



## Védőfilmet az ablakra – precíz mérések bizonyítják az energiamegtakarítás mértékét

*Egy demonstrációs projekt jelentős (kb. 8,5%-os) megtakarítási lehetőséget mutatott egy már létező épület ablakainak hővédő fóliával való bevonásának hatásaként, még hideg klíma esetén is. A napos, meleg éghajlaton ezek a megtakarítások még jelentősebbek. A szigorú szabványelőírásoknak megfelelő modellszámítási és mérési eljárások viszonylag jó egyezést adtak, ami a modellezéshez használt ingyenes DOE-2 program jó használhatóságát bizonyítja az ilyen vizsgálatok céljára. A modellezés előzetes kalkulációkra is alkalmas, és lehetővé teszi más típusú üvegezések és fóliák hatásának elemzését is.*

---

Tárgyszavak: energiatakarékosság; hőszigetelés; védőfilm; szigetelő fólia.

---

A szakirodalomban számos cikk ismerteti az ablakokra ragasztható speciális szigetelő fóliák hatását a fűtési és hűtési energiafelhasználásra. Ezek mind jelentős energiamegtakarításról számolnak be, az egyszerű megtérülés már létező épületek ablakainak utólagos befóliázása esetén 1-4 év között alakult. A mérési módszerek azonban különbözőek, egyik beszámoló sem követett egységes, szabványos módszert, pedig létezik ilyen: a Nem-

zetközi Teljesítménymérési és Kiértékelési Eljárás (IPMVP, International Performance Measurement and Verification Protocol) szigorú követelményeket ír elő. Az IPMVP változatai közül az itt következő összeállítás kettőnek az alkalmazásával tesztelte egy létező irodaépület ablakainak utólagos fóliázását: a C opció a közműszámlák elemzésével, a D változat pedig modellezéssel állapítja meg az energia-költségek megtakarítását. Értelemszerűen a

D változat alkalmas előzetes becslésre is, a C változat viszont csak utólagos elemzést tesz lehetővé. A vizsgálatok a két módszer igen jó egyezését adták az egy évre összesített adatokat tekintve, és kevésbé jó egyezést mutattak havi bontásban, de az eltérések indokolhatóak.

## A teszt-projekt jellemzői

A filmek gyártója, az USA-beli CPfilms végre tisztán akart látni és pontos képet akart nyerni az energiamegtakarítások mértékét illetően. Ezért megnyerte a nagyszabású kísérlet lefolytatására egy Chicago melletti kisváros közepes méretű irodaházának tulajdonosát. Az üzemeltető együttműködésére az adatok rendelkezésre bocsátása mellett azért is szükség volt, mert gondoskodni kellett arról, hogy a fóliák felhelyezése utáni 12 hónapos időszakban semmi más energiatakarékosági intézkedést ne tegyenek. Ez szükséges ugyanis ahhoz, hogy a filmek hatását el lehessen különíteni.

A fóliákat egy héteemeletes irodaház ablakaira ragasztották. Az irodaház összes légkondicionált alapterülete 59 000 négyzetláb\*, az összes bevont ablakfelület 9200 négyzetláb (mivel az összeállítás alapját amerikai publikációk képezik, a kedves Olvasó készüljön fel még szokot-

lanabb mértékegységekre is). Az épület fűtésére és hűtésére egyaránt tisztán villamos eszközöket használnak. A kiválasztott épület környezetének klímája szándékoltnan hideg, északi – a vizsgálatok egyik tervezett célja éppen annak bemutatása volt, hogy a közhiedelemmel ellentétben a hővédő fóliák nemcsak a meleg, napos klíma esetén, hanem a hideg égövön is jól teljesítenek. A tesztépületnél a fűtési szezon igen hosszú, és a vizsgálatok megerősítették, hogy az ablakokon keresztül elszökő fűtési energia csökkentése révén a fóliák hőszigetelésének köszönhető megtakarítás jóval meghaladja a napsugárzás, mint ingyenes fűtés egyidejű kiszűrésének negatív hatását. Az 1. táblázat az ablakok termikus tulajdonságainak változását mutatja a fóliák felhelyezésének hatására. Az SHGC (solar heat gain coefficient) mutató a napsugárzás energiájának elnyelését mutató, dimenzió nélküli szám.

1. táblázat  
Az ablakok termikus tulajdonságainak változása a fóliák felhelyezésének hatására

	k hőátbocsátási tényező (Btu/h/négyzetláb/°F)**	SHGC
Előtte	1,09	0,64
Utána	0,84	0,21
%-os változás	23%	67%

\*\* a hőátbocsátási tényezőt éjszaka, 0 °F külső hőmérséklet, 15 mérföld/óra szélsébségnél, 70 °F belső hőmérséklet mellett mérve

1 Btu = 1055,05585 Joule  
1 °F = 0,56 °C, 0 °C = 32 °F

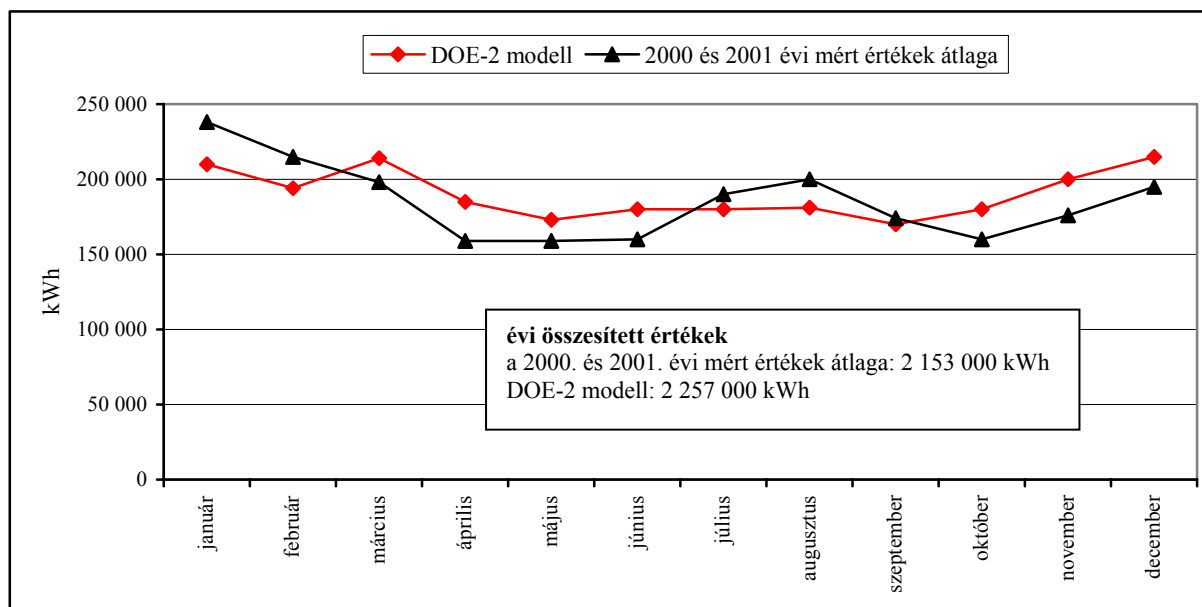
\* 1 láb = 0,3048 m; 1 négyzetláb = 0,093 m<sup>2</sup>

## A modellezés eredményei

A modellezés nagy előnye az, hogy ki tudja szűrni az energiaszükségletre befolyást gyakorló egyéb hatásokat, ami a mérésre alapozott módszereknél általában nem lehetséges, mivel ritkán állnak fenn olyan tiszta teszt-körülmények, mint a vizsgált esetben. A modellvizsgálatokat itt az IPMVP D-változatának szigorú előírásait betartva, az ingyenesen letölthető DOE-2 program segítségével folytatták le [2]. A részrehajlás lehetőségét eleve kizárta az, hogy a fóliagyártóval párhuzamosan az ESCO nevű független energetikai tanácsadó cég is lefolytatta a modellvizsgálatokat, ugyanarra az épületre és ugyanazokkal a kiinduló adatokkal. A vizsgálatoknak egyik fontos célja volt annak a bizonyítása is, hogy a DOE-2 program használatával a független modellfuttatások mind

egymással, mind a mérésekkel jó egyezést mutatnak. A programot az ESCO saját, valamint számos kutatóhely és közművállalat tapasztalatai alapján választották ki.

A fólia nélküli esetre mért eredményeket a megelőző két év adatainak átlagolásával nyerték. Az 1. ábra a fólia nélküli modellezett és mért adatokat mutatja be. Az éves összesített modellezett és mért értékek jól egyeznek, a havi adatok mutatnak némi eltérést. Ezeket az eltéréseket érhetővé teszi az, hogy a modell sok év átlagát képviseli, a mért két év adatai ehhez képest mutathatnak eltéréseket, ugyanúgy, ahogy a mért meteorológiai értékek is szórnak a sokévi átlaghoz képest. A 2. táblázat a szimulációban használt adatokat szemlélteti, a 3. táblázat pedig a modell által kimutatott megtakarításokat mutatja be.



1. ábra A mért és a DOE-2 programmal modellezett villamosenergia-fogyasztás

2. táblázat

A teszt-épület szimulációnál felhasznált adatai

Az épület típusa	Irodaház
Méreték	8 szint, 59 000 négyzetláb légkondicionált alapterület
Ablakfelületek	Észak: 2875 négyzetláb Dél: 2875 négyzetláb Kelet: 1725 négyzetláb Nyugat: 1725 négyzetláb
Ablak üvegezése	Egyrétegű, 1/4 hüvelyk vastag, barna színezés
Világítási teljesítmény	1,0 W/ négyzetláb
Irodai berendezések teljesítménye	0,8 W/ négyzetláb
Fűtési hőmérséklet	70 °F nappal, 65 °F éjjel
Hűtési hőmérséklet	75 °F nappal, 85 °F éjjel
Szellőztetés	2 köbláb/perc személyenként

3. táblázat

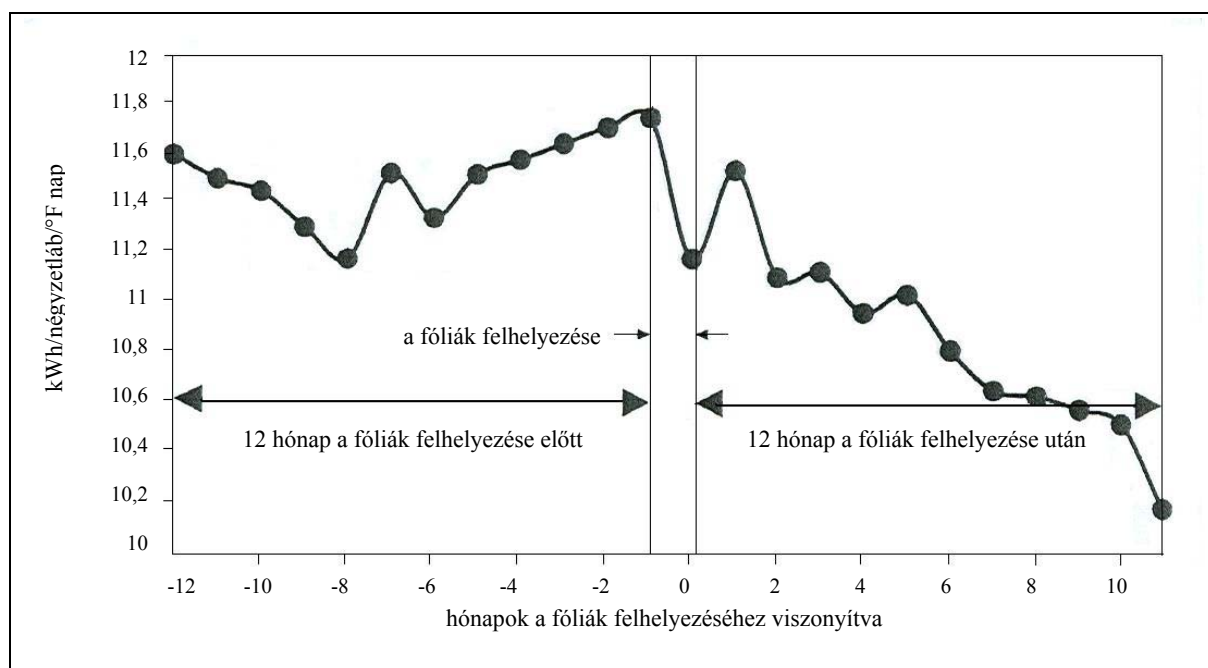
A szimuláció által kalkulált éves megtakarítások

A megelőző két év átlagolásával számolt eredeti fogyasztás és költség	2 153 000 kWh	138 222 USD
A becsült megtakarítás az eredeti %-ában	8,4%	
A becsült megtakarított fogyasztás és költség	180 850 kWh	11 610 UDSD
Egyszerű megtérülés	2,77 év	

### A megtakarítások a mért értékek alapján

A tényleges mért energiafogyasztási értékeket a közműszámlák alapján vették számba, ami egyszerű feladatot jelentett, mivel a teljesen elektromos működtetésű rendszer miatt csak a villanyszámlák összesítését jelentette. Itt a fóliák felhelyezését megelőző év fogyasztását vetették össze az azt követő 12 hónappal, ami elegendő az évszakoknak megfelelő ingadozások figyelembevételére. A vizsgálatokat itt is párhuzamosan végezte a fóliagyártó és a független tanácsadó cég.

A 2. ábra mutatja a villamos energia fajlagos felhasználását a megelőző év, a felszerelés időszaka és az azutáni év során. Az ábrán a felhasználás kWh/négyzetláb/°Fnap mértékegységben van ábrázolva. A °Fnap érték a fűtési hőmérséklet-különbség a változó külső és a 65 °F belső hőmérséklet között, a fűtési napokra összesítve. Az ábra jól mutatja az energiafelhasználás erőteljes csökkenését a fóliák felvitelének hatására. A fóliázás előtti és utáni évek átlagai 8,8% csökkenést mutatnak az energiafogyasztásban. Ez az érték viszonylag jó egyezést mutat a modellezés által szolgáltatottal.



2. ábra Az épület mért villamosenergia-fogyasztása a fóliázás előtt, alatt és után

## Következtetések

A demonstrációs projekt jelentős (kb. 8,5%-os) megtakarítási lehetőséget mutatott az ablakok hővédő fóliával való bevonásának hatására még hideg klíma esetén is. A napos, meleg éghajlaton ezek a megtakarítások még jelentősebbek. A szigorú szabványelőírásoknak megfelelő modellszámítási és mérési eljárások viszonylag jó egyezést adtak (4. táblázat), ami a modellezéshez használt ingyenes DOE-2 program jó használhatóságát bizonyítja az ilyen vizsgálatok céljára. A modellezés előzetes kalkulációkra is alkalmas, és lehetővé teszi más típusú üvegezések és fóliák hatásának elemzését is. A bemutatott teszt fontos és ritkán megvalósítható jellemzője volt, hogy a fóliázás utáni évben semmilyen más energiatakarékosági intézkedést nem

hajtottak végre az épületen, így a fóliák hatása egyértelműen elkülöníthető volt, ami számos gyakorlati esetben nem valósítható meg.

4. táblázat

A mért és modellezett adatok (IPMVP C és D változat) összehasonlítása

	Mért adatok (C változat)	Modellezett adatok (D változat)
Éves energiamegtakarítás (kWh)	189 460	180 850
%-os energiamegtakarítás	8,8%	8,4%
Éves költségmentesítés (USD)	12 163	11 610
Egyszerű megtérülés (év)	2,65	2,77

Összeállította: Kis Miklós

## Irodalom

- [1] DeBusk, S.: Measuring the savings from energy control window film installation using IPMVP options C and D. = Strategic Planning for Energy and the Environment, 24. k. 4. sz. 2005. p. 28–38.
- [2] A DOE-2 szoftver honlapja. = [www.doe-2.com](http://www.doe-2.com)