Hőszigetelő tulajdonságú, hulladék alapú alkáli aktivált cementek fejlesztése

Tóth Levente

Témavezetők: Fitosné Dr. Boros Adrienn, Soósné Dr. Balczár Ida Anna

Pannon Egyetem – Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Intézet, Anyagmérnök Intézeti Tanszék

XXXII. Nemzetközi Vegyészkonferencia

1 BEVEZETÉS

~1 t
CO_2-kibocsátás 1 t cement előállításakor

7 %
a globális antropogén CO_2-kibocsátásból a cementipar (2023)

40 %
a kitermelt nyersanyagból az építőipar

35 %
a keletkező hulladékból az építőipar

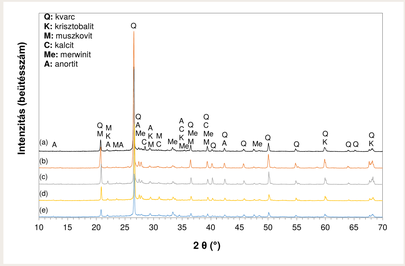
- Az alkáli aktivált cementek (AAC-ek) zöld, zero-waste alternatívát kínálnak.
- **Kérdés:** lehet-e a hulladékká váló AAC egy következő Recycled AAC alapanyaga („R”AAC)?
- **Cél:** van-e a hulladék AAC-ben még kötésre bírható SiO_2, Al_2O_3 és/vagy CaO? Hosszú távon: habosított, hőszigetelő termék.

2 ALAPANYAGOK JELLEMZÉSE

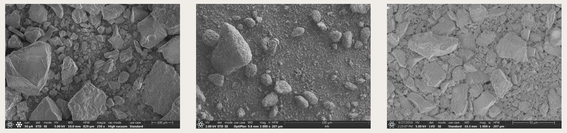
- **Hulladék AAC:** kalapácsos és tárcsás malmos aprítás, majd dobszitálás.
- A szemcsék jelentős rész 160–500 µm közötti; D_{50} = 156,5 µm.
- Amorf fázis ~44m/m% , kristályos ~56 m/m % (főként kvarc, anortit); a finomabb frakciókban nő az amorf tartalom.
- **Aktívabb alapanyag:** metakaolin (CaO-szegény) és granulált kohósalak (CaO-gazdag).

Alapanyag	Amorf [%]	SiO_2 [%]	Al_2O_3 [%]	CaO [%]	D50 [µm]
Hulladék AAC	43,7	–	–	–	156,5
Metakaolin	57,8	66,6	21,1	2,1	22,5
Kohósalak	73,9	29,8	10,47	44,7	13,8

Oxidos összetétel XRFS-sel (m/m %), a hulladék AAC oxidos összetétele nincs megadva.

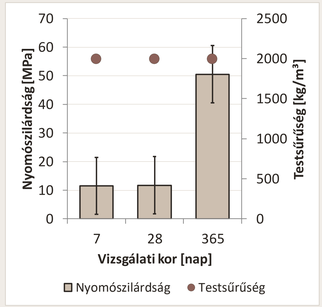


A hulladék AAC frakcionálatlan (a), 1000–500 (b), 500–160 (c), 160–80 µm (d) és 80 µm alatti (e) őrleményeinek XRD felvételei

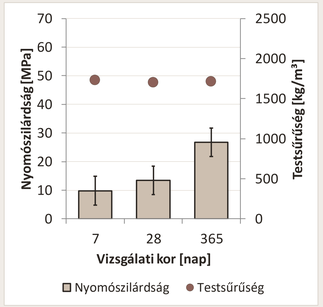


Hulladék AAC (SEM) | Metakaolin (SEM) | Kohósalak (SEM)

3 I. MUNKASOROZAT EREDMÉNYEI



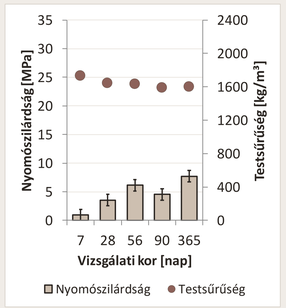
5. – kohósalak + „R”AAC



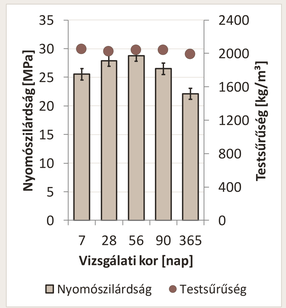
8. – metakaolin + „R”AAC

- Kohósalakkal (5.) 1 éves korra >50 MPa: a 28 napos érték több mint 4-szerese.
- Metakaolinnal (8.) ~2-szeres növekedés, 26,7 MPa.
- 48,7m/m% „R”AAC tartalom, 10m/m% Nátrium-hidroxid; 66m/m% vízüveg és 24m/m% desztillált víz arányú aktiváló oldat

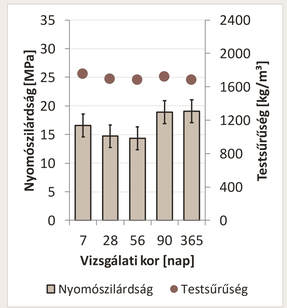
4 II. MUNKASOROZAT EREDMÉNYEI



9. – csak „R”AAC



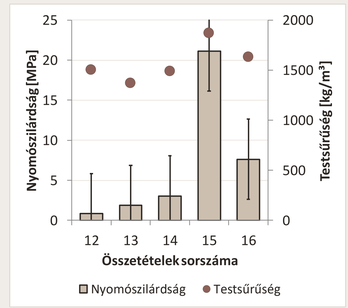
10. – „R”AAC + kohósalak



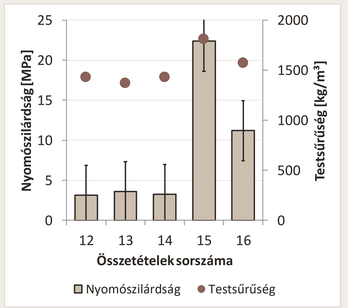
11. – „R”AAC + metakaolin

- Frakcióból összemért hulladék AAC (160–80 µm : 500–160 µm = 3 : 7 arányban).
- **Kohósalakos rendszer (10.):** 56 napos kor után csökkenő szilárdság (28,8 → 22,1 MPa; 365 napon a 56 napos érték 0,77-szerese).
- **Hulladék AAC-s (9.) és metakaolinos (11.) rendszer:** a szilárdság nőtt, 56 → 365 napra 1,26-, illetve 1,33-szorosára (7,7 és 19,1 MPa).

5 III. MUNKASOROZAT EREDMÉNYEI



7 napos

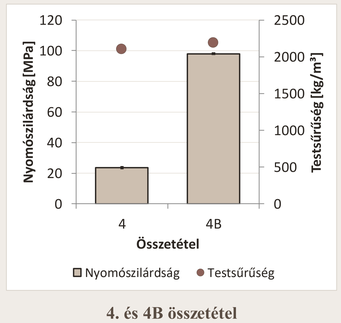


28 napos

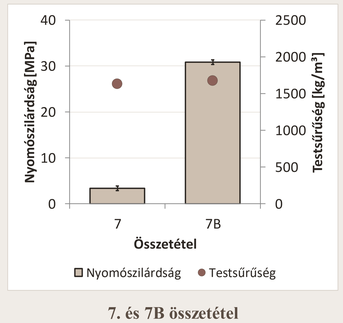
12: 500–160 µm · 13: 160–80 µm · 14: <80 µm · 15: <80 µm + kohósalak · 16: <80 µm + metakaolin

- A 80 µm lyukbőségű szita elhagyható, mivel a szilárdság 28 napon közel azonos.
- Nem érdemes külön-külön alkalmazni a frakciókat: hatásuk irányított összemérésnél érvényesül.
- A munkasorozat célja az volt, hogy megvizsgáljuk melyik a legaktívabb frakció

6 „B” ÖSSZETÉTELEK EREDMÉNYEI



4. és 4B összetétel



7. és 7B összetétel

- **Összetétel:** a massza kívánt állagának eléréséhez a „B” összetételeknél víz helyett az aktiváló oldattal hígítottam a masszát.
- **7 napos nyomószilárdság:** 4. összetétel 23,6, 4B összetétel 98,0 MPa; 7. összetétel 3,4, 7B összetétel 30,8 MPa.
- Testsűrűség: 4. és 4B: 2100 és 2190 kg/m³; 7. és 7B: 1630 és 1670 kg/m³.

ÖSSZEFOGLALÁS

- A hulladék AAC őrlemény nem inert adalék, hanem aktív komponens: önmagában is alkalmas újabb AAC-ek alapanyagának, de a szilárdság növelése indokolt.
- Aktívabb alapanyaggal a szilárdság nő: metakaolinnál 28→365 napra ~kétszeres, kohósalaknál több mint négyszeres (50,5 MPa).
- A frakcionált felhasználás indokolt. A 365 napos eredmények szerint a kohósalakos rendszer szilárdsága 56 nap után csökken, a hulladék AAC-s és a metakaolinos rendszeré nő (1,26-, ill. 1,33-szorosára).
- A 80 µm alatti frakció a legaktívabb, de a szilárdságkülönbség elenyésző, így a 80 µm lyukbőségű szita elhagyható; a frakciókat nem érdemes egyesével alkalmazni.
- Az aktiváló oldat használata víz helyett a kívánt állagú massza eléréséhez kifejezetten indokolt: így a szilárdság akár ~4-szeresére (4B) és ~9-szeresére (7B) nőhet.
- Következő lépés: az aktiváló oldat optimálása, majd habosítás és hőszigetelő felhasználás vizsgálata.