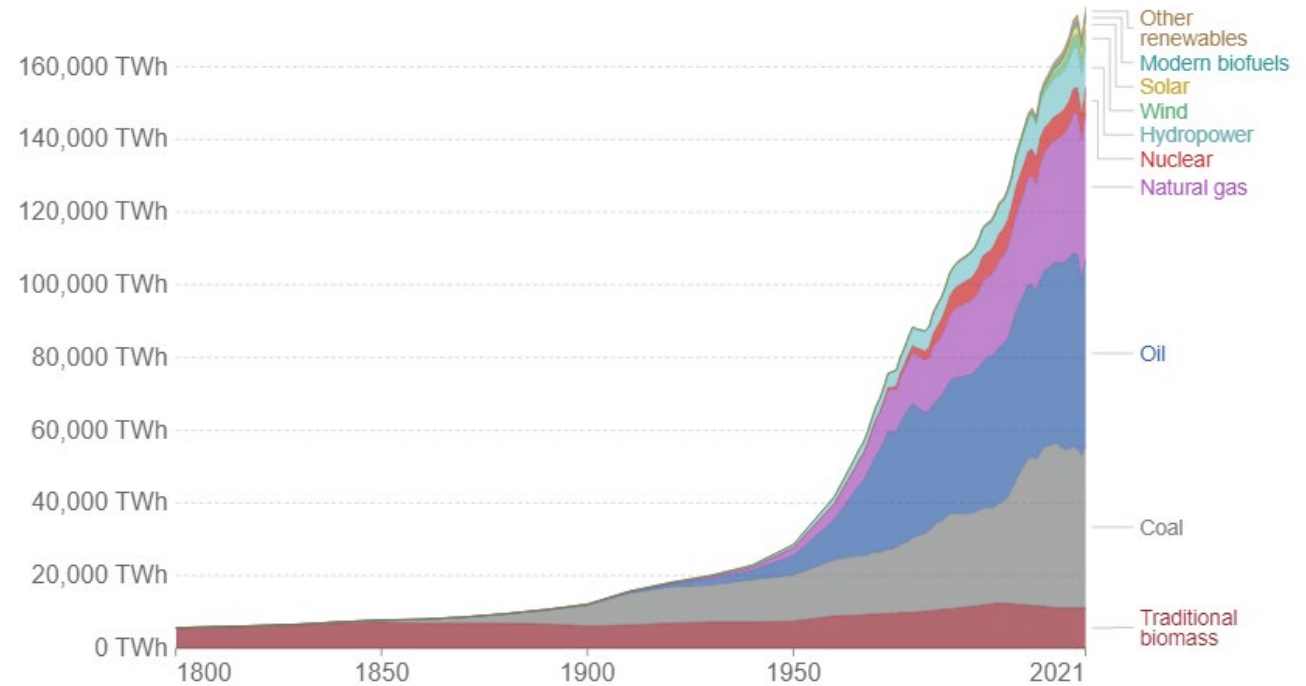
Day-Ahead Price of Electricity in Major European Economies,
January 2019- August 2022



Global primary energy consumption by source

Primary energy is calculated based on the 'substitution method' which takes account of the inefficiencies in fossil fuel production by converting non-fossil energy into the energy inputs required if they had the same conversion losses as fossil fuels.

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

OurWorldInData.org/energy • CC BY

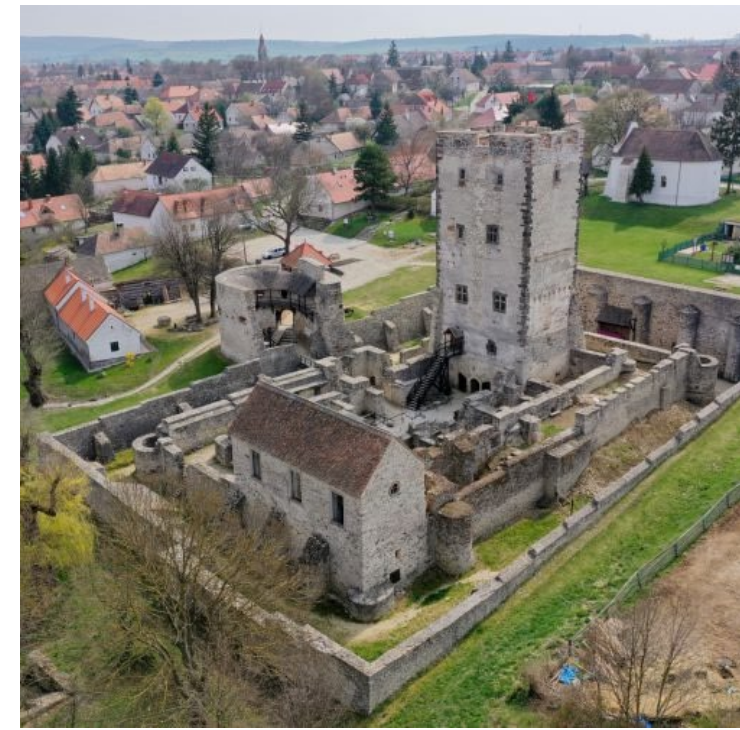
Hőtárolás

Érzékelhető hő tárolása

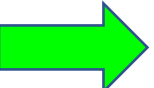
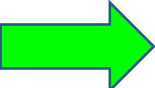


- A hőtartalom változás a hőmérsékletváltozás következménye
- A megengedhető hőmérsékletváltozás tartomány szűk
- Kisebb fajlagos hőkapacitás
- Olcsóbb, mint a látens hőtároló anyagok
- Nagytömegű, szezonális tárolókhöz megfelelőbbek

Látens hő tárolása

- A hőtartalom változás elsősorban fázisváltozás következménye
- Többszörös fajlagos hőkapacitás
- Elvileg nem jár hőmérsékletváltozással
- Drágább anyagok, technikai nehézségek
- Rövidtávú, kisebb tömegű tárolókhöz



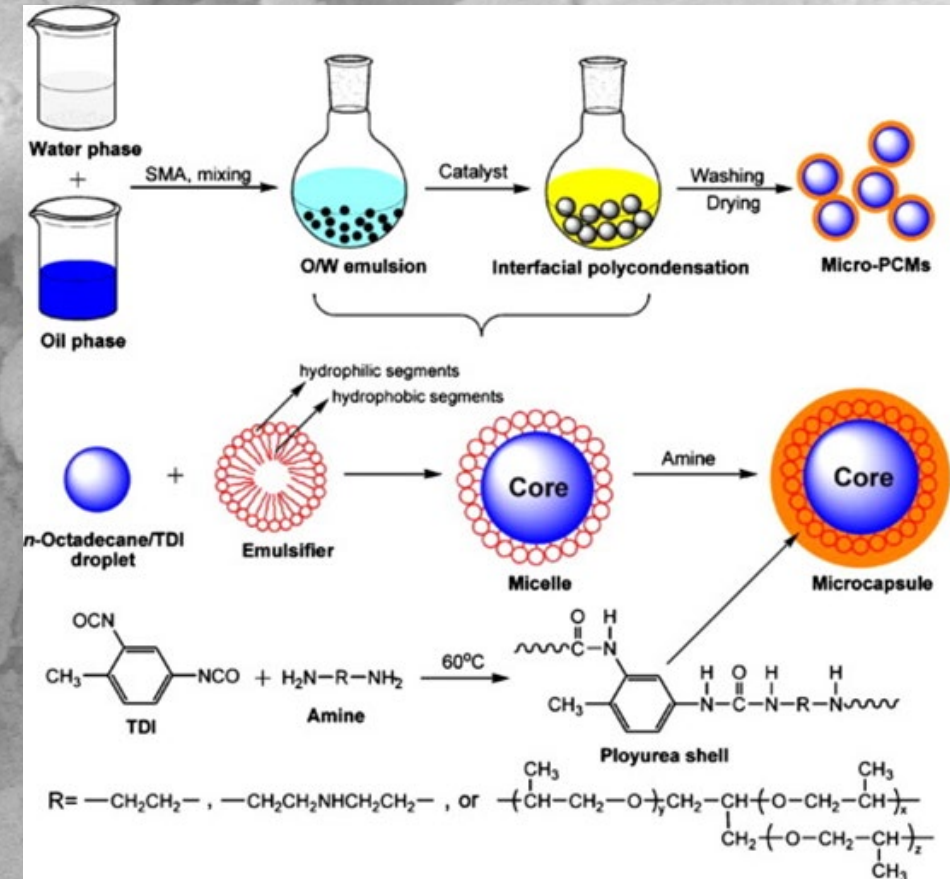
Látens hő tárolása – fázisváltó hőtároló anyagok (PCM)

- Szilárd-folyadék átmenet
- Hőelnyelés  olvadás  folyadék
- Hőkibocsátás  megszilárdulás  szilárd
- Látens hő (olvadáshő/fagyáshő) tárolás/felszabadulás
- Szerves PCM-ek: paraffinok, zsíralkoholok, zsírsavak, zsírsav-észterek (inert, célnak megfelelő olvadáspont)
- Szervetlen PCM-ek: sóhidrátok, eutektikumok

Fajlagos hőkapacitás J/(Kg*K)		Látens hőkapacitás J/kg	
agyag	800		
beton	880		
gipsz	1090		
perlit	378		
homok	600		
bazalt	920		
samott	1000		
tégla	840		
paraffin	2140-2900		200000-220000
nátrium-acetát	1900-2500		289000
víz	4200	334000	

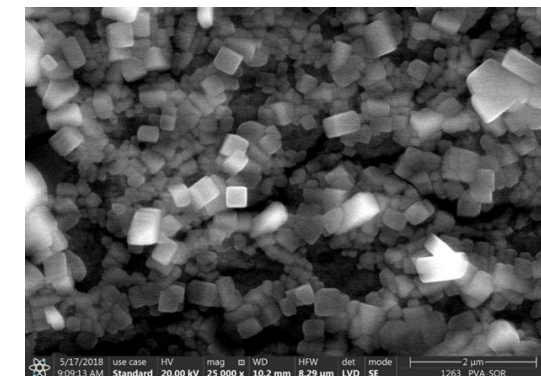
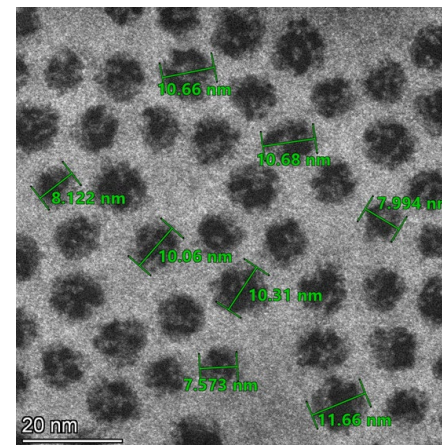
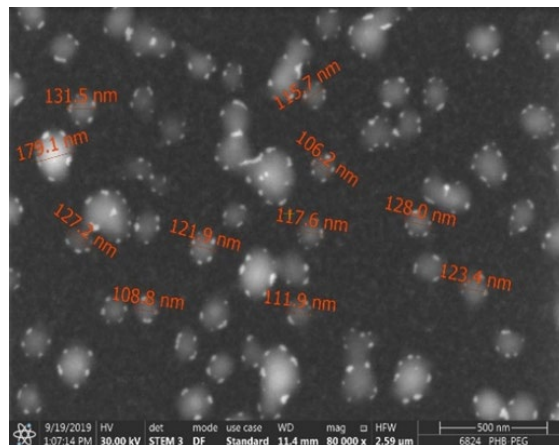
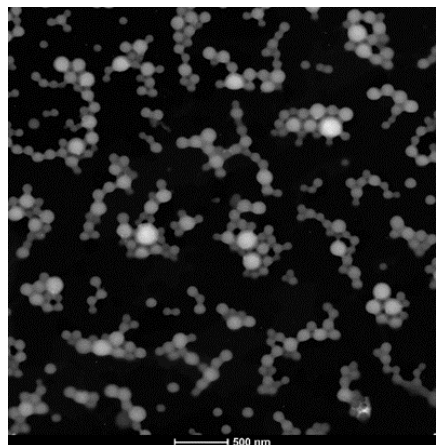
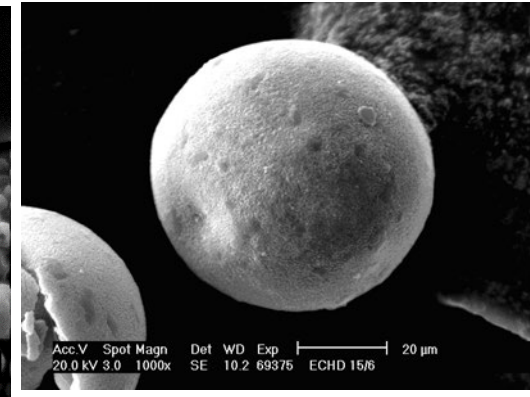
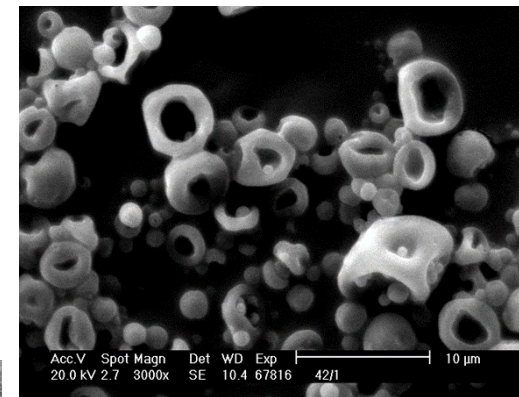
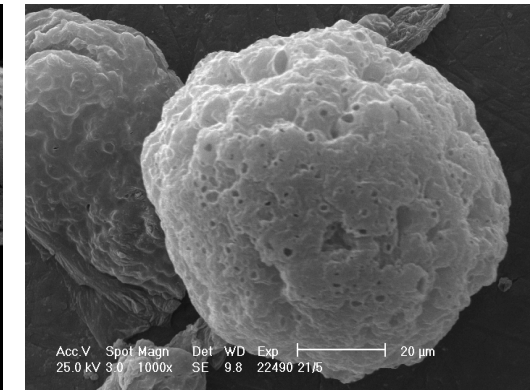
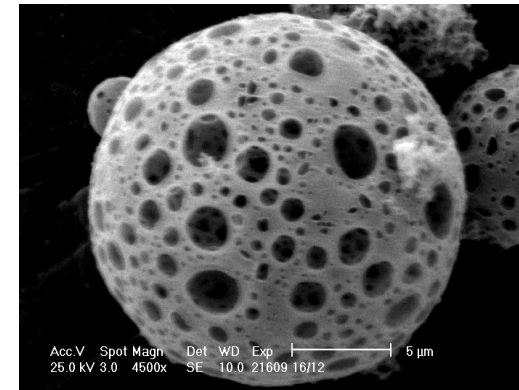
Mikro/makrokapszulázás

- Tömbfázisban a fázisváltás lassú (rossz hővezetés és kis fajlagos felület)
- Mikro/makrokapszulákkal a fajlagos hőátadás növelése
- A térfogatváltozás problémája kiküszöbölhető
- Szemcsézett hőtároló anyag elhatárolása a közegtől
- Éghetőség csökkenthető: tűzálló adalékok, PCM zagy



Mikrokapszulázás a Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoportban

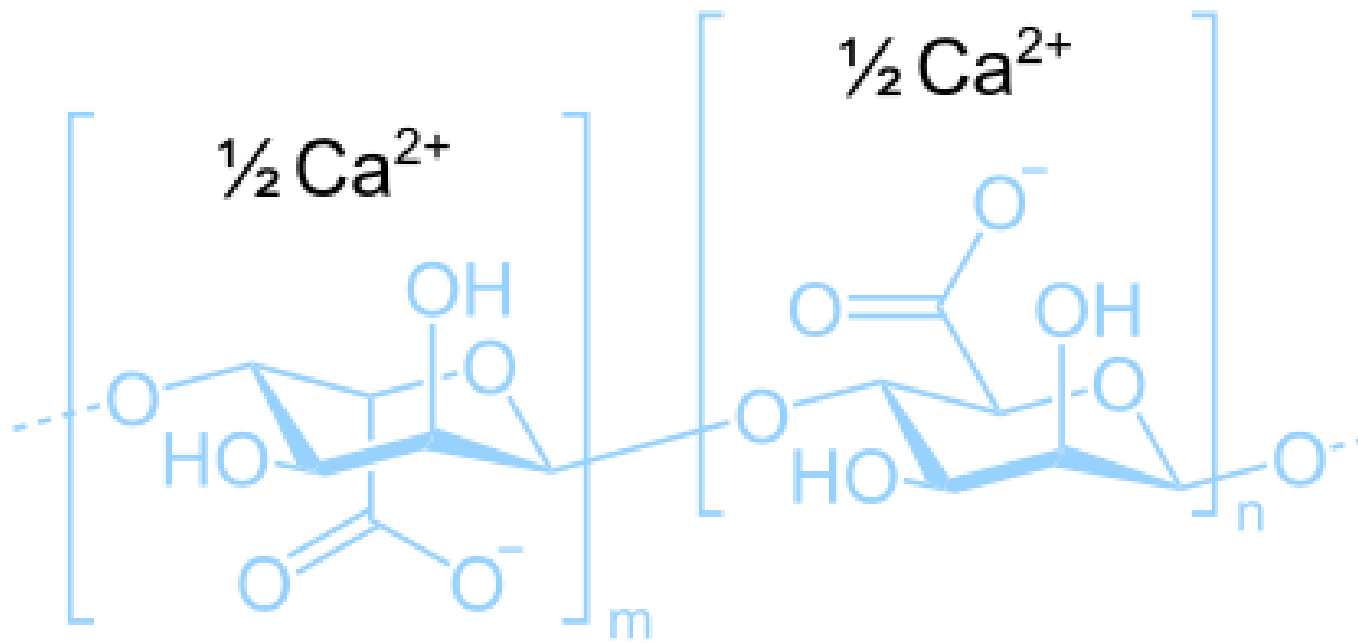
- Gyógyszerhordozó nano- és mikrorészecskék: szabályozott, célzott hatóanyagleadás
- Fotokróm festékek mikrokapszulázása: tér a szerkezetváltáshoz
- Enzimek rögzítése: visszanyerhetőség, működési tartomány szélesítése
- Illatanyagok, illóolajok, aromaanyagok lassú felszabadítása
- Hagyományos részecsketechnológia



Projektek

- I. Biológiai eredetű, Ca-alginát-zsírsav/zsírsav-észter/zsíralkohol mag-héj szerkezetű mikrokapszulák (~2 mm), csomagolóanyagban (élelmiszer, gyógyszer)
- II. Poli(metil-metakrilát)-paraffin/zsírsav-észter/zsíralkohol mag-héj mikrokapszulák (1-10 μm) és tömbfázisú fázisváltó hőtároló anyagok az épületekben
- III. Modellházak
- IV. Hulladékhő/geotermikus energia hasznosítása: hőenergiatárolás tömbtárolóban vagy makrokapszulás tárolóban

I. Ca-alginát-zsírsav/zsírsav észter/zsíralkohol biológiai eredetű mikrokapszulák



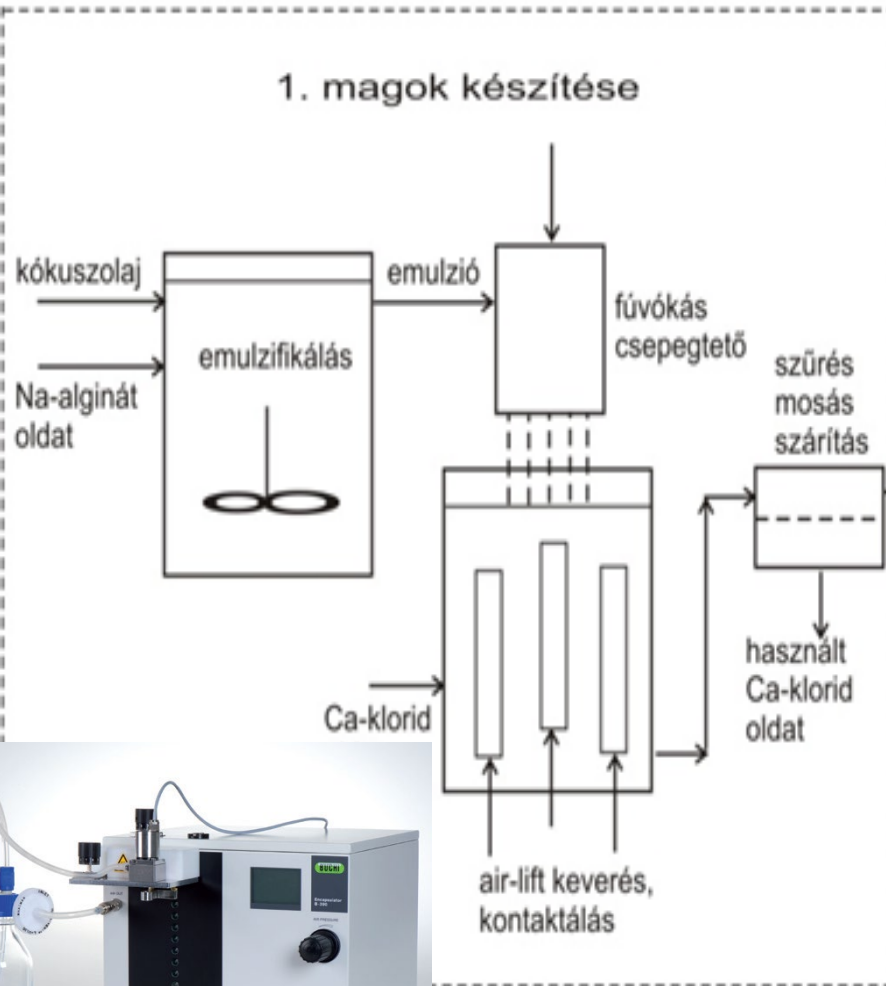
Ca-alginát



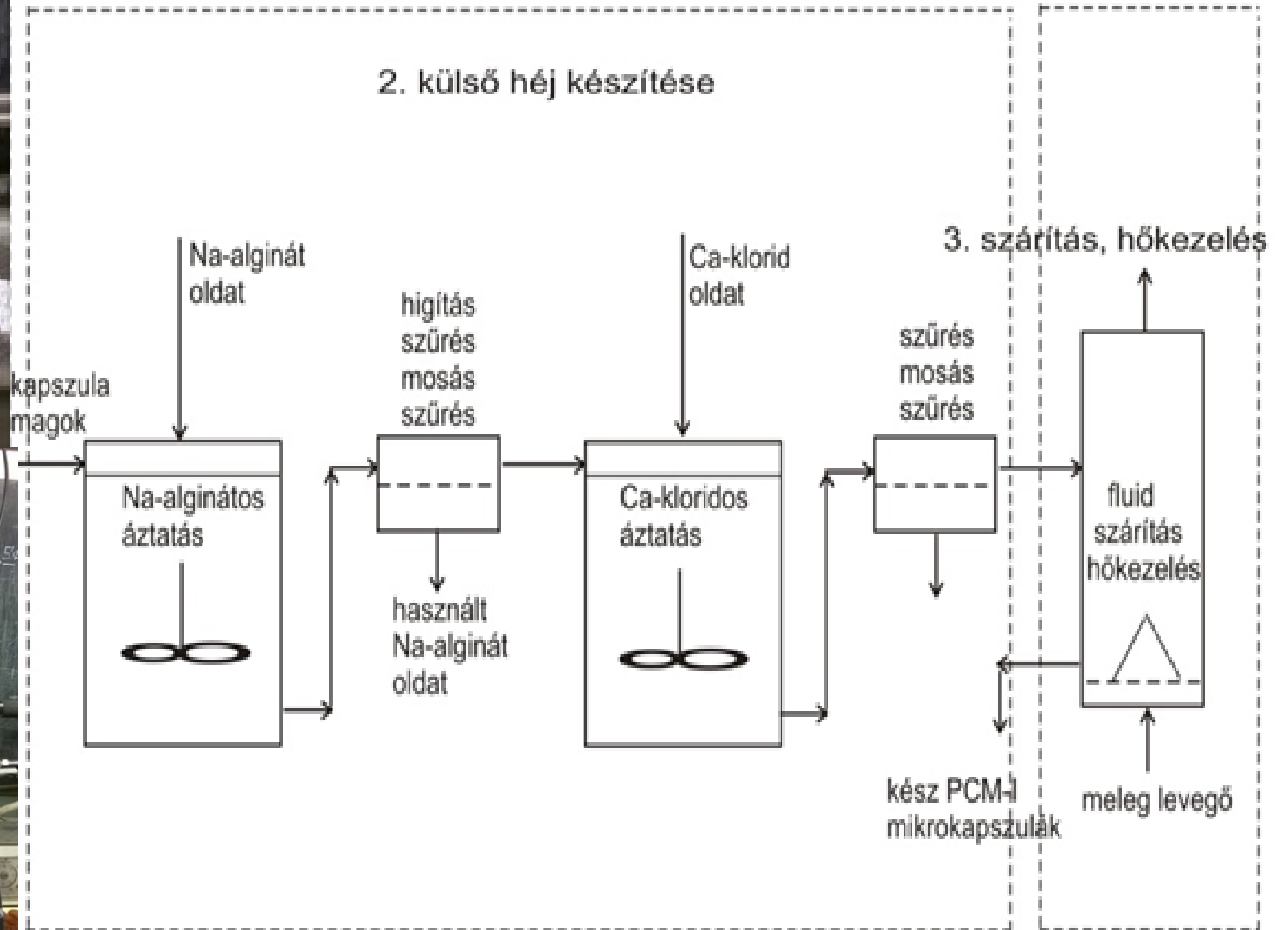
Crodatherm 6.5: oktil-laurát (olvadáspont: 6,5 °C)

Feczkó T., Fodorné Kardos A., Gyenis J., Németh B.L., Szemesné Németh Á., Tóth J.: Kongruens fázisváltást biztosító hőtároló mikrokapszulák, eljárás előállításukra és alkalmazásuk.. P1400593, 2018.

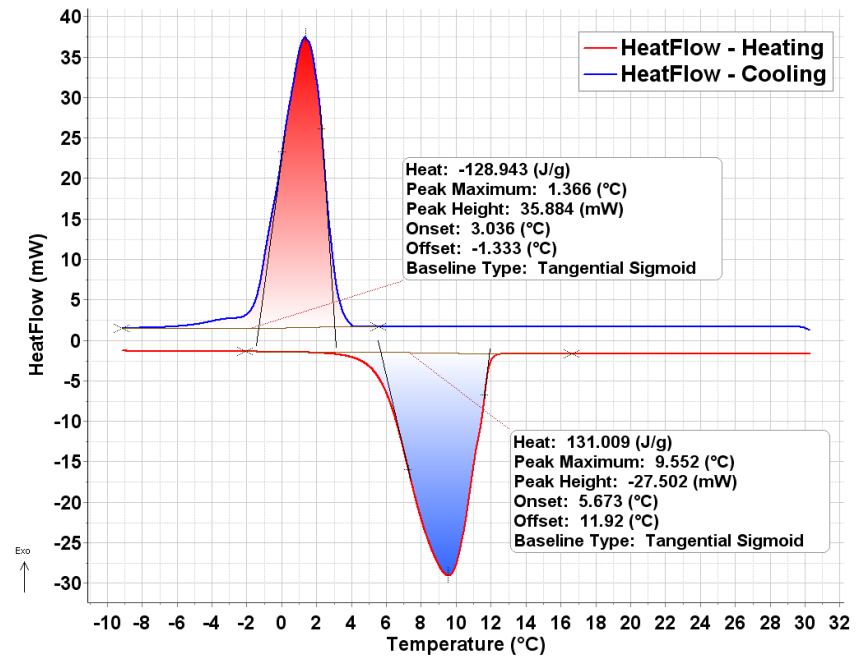
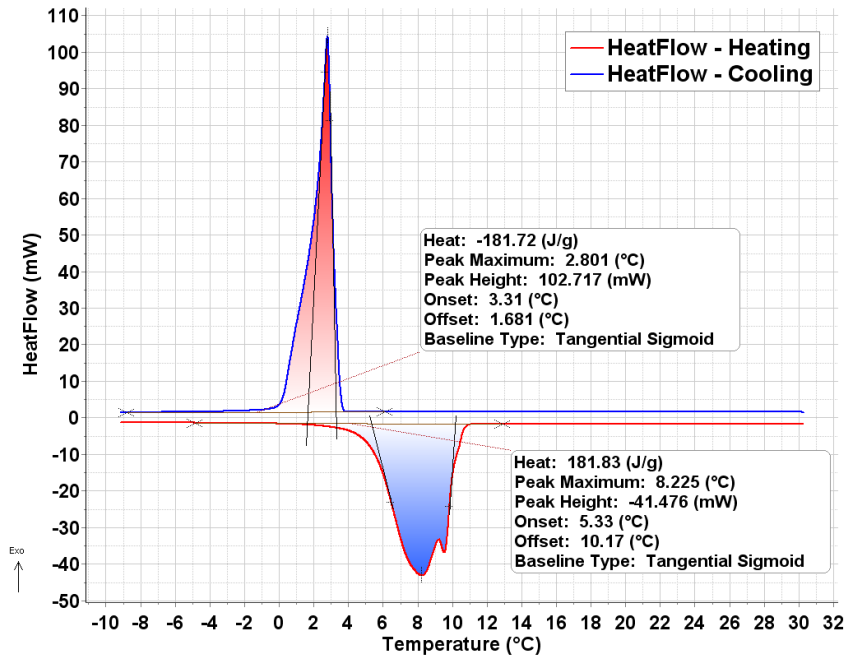
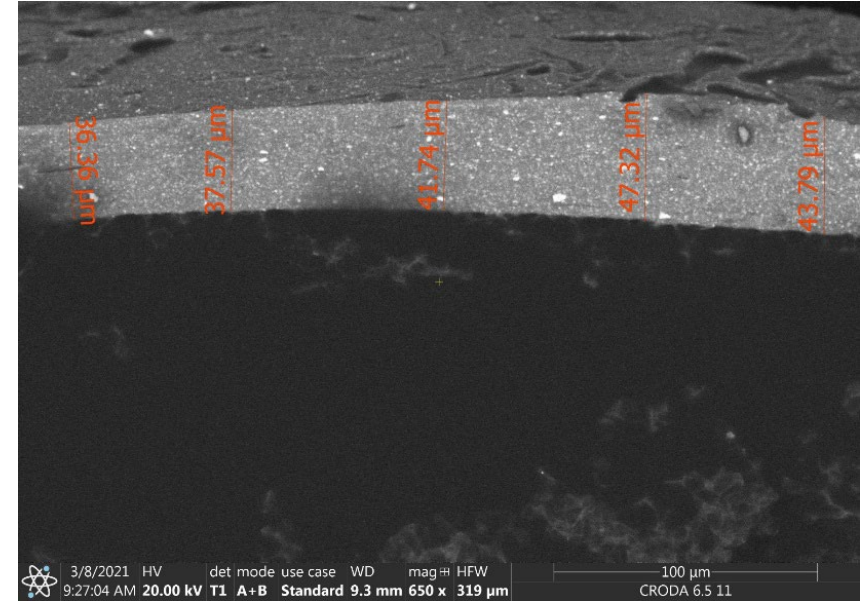
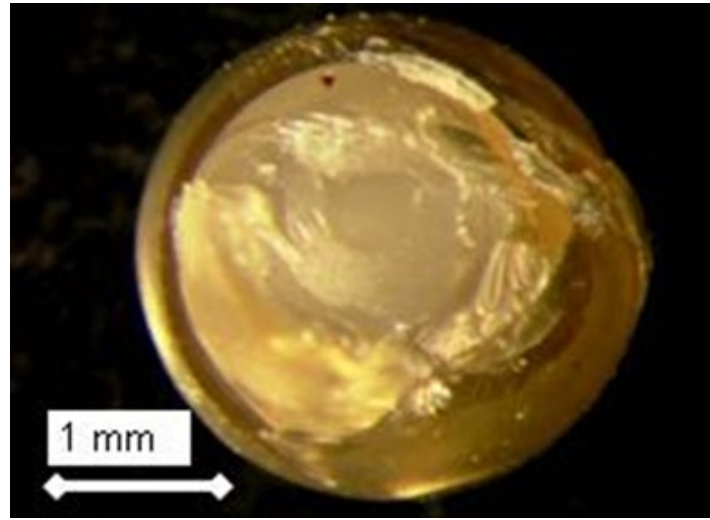
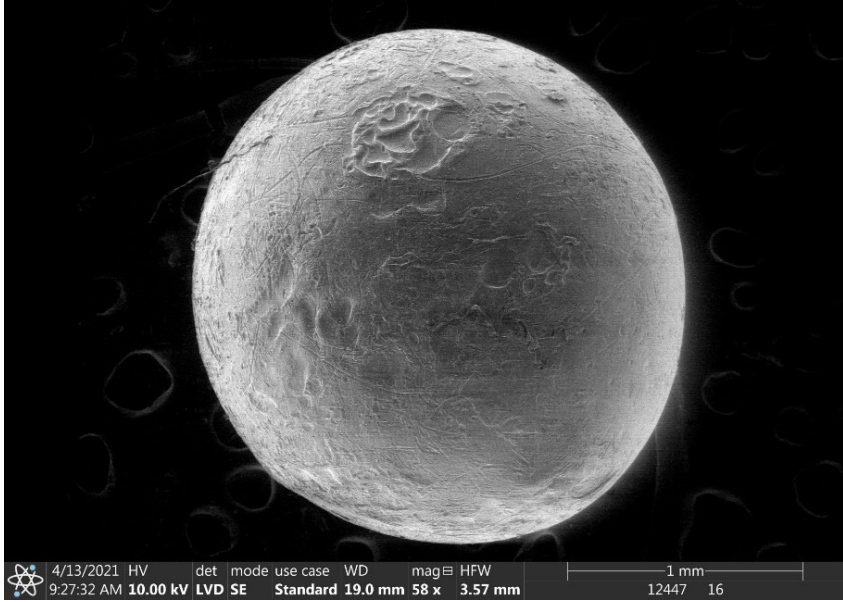
Ca-alginát-PCM mag-héj mikrokapszulák előállítása pilot méretben



Ca-alginát-PCM mag-héj mikrokapszulák előállítása pilot méretben



Ca-alginát-oktil-laurát (-Ag nanorészecske) fázisváltó hőtároló mikrokapszulák



Ca-alginát-zsírsav/zsírsav észter/zsíralkohol hőtároló mikrokapszulák hőszigetelő habba integrálása

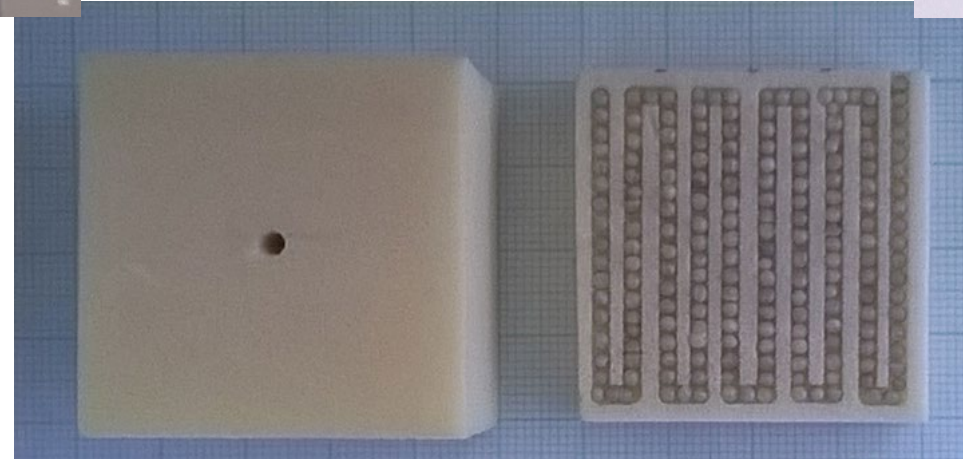
Ca-alginát-kókuszolaj/
oktil-laurát mikrokapszulák



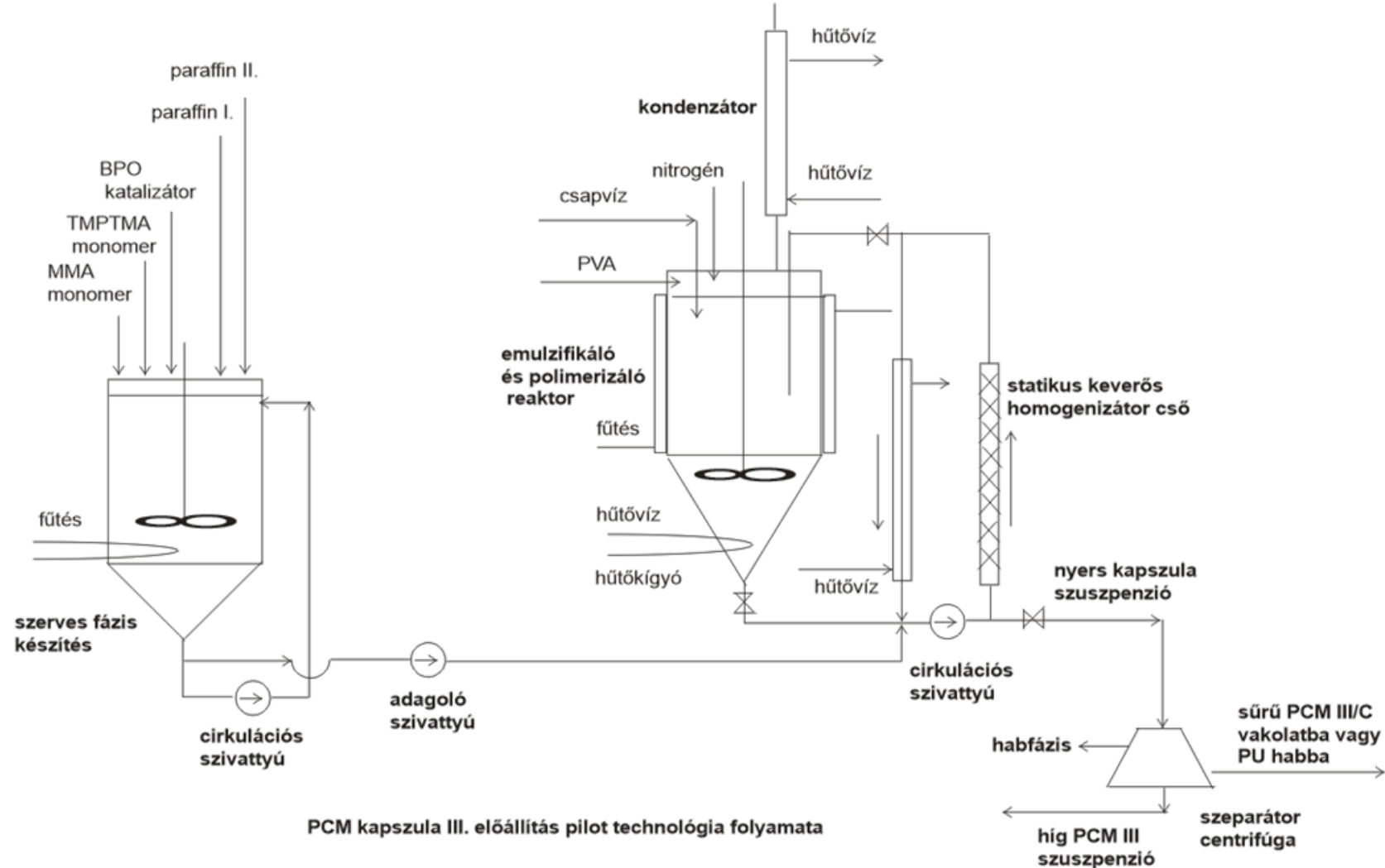
Ca-alginát-Ag-kókuszolaj/oktil-laurát
mikrokapszulák



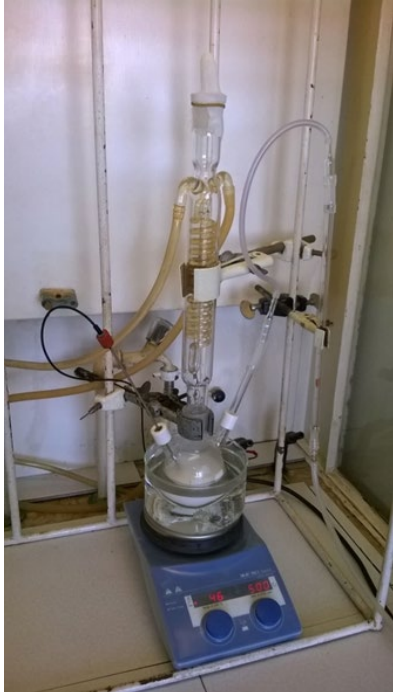
Antibakteriális
Fungicid



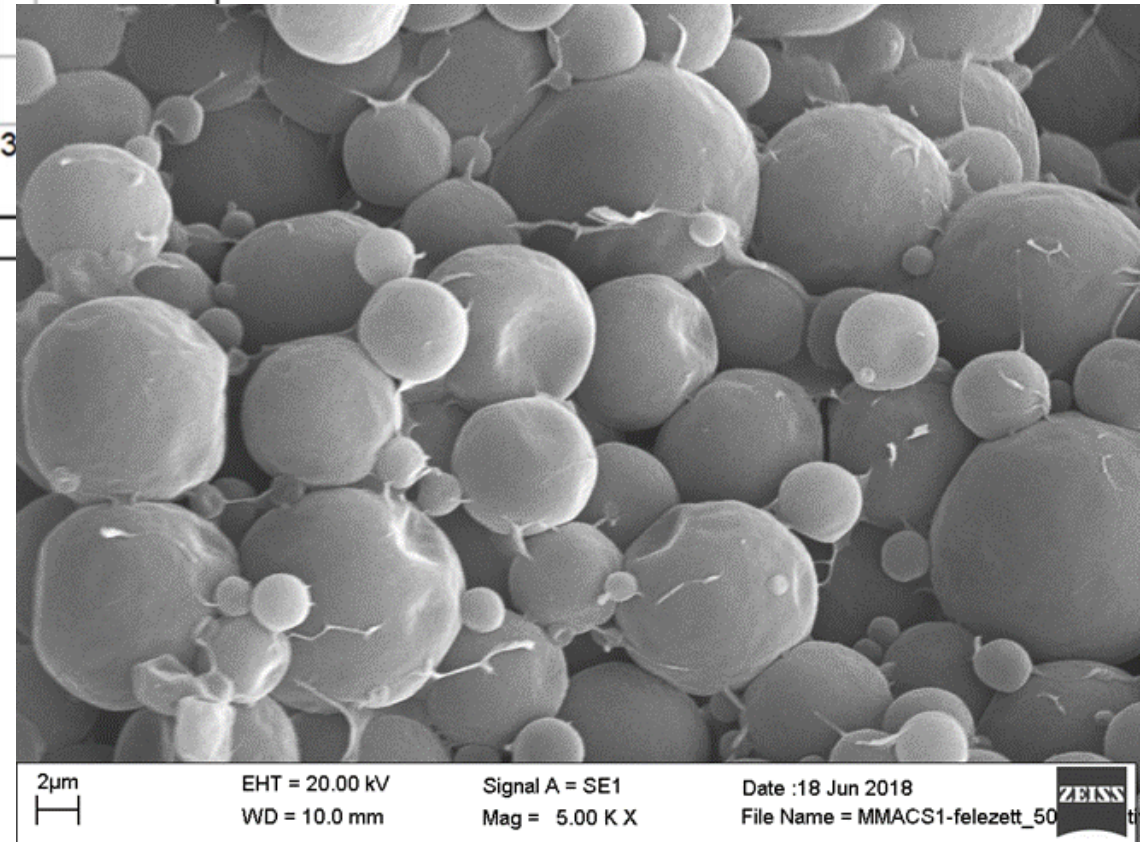
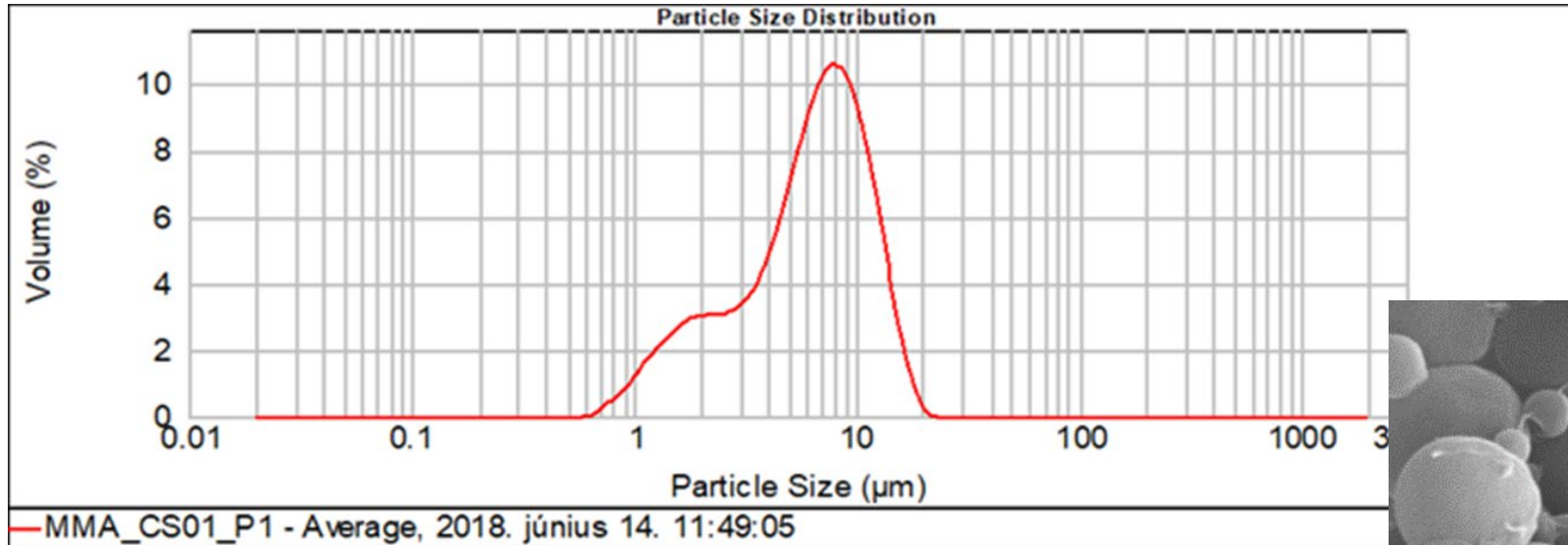
II. Poli(metil-metakrilát)-paraffin/zsírsav-észter/zsíralkohol mikrokapszulák polimerizációs előállítása



Poli(metil-metakrilát)-paraffin/zsírsav-észter/zsíralkohol mikrokapszulák polimerizációs előállítása - léptéknövelés

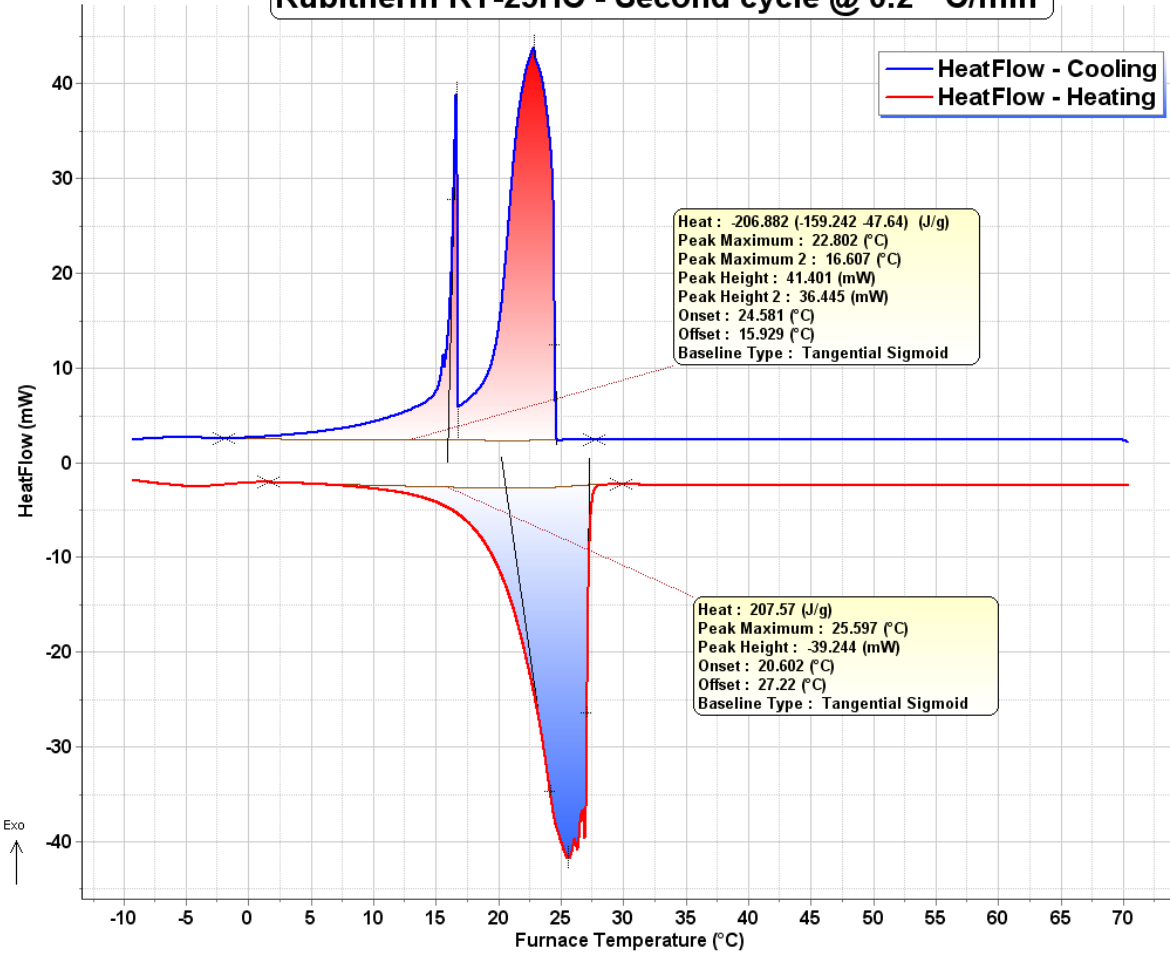


Poli(metil-metakrilát)-paraffin/zsírsav észter/zsíralkohol mikrokapszulák részecskemérete és morfológiája

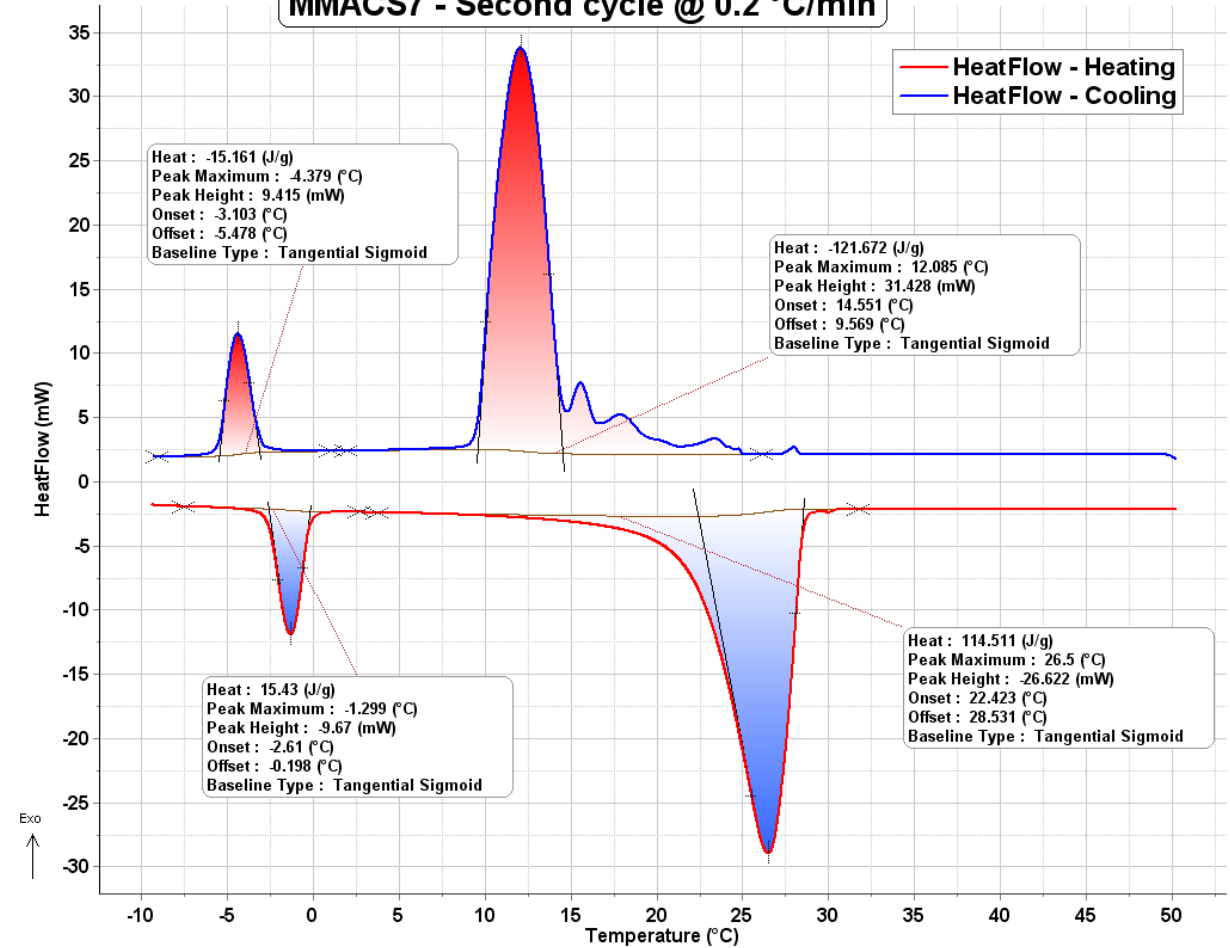


Rubitherm RT-25HC és poli(metil-metakrilát)-paraffin mikrokapszulák DSC termogramjai

Rubitherm RT-25HC - Second cycle @ 0.2 °C/min

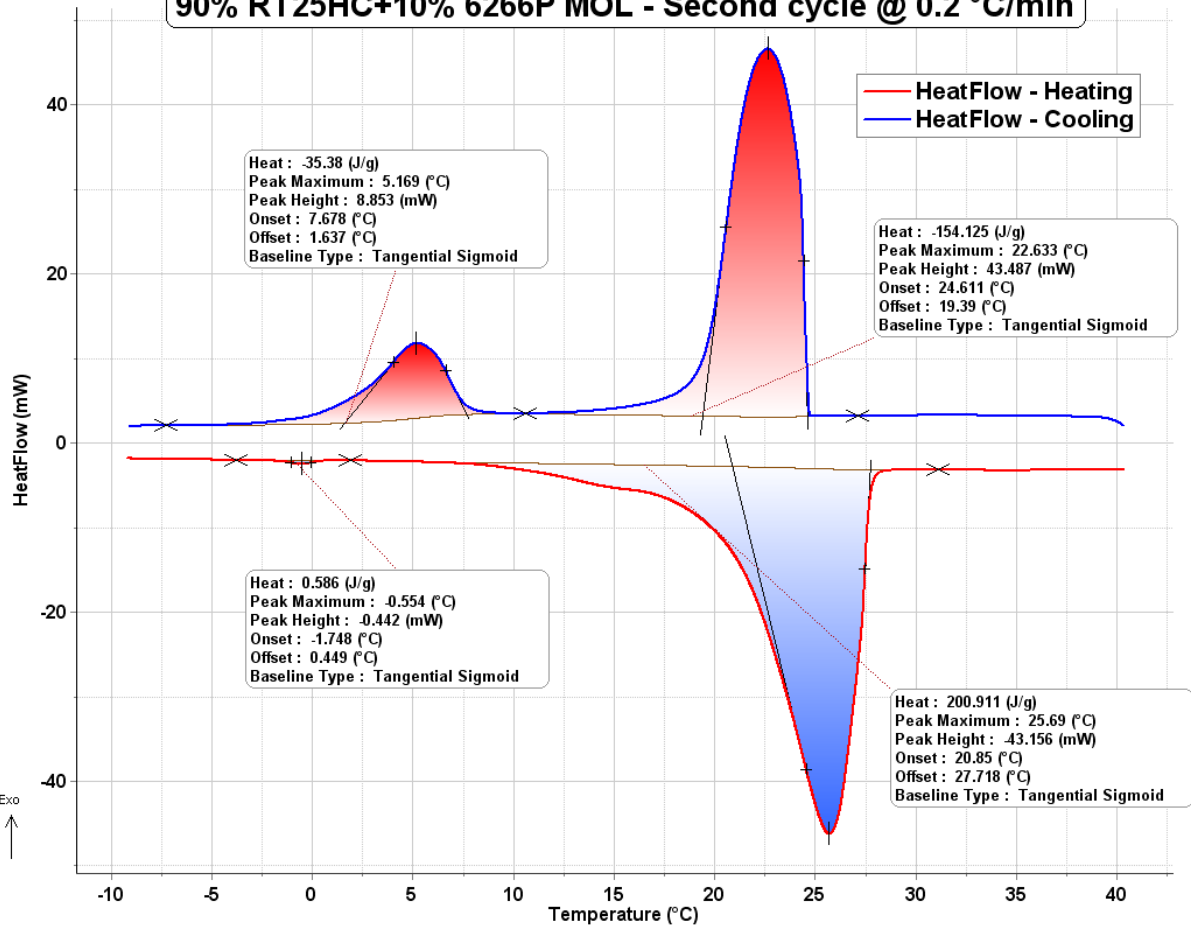


MMACS7 - Second cycle @ 0.2 °C/min

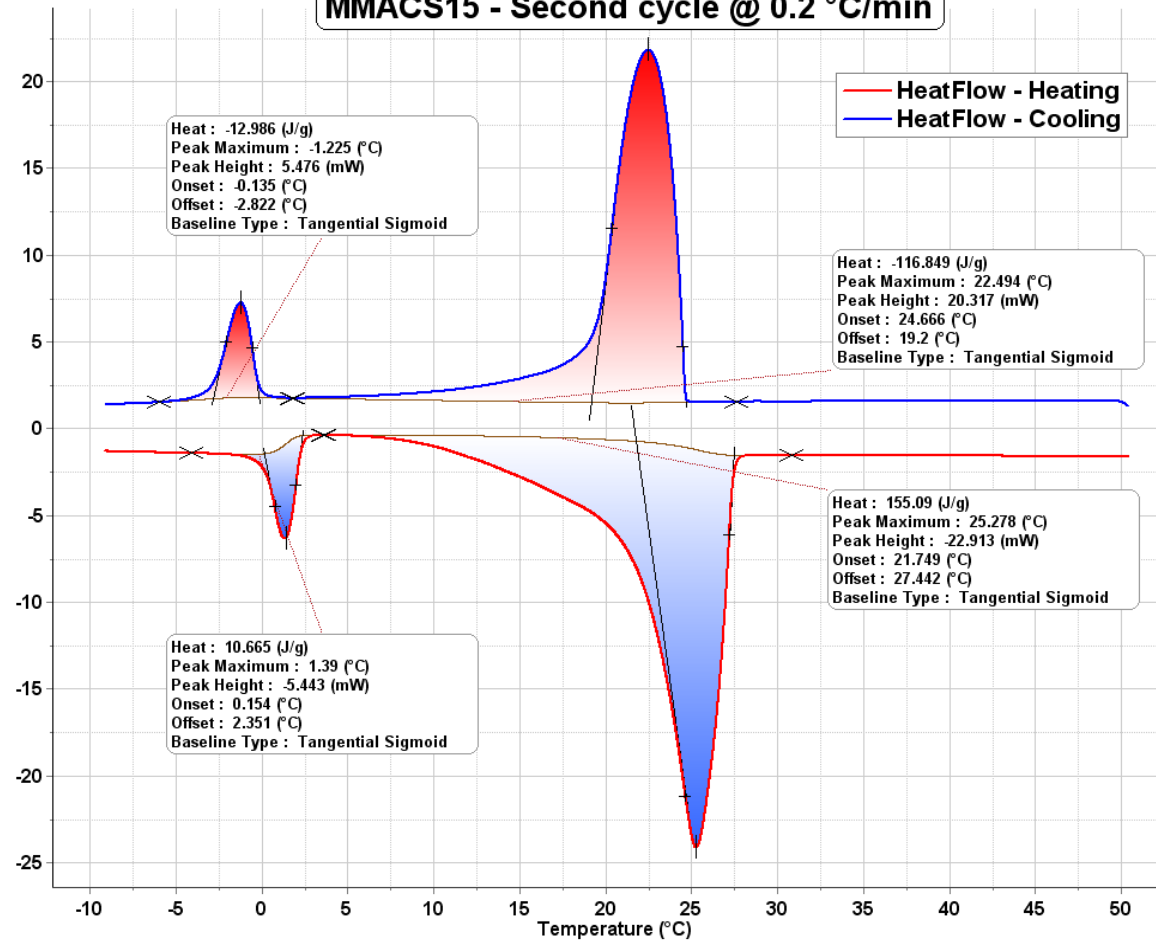


Rubitherm RT-25HC+6266 paraffin és poli(metil-metakrilát)-paraffin mikrokapszulák DSC termogramjai

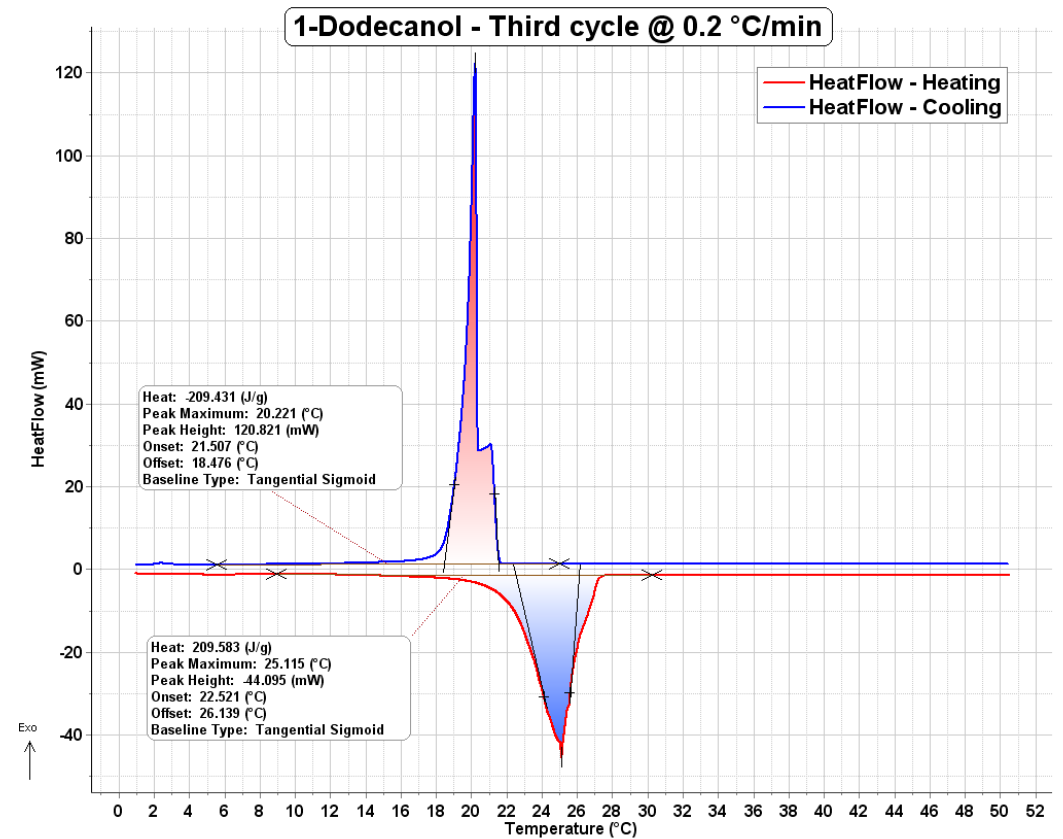
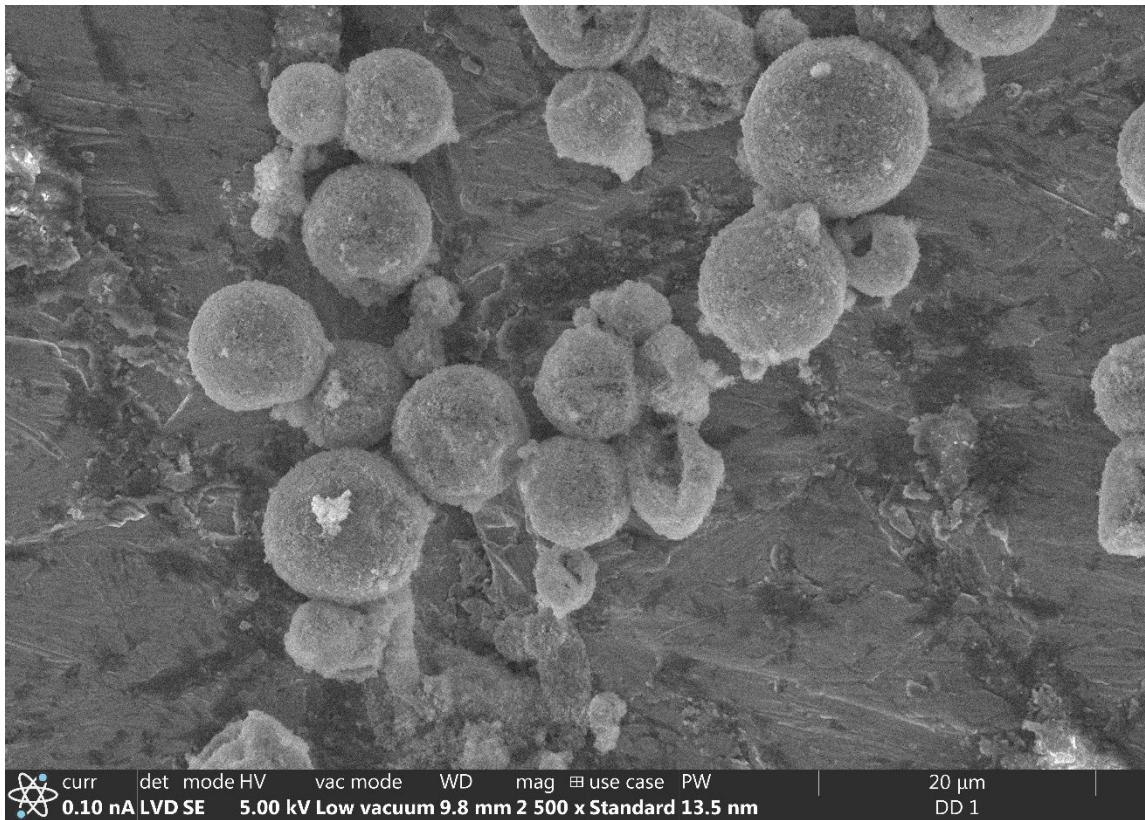
90% RT25HC+10% 6266P MOL - Second cycle @ 0.2 °C/min



MMACS15 - Second cycle @ 0.2 °C/min



Poli(metil-metakrilát)-zsíralkohol hőtároló mikrokapszulák

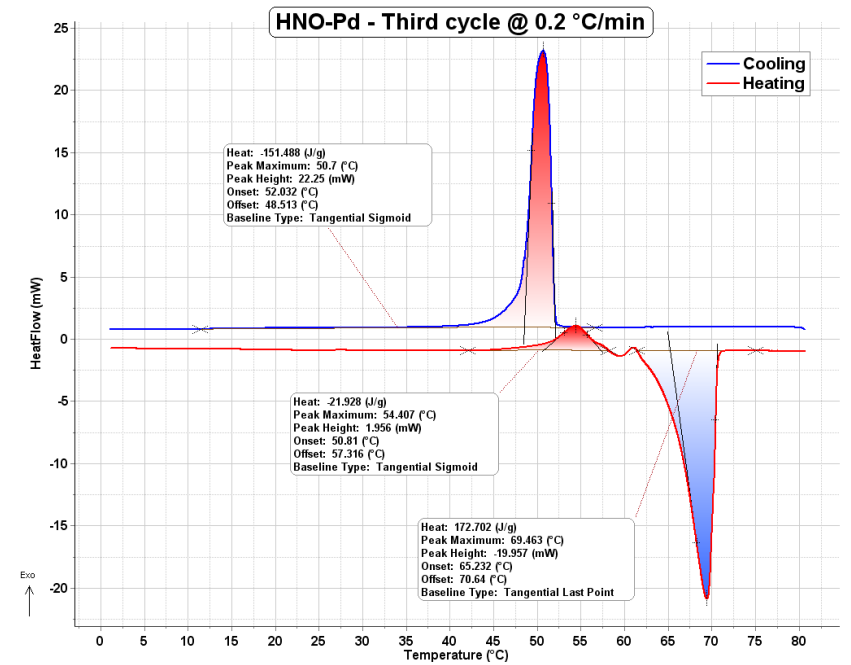
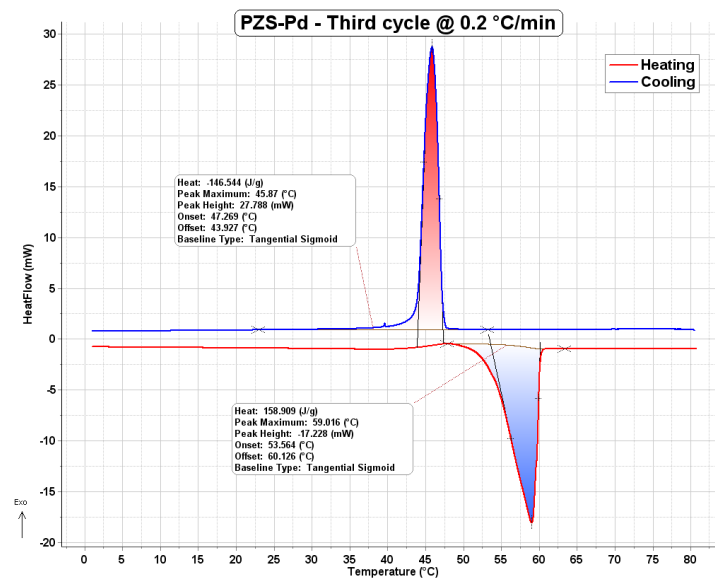
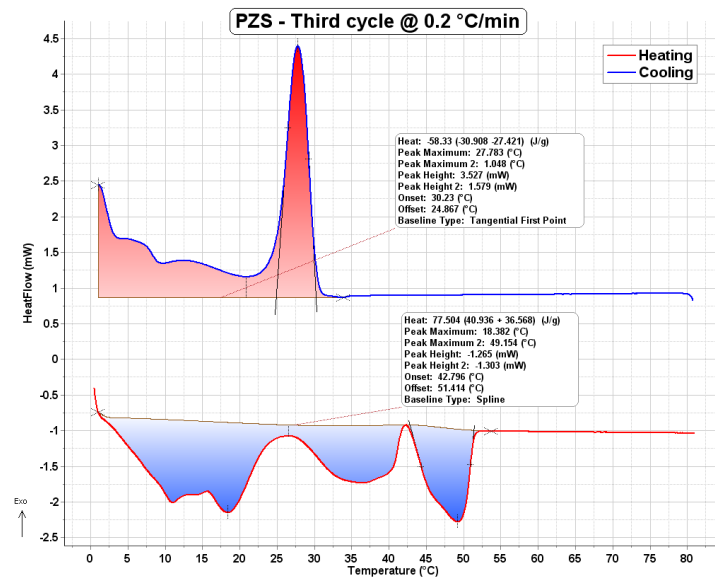


Zsír-sav-észter fázisváltó hőtároló anyag előállítása

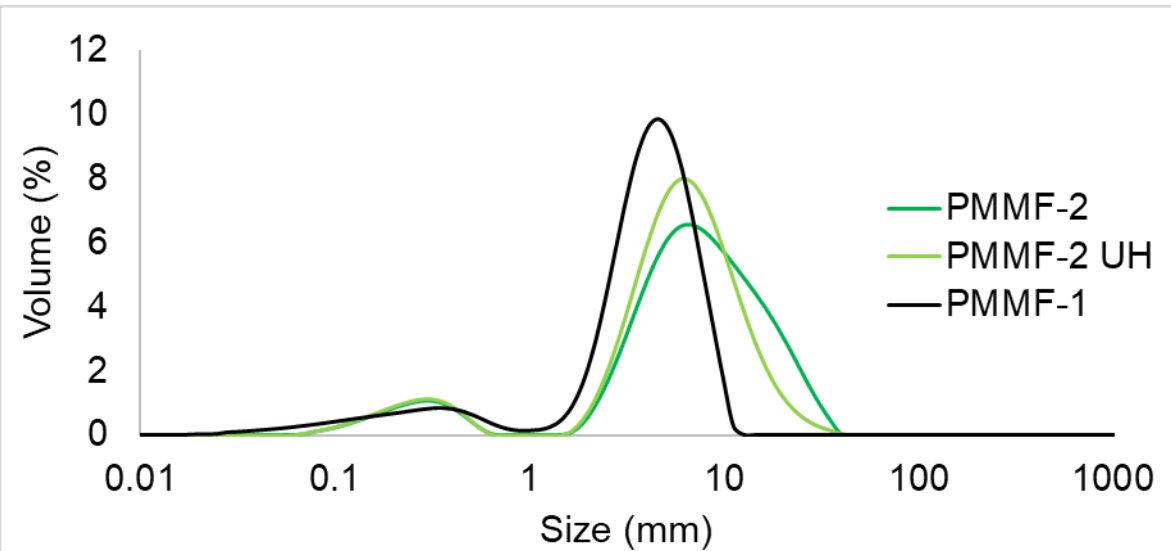
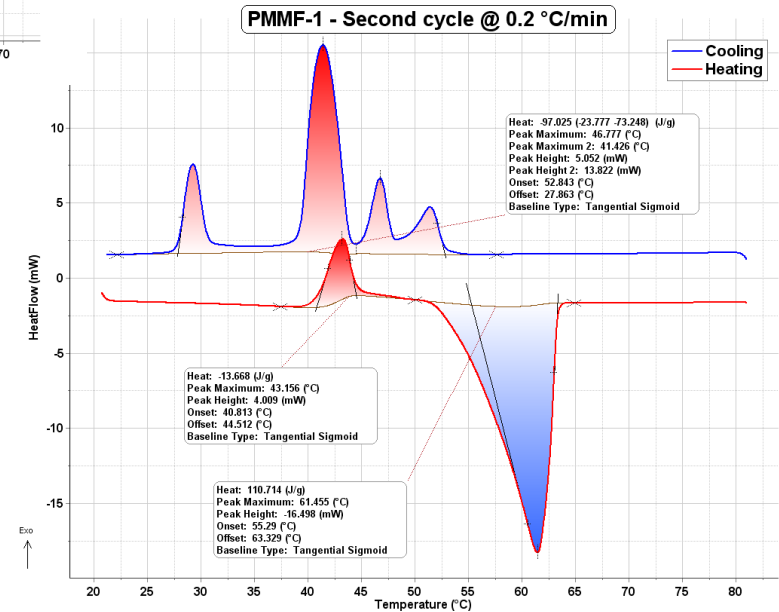
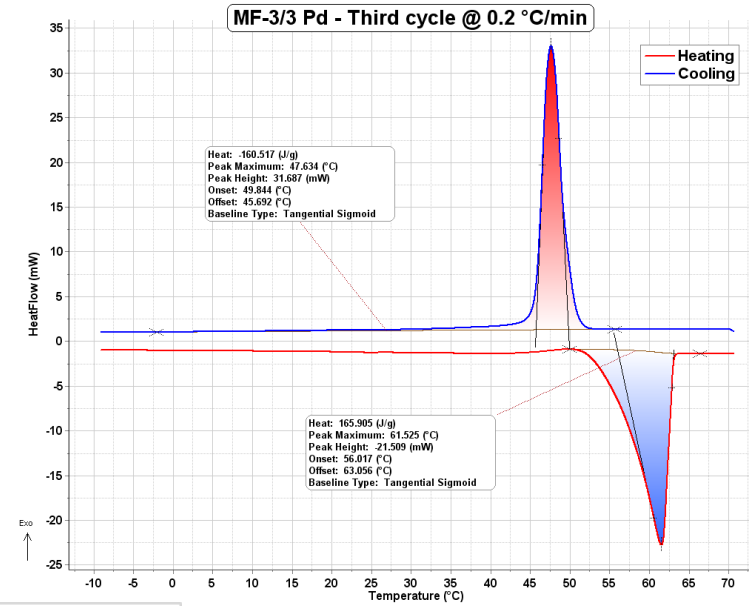
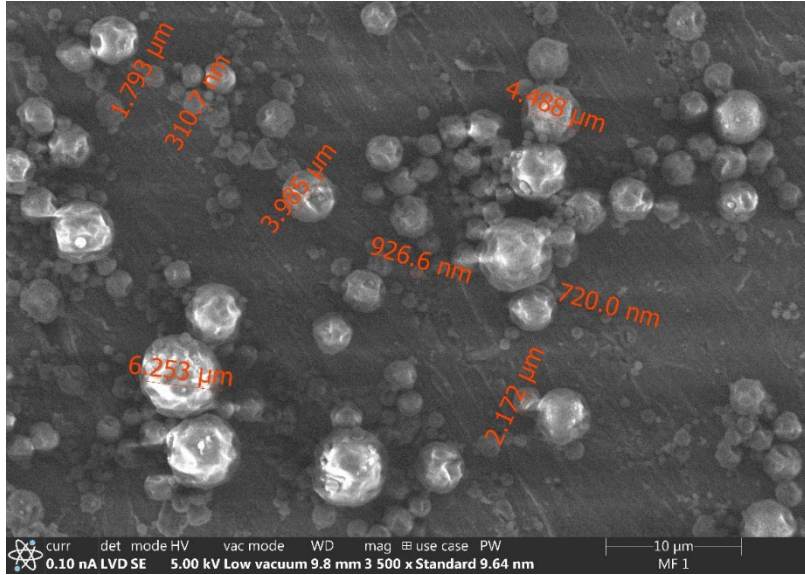
- Használt növényi olajok
- Trigliceridek hidrogénezése: telítetlen zsírsavak (palmitolajsav, olajsav, linolsav, linolénsav, stb.) telített zsírsavakká (palmitinsav, sztearinsav, stb.) alakítása



Használt növényi olajok hidrogénezése

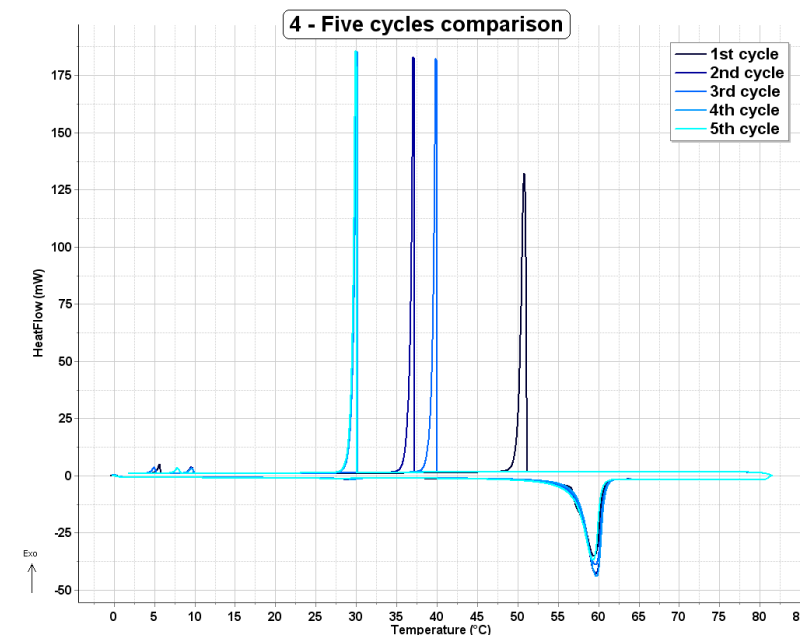
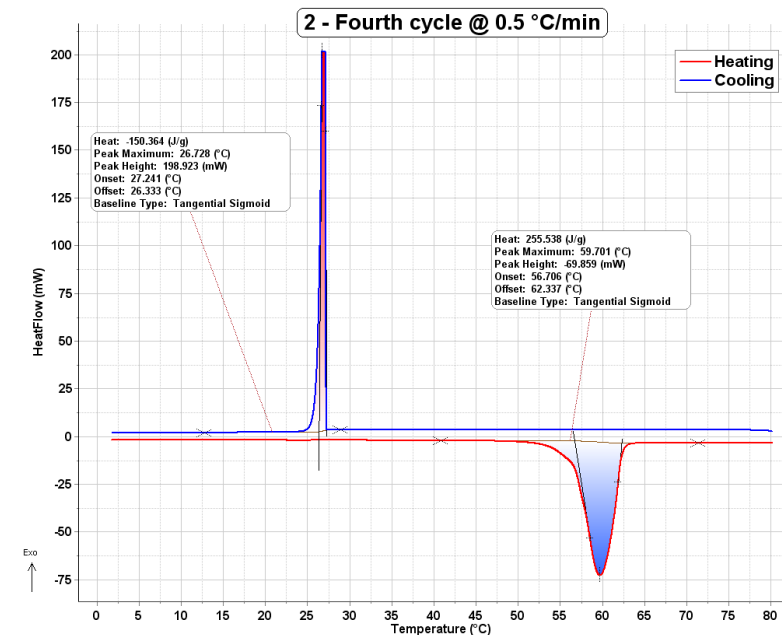


Poli(metil-metakrilát)-zsírsav észter hőtároló mikrokapszulák



Szervetlen fázisváltó hőtároló anyagok

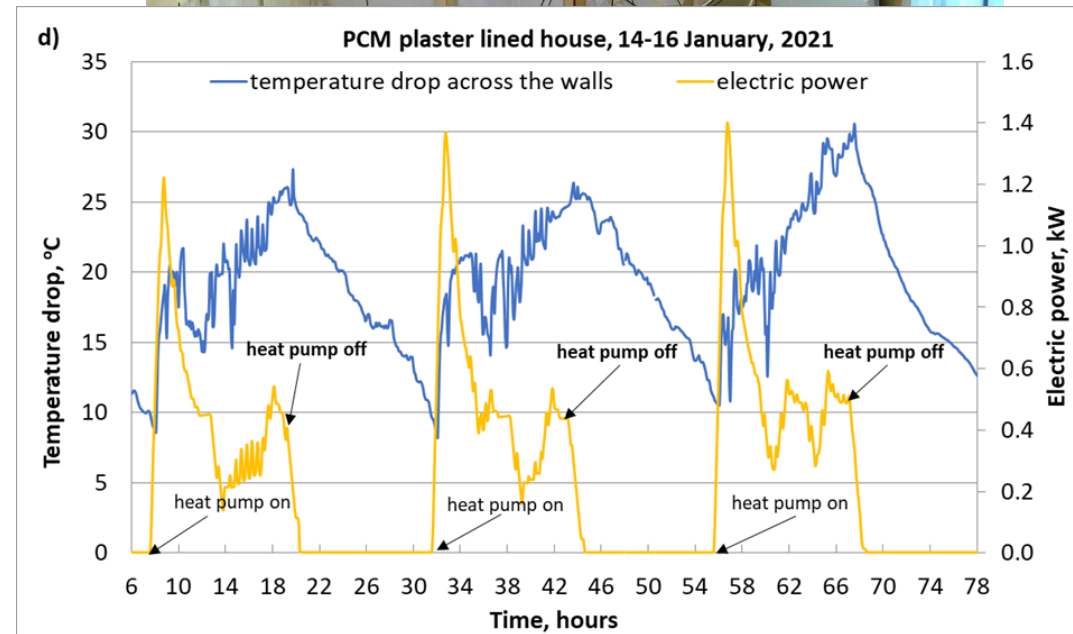
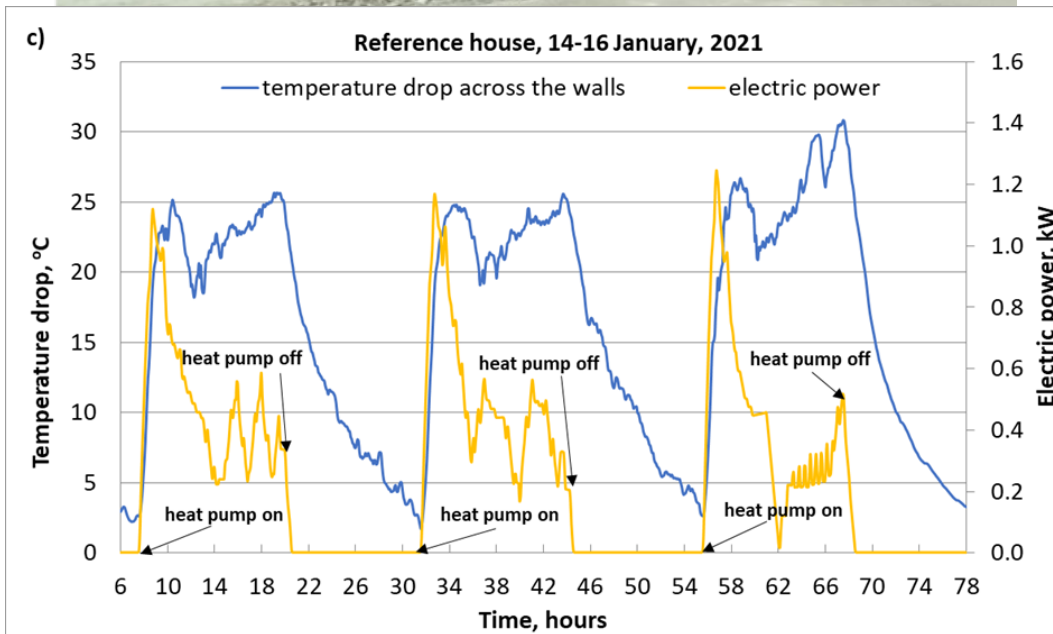
	Na-acetát x 3H ₂ O	Karbamid	Dinátrium- hidrogén- foszfát x 12H ₂ O	Karboxi-metil- cellulóz	Aerosil 200 hidrofil szilika
	Összetevők, tömeg %				
1	97.5		2	0.5	
2	91.4		5.7	2.9	
3	98				2
4	98		2		
5	99.5			0.5	
6	60	40			
7	58.2	38.8	3		
8	57	38.2	3.9	2.1	



Vakolatba integrálás

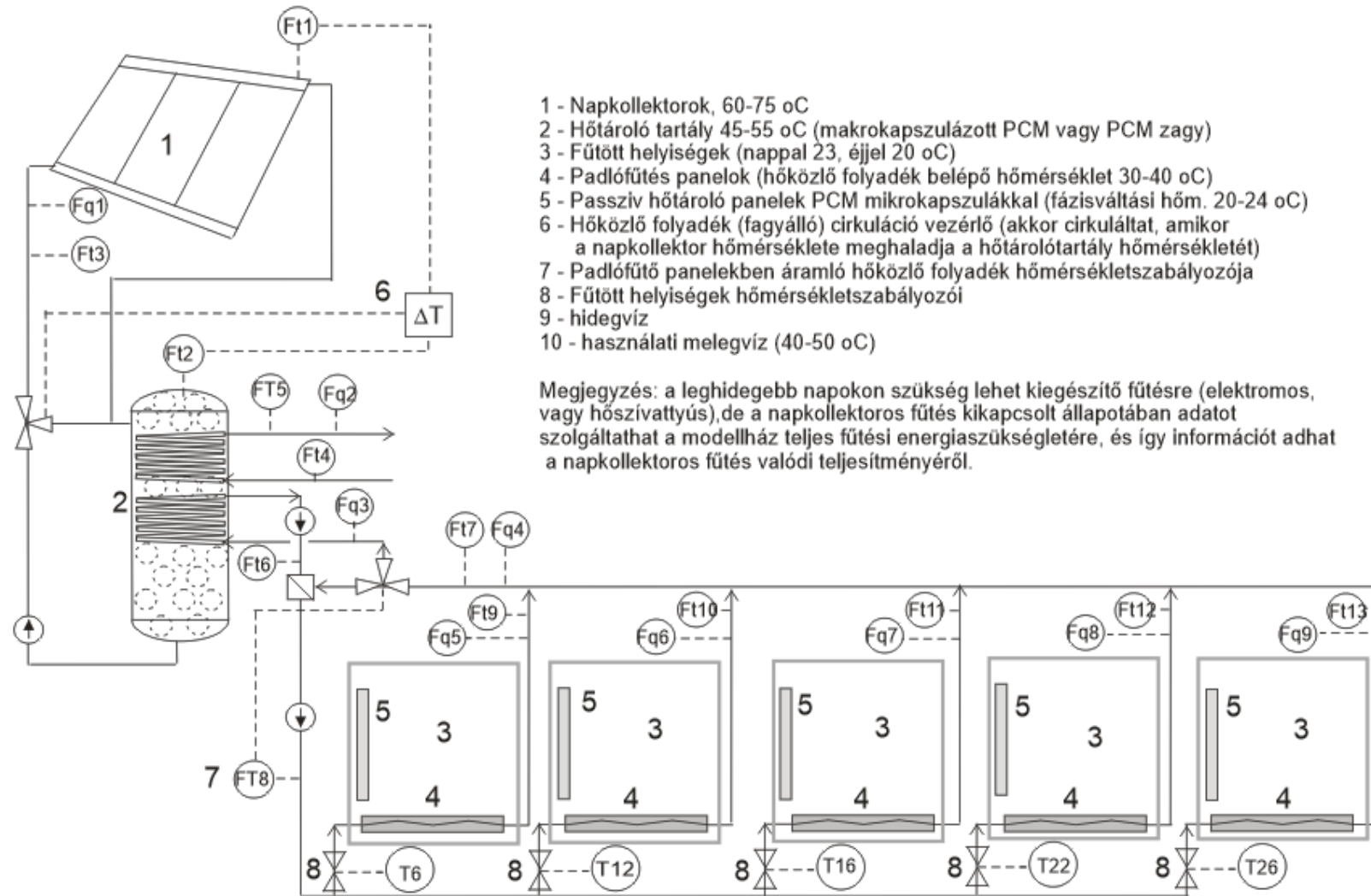


Kísérleti modelházak, Thermofoam Kft., Bácsalmás



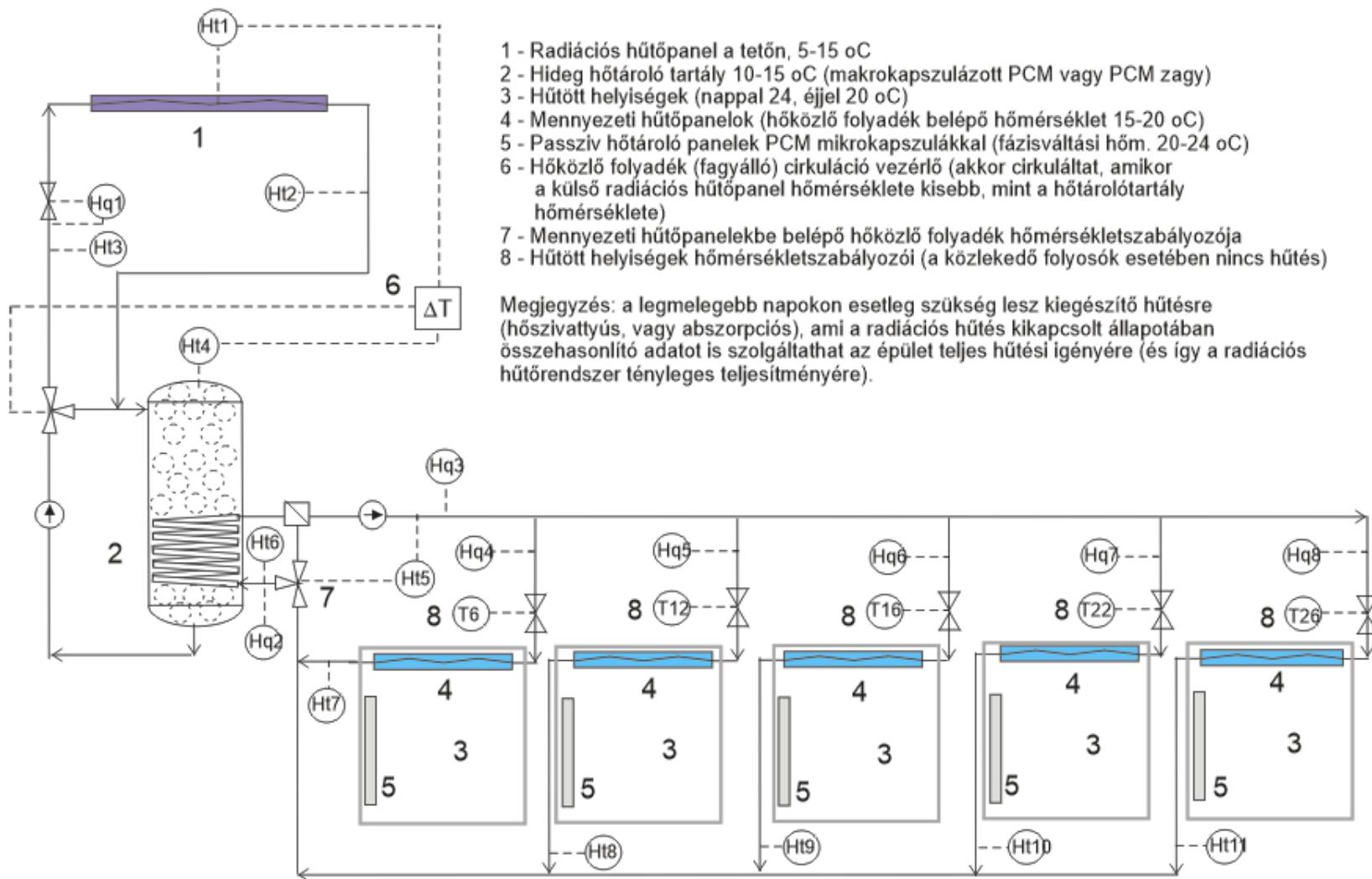
Németh, B., Ujhidy, A., Tóth, J., Gyenis, J., Feczko T.: Testing of microencapsulated phase-change heat storage in experimental model houses under winter weather conditions. *Build. Environ.* **204**, (2021) 108119.

Nebraska Kft. modellház fűtési rendszere



Bemutató modellház fűtési rendszere
 (javított - a napkollektor hőközlő folyadék a tartályban is cirkulál, kis hőmérséklet esetén rövide zárva)

Nebraska Kft. modelház hűtési rendszere



Bemutató modelház nyári hűtési rendszere javított

Hulladékhő/geotermikus energia hasznosítása: hőenergiatárolás

Hőenergia források

Hévízek, geotermikus kutak



Hőerőművek hulladékhője



Napelemek hulladékhője
hűtött napelelemnél
Napkollektor



Szabályozó erőművi kapacitás többlete
betárolható



Szállítás



Hajóval



Vasúton



Közúton



Időlegesen vagy véglegesen telepítve Lakótömbök, közintézmények hőenergia ellátása

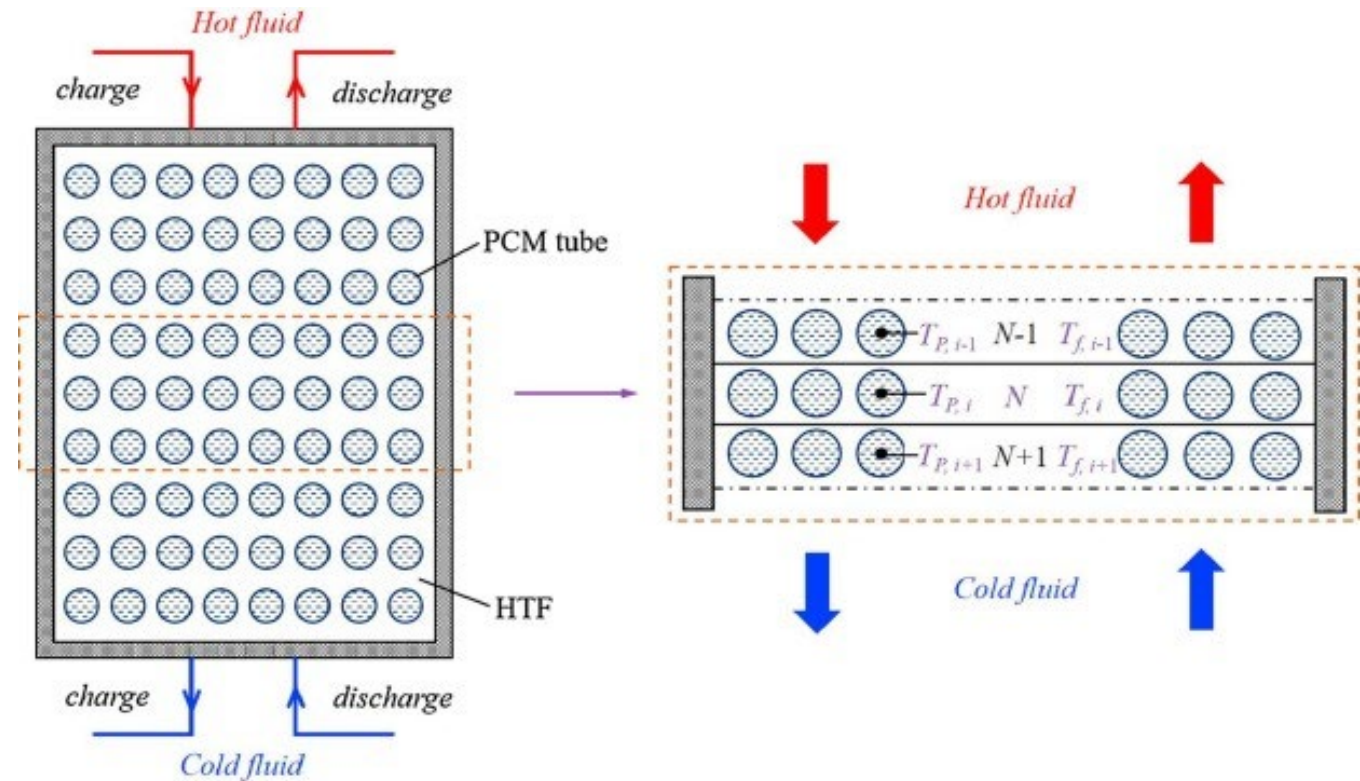
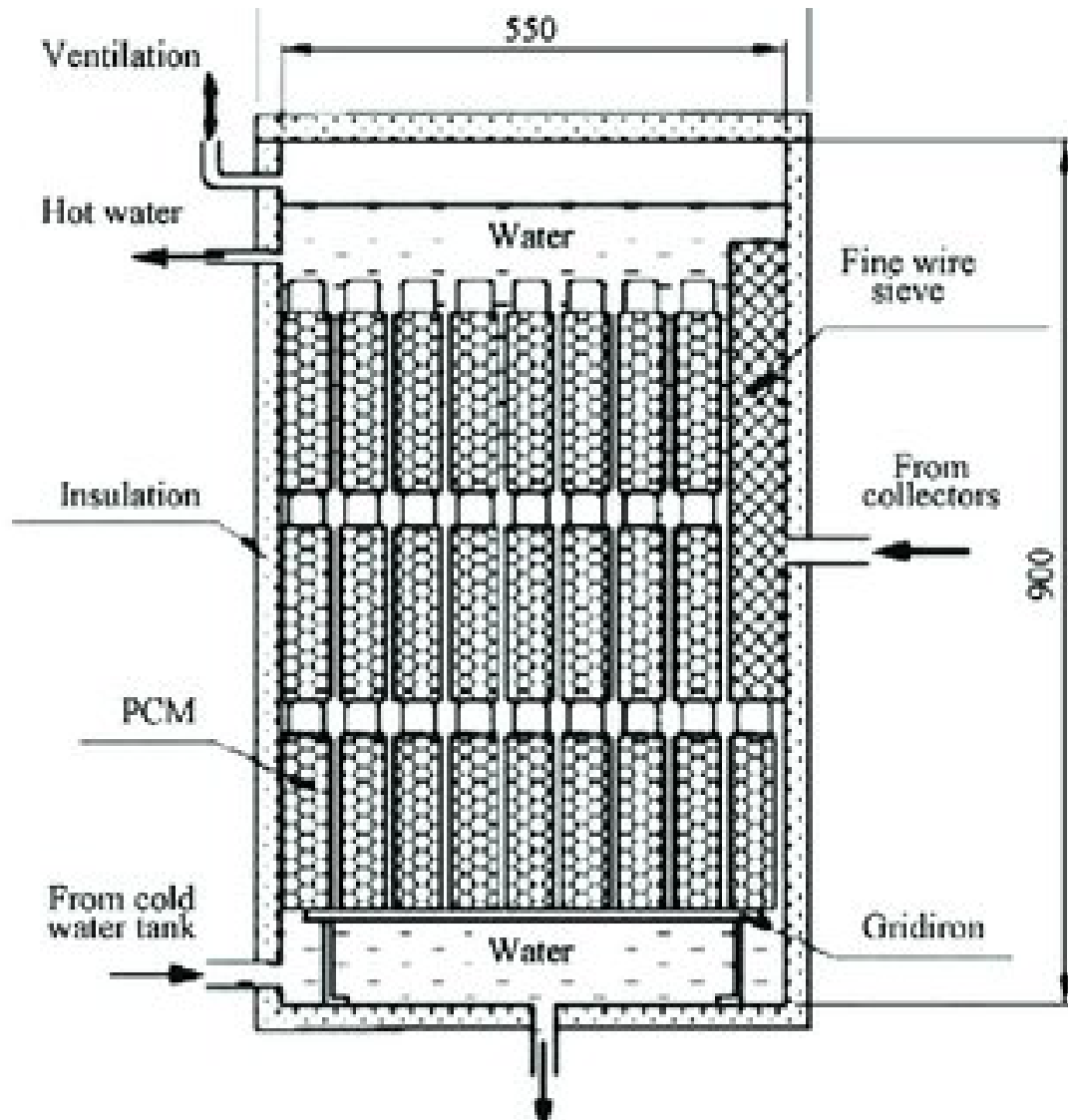
Felhasználás



Távfűtés rásegítésére,
nyári időszakban
melegvíztermelés



Fázisváltó hőtároló tartályok: tömbtároló, mikrokapszulás tároló



Köszönetnyilvánítás

- Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoport
- GINOP-2.2.1-15-2016-00010
- VEKOP-2.3.2-16-2017-00013
- 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00287
- 2021-2.1.2-HŐ-2021-00004
- **Thermofoam Kft.**
- Pannon Egyetem, BME, Imsys Kft., Mahart Zrt., Heatventors Kft., Nebraska Kft., Berger Házak Zrt.

KÖSZÖNÖM
A FIGYELMET!



INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI
MINISZTERIUM