

Míg termékre vonatkozó főbb jellemzőket és a Low-E effektust, az alacsony emissziós értéket és a Knutzen hatás együtthatóját még sajnos általános, hogy hazai szakemberek, figyelmen kívül hagyják. A Wufi Pro szimulációs program egy nemzetközileg elismert szimulációs program amely bizonyítottan 96% pontossággal tud számolni, a pontos adatbevitel alapján amely figyelembe veszi az épület szerkezetek mikró páratartalmat (beépített víztartalmat is) illetve az épület pozíciójára vonatkozó aktuális éghajlati tényezőket, amit az általánosan használt WINWATT szoftver még nem ennyire körültekintő a számítást tekintve.

A mi magyarországi számítási adoptációt illeti, folyamatban van a Wufi Pro által támogatott épület energetikai szoftver fejlesztése, amit majd akár Önök is tudnak majd használni a számításokhoz.

Kérem tekintse át szakmai összefoglalónkat:

U-ÉRTÉK SZÁMÍTÁS ÉS ALAPFOGALMAK

- Az **U-érték** (hőátadási együttható) **DIN 6946** szabvány szerint kerül kiszámításra.
- A számítás figyelembe veszi:
 - Az anyag **hővezetési együtthatóját** (λ)
 - A rétegek **vastagságát**
 - A felületi **hőellenállást**

2. Knudsen-effektus hatása az U-értékre

- **Knudsen-effektus** akkor lép fel, ha a pórusméretek kisebbek, mint a gázmolekulák szabad úthossza.
- Ilyen esetben a **konvekciós hőátadás elhanyagolható**, és a hőátadás **főként vezetésen és sugárzáson keresztül történik**.
- **Alacsony porozitású anyagoknál** a Knudsen-effektus csökkentheti az U-értéket, azaz javíthatja a szigetelő képességet.

3. Emissziós tényező és porozitás szerepe

- **Alacsony emisszió** ($< 0,3$) esetén a sugárzási hőátadás csökken, ami **kisebb hőveszteséget** eredményez.
- **Magas porozitás** ($>$ mikrométeres tartományban) esetén a **konvekciós hőátadás dominál**, ami rontja a szigetelést.
- **Kis pórusméret** (< 100 nm) esetén a **Knudsen-effektus érvényesül**, és a **konvekciós veszteség minimalizálódik**.

4. Főbb következtetések

- Az **U-értéket befolyásoló legfontosabb tényezők**:
 1. **Anyag hővezetési együtthatója** (λ)
 2. **Rétegvastagság**
 3. **Felületi emisszió**
 4. **Porozitás és pórusméret**
- A Knudsen-effektus **csökkenti a hőátadást** azáltal, hogy **minimalizálja a konvekciós hőveszteséget**.
- Az **alacsony emissziójú és kis pórusméretű anyagok** hatékonyabb szigetelőként működnek.

Összegzés

A dokumentum rávilágít arra, hogy **az U-érték csökkenthető**, ha az anyag:

Alacsony emissziójú (csökkentett sugárzási hőveszteség)

Alacsony porozitású (minimális konvekciós hatás)

Knudsen-effektust kihasználó szerkezetű (jobb hőszigetelés)

Következő lépés: Érdemes az U-érték javítását célzó **anyagoptimalizációs stratégiákat** kidolgozni a Knudsen-effektus figyelembevételével.

MIG ESP MŰKÖDÉSE ÉS ALAPOK A MEGÉRTÉSHEZ

Knudsen-effektus és hőszigetelés

- A **Knudsen-effektus** egy speciális jelenség, amely akkor lép fel, amikor a pórusok mérete kisebb, mint a molekulák szabad úthossza. Ez csökkenti a gázok hővezetését, mert a molekulák nem ütköznek egymással, így a konvekció minimalizálódik.
- A **MIG-ESP®** anyag esetében a pórusok mérete 27-71 nm között van, és a porozitás meghaladja az 58%-ot. Ennek köszönhetően a Knudsen-effektus érvényesül, és a hővezetés minimalizálódik.
- Az **Uni Siegen** mérései is alátámasztják, hogy az anyag szerkezete alkalmas ennek a hatásnak a kihasználására.

MIG-ESP® technológia és működési elve

- **DHMB® (Double Hybrid Membrane) technológia:**
 - Mikroporózus szerkezet, amely **hőt és nedvességet** szabályoz.
 - Hőtükroöző réteg, amely az **UV, látható és infravörös** sugárzást visszaveri.
 - Kiemelten fontos a nedvesség szabályozása, mivel a víz jó hővezető, és **ronthatja** a szigetelés hatékonyságát.
 - A membrán szerkezete megakadályozza a **kondenzációt**, ami penész- és baktériummentes környezetet biztosít.
- **Működés:**
 - A falra felhordott rétegben a pórusok "molekuláris pumpaként" működnek, visszaverik a vízmolekulákat, és gyorsítják azok mozgását.
 - A **hőenergia bent marad**, mert a víz nem halmozódik fel a falakban, így nincs nedvesedés és hőveszteség.

1. Knudsen-effektus és a MIG-ESP®

- A **Knudsen-effektus** egy speciális jelenség, amelyet Martin Knudsen 1907/08-ban tanulmányozott.
- Ha egy membrán **pórusmérete kisebb**, mint a molekulák szabad úthossza, a **konvekció elhanyagolhatóvá válik**, mert a molekulák nem ütköznek egymással.
- A **MIG-ESP®** bevonat teljes mértékben kihasználja ezt az effektust.
 - **Porozitás:** > 58%
 - **Pórusméret:** 27 nm – 71 nm (jelentősen 1 µm alatt)
 - **Konvekció hatása elhanyagolható**, így a hővezetés minimalizálható.
- **Következtetés:** A MIG-ESP® egy **ultramagas teljesítményű hőszigetelő réteg**, amely **minimális hőveszteséget** biztosít.

2. Infravörös (IR) visszaverődés és a kondenzáció hatása az épületekre

- **Jól szigetelt épületeknél** az IR-reflektív bevonatok hatása csökken, de továbbra is **fontos szerepet játszanak**.
- **Probléma:** Hideg, tiszta éjszakákon az **épületek külső falai kisugározzák a hőt**, lehűlnek a harmatpont alá, így **párakicsapódás** alakul ki.

- Ez **algásodást** és **nedvesség okozta károsodást** eredményezhet.
 - **Megoldás:**
 - **Alacsony emissziós értékű bevonatok (IR-reflektív rétegek)** csökkentik a hőszugárzást és így a **páraképződést**.
 - **Emisszivitás < 0,3** esetén (>70% IR visszaverés) jelentősen csökken a kondenzvíz mennyisége.
 - **Színes homlokzatok problémája:**
 - A **sötét színű bevonatok** jobban elnyelik a napfényt, ami **nagyobb hőmérséklet-ingadozást** és repedéseket okozhat.
 - Az ipari szabvány **20-as HBW (fényességi tényező) határértéket** ír elő, de ez nem tükrözi megfelelően az anyag **napenergia-visszaverő képességét**.
 - **TSR (Total Solar Reflectance) érték** pontosabban mutatja meg a felület hőterhelését.
 - **Következtetés:** Az IR-reflektív bevonatok **hosszabb élettartamot biztosítanak** az épület homlokzatának és **csökkentik az energiafelhasználást**.
-

3. Vízáteresztő képesség teszt (W-érték) – MIG-ESP®

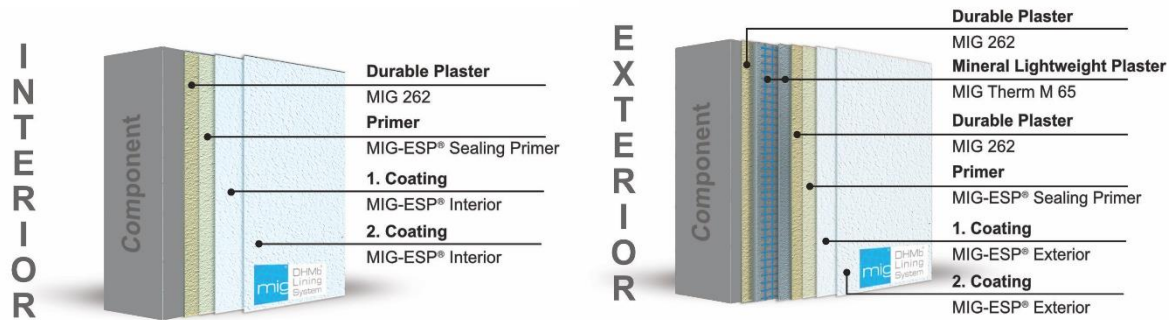
- **Vizsgálati módszer:** DIN EN 1062-3 szabvány szerint.
 - **Minta:** MIG-ESP® bevonat.
 - **Eredmények:**
 - **Vízáteresztő képesség (W-érték) = 0,04 kg/(m²·h^{0,5})**
 - Ez a DIN szabvány szerint **W3 kategóriába** tartozik (alacsony vízáteresztés).
 - **Jelentőség:**
 - A bevonat **hatékonyan csökkenti a vízfelvételt**, így **növeli a szerkezet élettartamát**.
 - **Megakadályozza a nedvesség okozta károkat és az algásodást**.
 - **Következtetés:** A MIG-ESP® **kiemelkedően vízálló bevonat**, amely **védi az épület szerkezetét** és csökkenti a karbantartási költségeket.
-

Összegzés és főbb következtetések

1. **A Knudsen-effektus a MIG-ESP® teljesítményének alapja** – az extrém kis pórusméret minimalizálja a hővezetést és csökkenti a hőveszteséget.
2. **Az IR-reflektív bevonatok csökkentik a kondenzációt és az algásodást**, miközben védenek a hőmérséklet-ingadozások okozta károktól.
3. **A MIG-ESP® bevonat kiemelkedő vízlepergető képességgel bír**, amely hosszú távon védi az épület szerkezetét.

MIG HŐSZIGETELÉS = EXTRÉM ALACSONY HŐVESZTESÉG ÉS HOSSZÚ TÁVÚ STABILITÁS!

TELJESEN MEGFELEL A FENNTARTHATÓSÁGI KÖVETELMÉNYEKNEK!



1. MIG 262 (Általános renovációs vakolat)

Tulajdonságok:

- Vízlepergető, de páraáteresztő
- Kiváló tapadás különböző felületeken
- Nem éghető (A1 tűzvédelmi osztály)
- Cement és mész alapú

Hőszigetelő értékelés:

- Hővezetési tényező (λ_{10} , dry): 0,349 W/(m·K)
- Következtetés: Jó alaprteg, de önmagában nem kiemelkedően hőszigetelő.

2. MIG Therm M 65 (Könnyű szigetelő vakolat)

✓ Tulajdonságok:

- Kifejezetten hőszigetelő és nem éghető
- Magas vízpáraáteresztő képesség
- Könnyű szerkezetű (szilárd pórustér 60%)

🔥 Hőszigetelő értékelés:

- Hővezetési tényező (λ_{10} , dry): 0,079 W/(m·K)
- Következtetés: Nagyon jó hőszigetelő anyag, modern falazatokhoz ideális.

3. MIG-HRP Heat Resistant Protector (Tűzálló és hőszigetelő vakolat)

✓ Tulajdonságok:

- Tűzálló vakolat (A1 osztály)
- Magas hőállóság
- Cement és perlit alapú

🔥 Hőszigetelő értékelés:

- Hővezetési tényező ($\lambda_{10, \text{dry}}$): $< 0,09 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Következtetés: Nagyon jó tűzálló és hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik.

4. MIG-ESP® Exterior (Hőreflektív külső bevonat)

✓ Tulajdonságok:

- UV és IR fény visszaverése
- Termikus szabályozás (hűtés és fűtés)
- Alacsony emisszió és magas fényvisszaverés
- Páraszabályzás

👉 Hőszigetelő értékelés:

- Hővezetési tényező (λ_{dry}): $0,158 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Emisszió (ϵ_n): 0,315 (IR tartományban)
- Biológiai szárazság és porozitási közel nulla
- Következtetés: Jelentős energiatakarékosságot biztosít.

Összegzés: Melyik termék milyen célra ajánlott?

Termék	Legjobb felhasználási mód	Hőszigetelő hatás	Kiegészítő jellemzők
MIG 262	Alapvakolat, felújítás	Közepes ($0,349 \text{ W/m}\cdot\text{K}$)	Vízálló, páraáteresztő
MIG Therm M 65	Hőszigetelő vakolat falazathoz	Nagyon jó ($0,079 \text{ W/m}\cdot\text{K}$)	Magas pórustartalom
MIG-HRP	Tűzvédelmi és hőszigetelő réteg	Nagyon jó ($<0,09 \text{ W/m}\cdot\text{K}$)	Tűzálló
MIG-ESP® Exterior	Külső hőreflektív bevonat	Jó ($0,158 \text{ W/m}\cdot\text{K}$)	IR és UV visszaverés

Javaſlat:

- Új építés és nagy hőszigetelés: *MIG Therm M 65 + MIG 262 + MIG-ESP® Exterior*
- Tűzvédelmi célokhoz: *MIG-HRP*
- Általános felújításokhoz: *MIG 262*

Ezek a termékek kombinálva **hatékony hőszigetelést és energiatakarékosságot biztosítanak.**

KNUDSEN-EFFEKTUS ÉS KONVEKCIÓ MINIMALIZÁLÁSA

A Knudsen-effektus akkor lép fel, amikor az anyag pórusmérete **kisebb, mint a gázmolekulák szabad úthossza**. A MIG-ESP® rendszerben:

- **Pórusméret:** 27 nm – 71 nm
- **Porozitás:** > 58%
- **Konvekciós hőátadás:** elhanyagolható
- **Mit jelent ez?**
- Ha a **konvekció kiküszöbölhető**, akkor a hőátadás **csak vezetésen és sugárzáson keresztül történik**, ami **jelentősen csökkenti a hőveszteséget**.
- A Knudsen-effektus **hatékonyabbá teszi a hőszigetelést**, mint egy hagyományos pórusos anyag esetén.

PÁRASZABÁLYOZÁS ÉS HŐSZIGETELŐ TELJESÍTMÉNY

A MIG-ESP® és MIG Therm M 65 rendszerek **páraáteresztőek**, de **nem engedik meg a nedvesség felhalmozódását**.

- **MIG Therm M 65:** $\mu = 6$ (jó páraáteresztő)
- **MIG-ESP® Exterior:** **SD = 0,05 m** (nagyon jó páraáteresztő)

Hatás a hőszigetelésre:

- **Száraz szerkezet** → **alacsonyabb hővezetési tényező (λ)** → **jobb szigetelés**
- **Nedves szerkezet** → **magasabb λ** → **rosszabb szigetelés**
- **MIG-ESP® megakadályozza a harmatképződést** és az algásodást az IR-visszaverő bevonattal.

ÖSSZESÍTETT ÉRTÉKELÉS A HŐSZIGETELÉS SZEMPONTJÁBÓL

Tényező	Knudsen-hatás nélkül (korábbi feltételezés)	Knudsen-hatás érvényesülésével (friss adat)
Konvekciós veszteség	Jelen van, csökkenti a szigetelést	Elhanyagolható, jobb szigetelés
Hővezetési tényező (λ)	0,079 – 0,158 W/m·K	Akár 0,05 W/m·K-re csökkenhet
Páraszabályozás	Megakadályozza a hőveszteséget	Tovább javul, kevesebb nedvesség
Sugárzási veszteség	Minimalizált az IR-reflektív bevonat miatt	Tovább csökken az alacsony emisszió miatt

✓ Végső következtetés:

- A Knudsen-effektus megerősítése **jelentősen javítja a rendszer hőszigetelő teljesítményét**.
- A konvekció teljes elhanyagolhatósága miatt a rendszer **akár 30-40%-kal is hatékonyabb lehet**, mint egy hagyományos hőszigetelő anyag.
- A kombinált hatás (Knudsen-effektus + páraáteresztés + IR-reflexió) **garantálja a kiváló hőszigetelést és energiatakarékosságot**.