

KÖZEL NULLA ENERGIAFELHASZNÁLÁSÚ ÉPÜLETSZERKEZETEK

Dinamikus szigetelőrendszerek

Mohammad Fawaier, PhD jelölt

Dátum: Május 2022

fawaier@epget.bme.hu



Erasmus+

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS

Cél és alkalmazási kör

- Az épületek hőszigetelésének különböző szerkezetei.
- A hagyományos és a dinamikus (aktív) szigetelés háttérének és fogalmának bemutatása.
- A közel nulla energiafelhasználású épület (NZEB) megvalósítására irányuló erőfeszítések.
- Matematikai modellek, kísérleti vizsgálatok és numerikus szimulációk a szakirodalomban.

A dinamikus szigetelés mint az NZEB megközelítésének eszköze

Az energiahatékony építőipar két kritikus tényezője:

- Fenntartható forrásokból származó energiaellátás egész évben.
- A megtermelt energia hatékony felhasználása minimális veszteségekkel.



Az építőipar az energiafogyasztás mintegy 40%-át teszi ki világszerte.

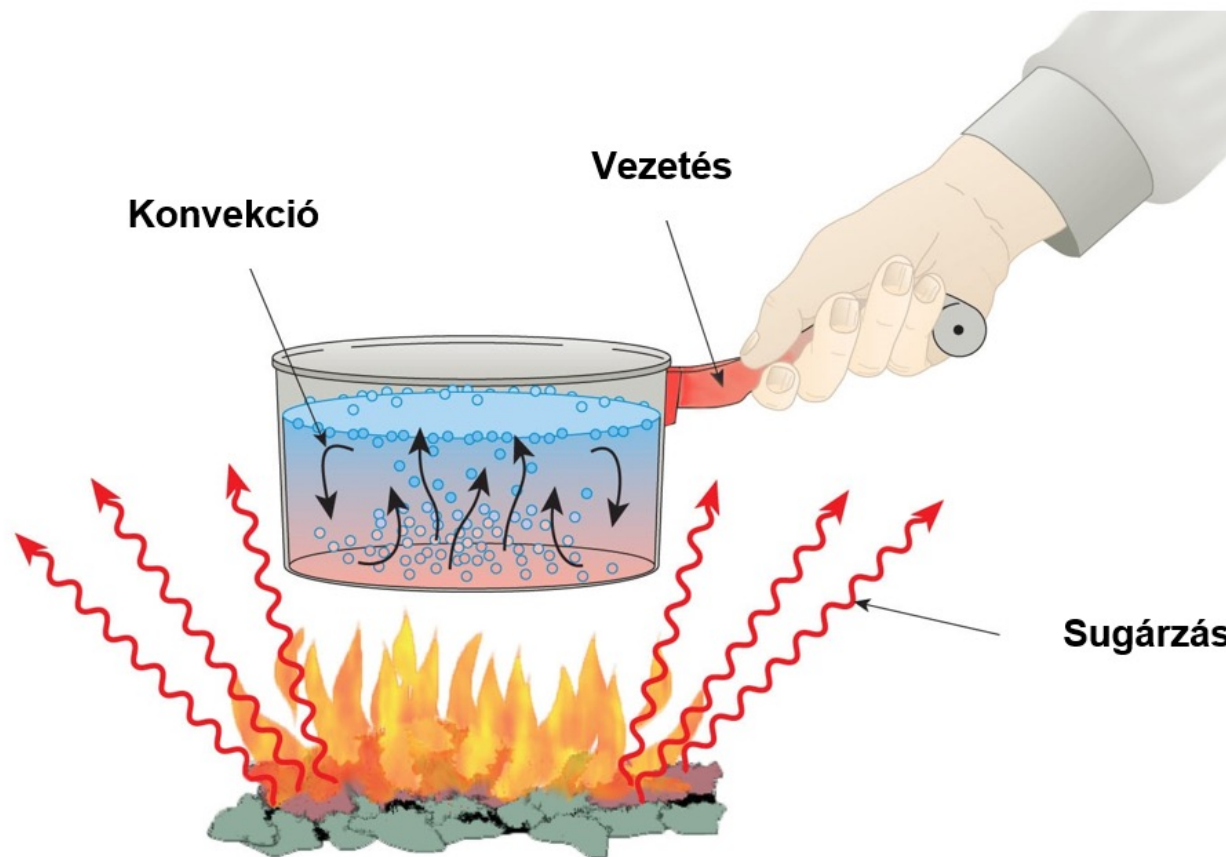


Az európai energiafogyasztás a gazdasági növekedésnek, az építőipar bővülésének és az épületgépészeti szolgáltatások, különösen a HVAC-rendszerek fejlesztésének köszönhetően évente 1,5 százalékkal nő.

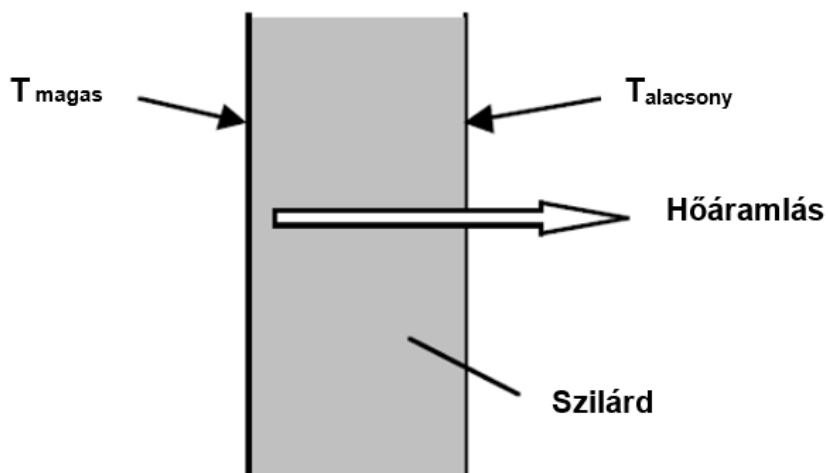
Hőátvitel az épületekben

Az épületekben lejátszódó hőátvitelnek három formája van:

- **Vezetés**
- **Konvekció**
- **Sugárzás**



Hővezetés



A hő olyan közbeeső anyagon keresztül terjed.



Az energiaátadás a testben történik, ellentétben a többi hőátadási móddal.

Konvekciós hőátadás

Szabad konvekció:

A közeg hőmérsékletkülönbsége miatt következik be, ami sűrűségkülönbséghez vezet, és felhajtóerőt eredményez.

Kényszerített konvekció:

Mesterségesen előidézett konvekciós hőátvitelre akkor kerül sor, amikor egy közeget egy külső forrás, például ventilátor vagy szivattyú kényszerít egy felületen való áramlásra.

Sugárzásos hőátadás

1

A sugárzásos hőátadás során az energia anyag megléte nélkül is átvihető a térben.

2

A sugárzás alapvető fontosságú a nagyon forró hőmérsékletű testek, például a Nap esetében, ahol az energiaátadás elektromágneses sugárzás útján történik.

3

Minden létező test energiát bocsát ki fotonok formájában, amelyek véletlen irányban, véletlen fázissal és frekvenciával rendelkeznek.

Az épületek hőszigetelésének háttere



A szigetelés jelentős szerepet játszik az energiatakarékosságban, mivel egy további, nagy hőellenállású réteget hoz létre a belső és a külső környezet között.



A hőszigetelő anyagok nagy hőellenállásukkal (R_{th}) csökkentik a hőenergia áramlását az épületek összetett burkolatán (falak, tetők, ajtók és ablakok) keresztül.



A szigeteléstechikai K+F fő célja, hogy a lehető legnagyobb hőellenállású anyagokat találják meg a legalacsonyabb költségek mellett.

Hőszigetelés lakóépületekben



Energiatakarékosság a csövek, csatornák, berendezések és épületszerkezetek hőveszteségének vagy hőnyereségének csökkentése révén.



Az épületszerkezetek és berendezések felületi hőmérsékletének szabályozása mind a kényelem, mind a személyi védelem érdekében



A nedvesség lecsapódásának megakadályozása az épületszerkezetek felületein



Csökkentse a hőmérséklet-ingadozást a kondicionált térben.



Tűzvédelem biztosítása

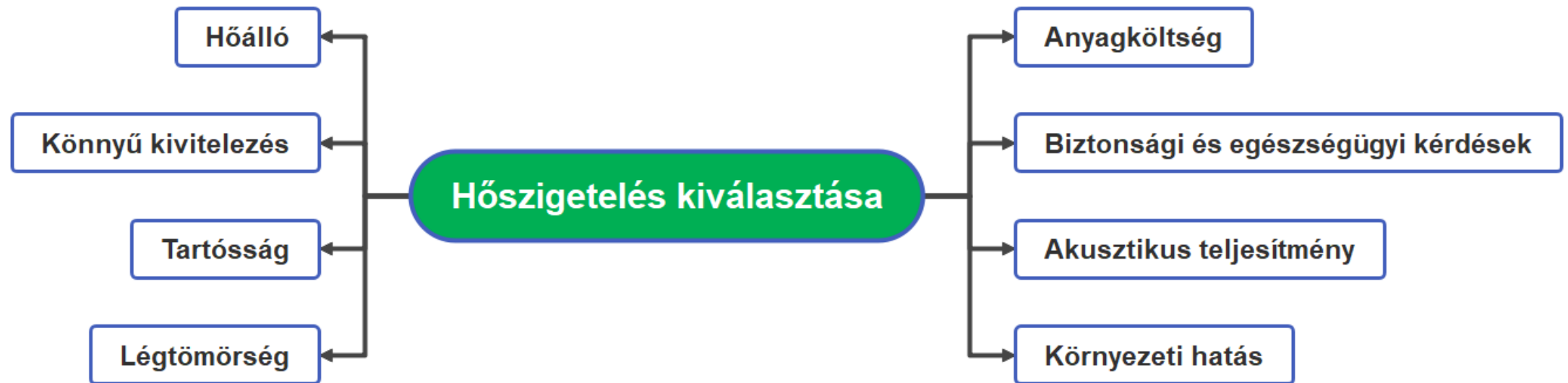


Csökkentse a zaj- és rezgésszintet



Csökkenti a penészképződést

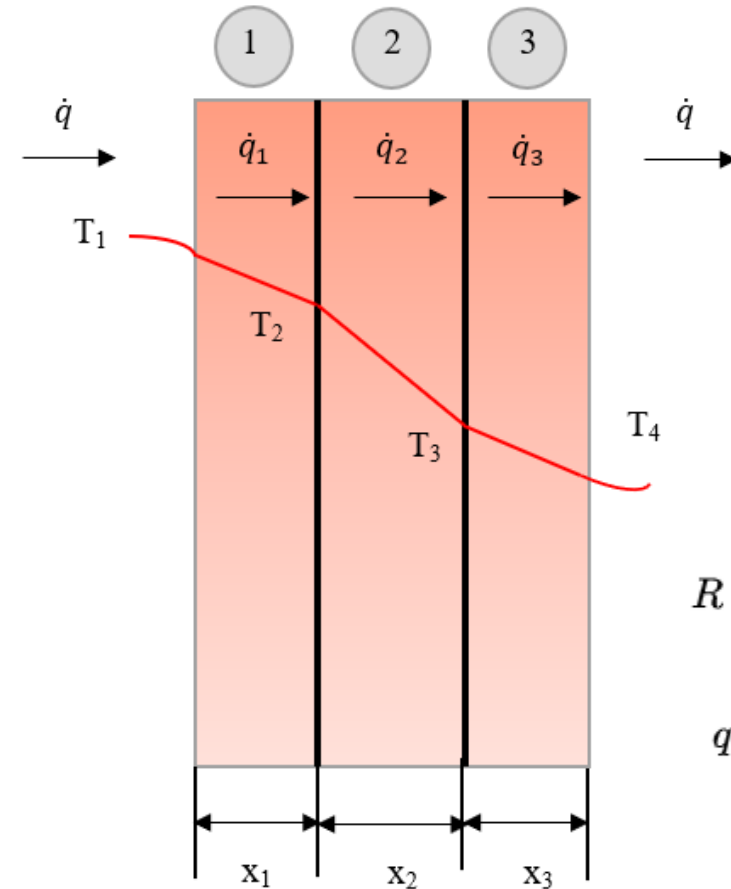
Hogyan válasszuk ki a hőszigetelést



Hőátadás kompozit rétegek falán keresztül

Az évek során az épületgépészek számos újszerű megoldást mutattak be az épületek energiafogyasztásának csökkentésére az épületburkolaton keresztüli hőátadás hangolásával.

➔ **Dinamikus szigetelés (DI)**



$$R = \frac{1}{U} = \frac{\Delta x}{k}$$

$$q_x = -k \frac{dT}{dx}$$

Épület hőszigetelése

A statikus szigetelőanyagok használata csökkentené az épület homlokzatán a külső és belső hőmérsékletkülönbség miatt fellépő hőveszteséget.



Ezzel szemben egy másik megoldás a változó hőellenállású dinamikus szigetelés.

Dinamikus hőszigetelés = Hagyományos hőszigetelés + Dinamikus hőcsere az épületburkolaton belül

A dinamikus szigetelés története

Max von Pettenkoffer professzor
először vizsgálta a DI-t a Münchener
Egyetemen.

19. század

Heinrich Tessenow, több olyan
falszerkezetet vezetett be, amelyek
lehetővé tették a levegő keringését.

1909

A modern DI koncepcióját először az
1960-as években fejlesztették ki a
norvégiai mezőgazdasági
épületekben.

1960s

A Trondheimi Egyetem Norvég
Technológiai Intézete dinamikus
szigetelt mennyezetet hozott létre
beépített hőtárolóval.

1970s

Egy 1993-ban Japánban végzett
tanulmány szerint egy családi ház
átviteli veszteségének 50%-a lehetett
dinamikus szigeteléssel vissza lehet
nyerni

1993

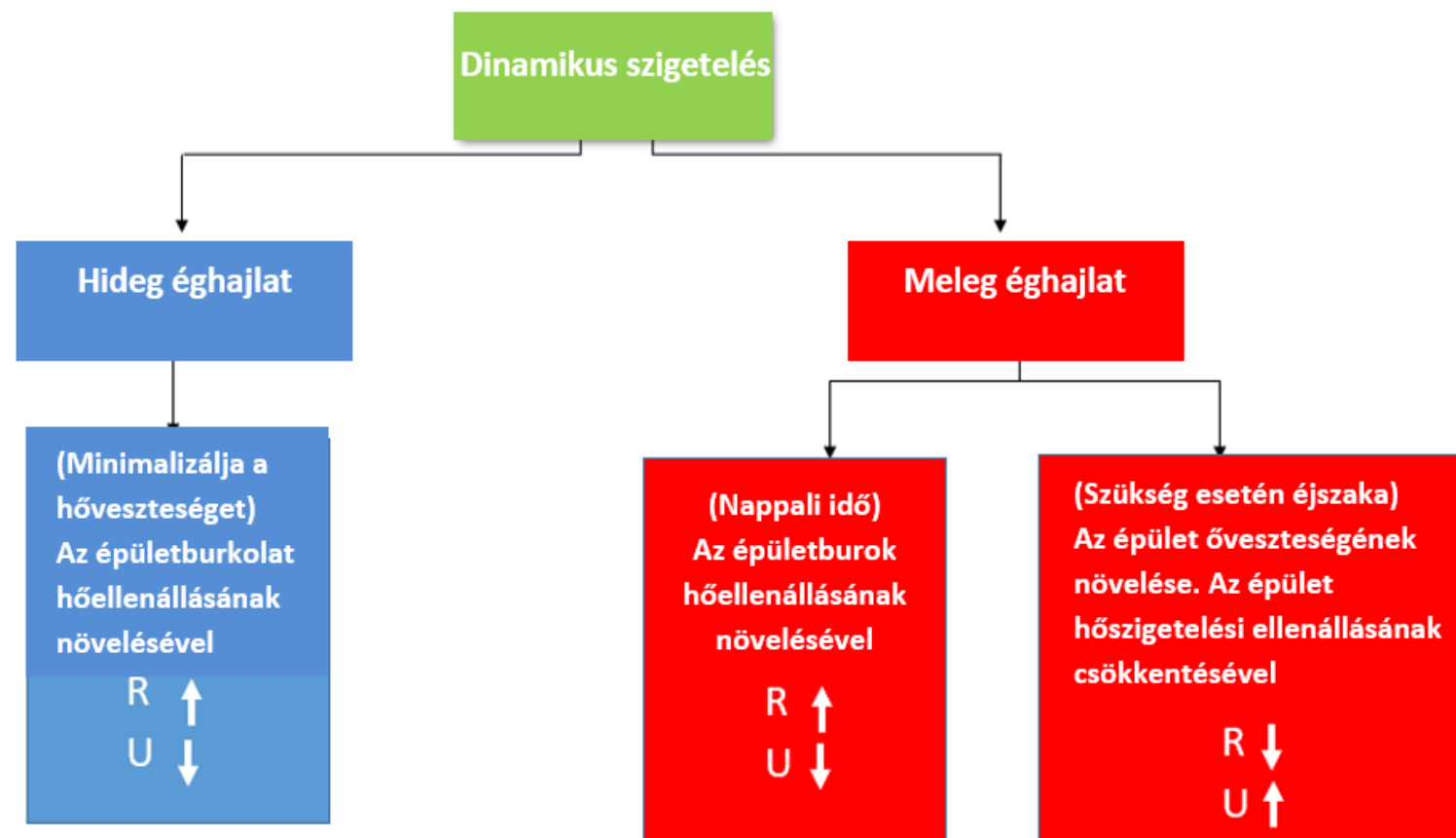
Két dinamikus szigetelt norvég
lakóépületben huzat nélkül nulla U-
értéket értek el.

1990's

A kutatók elkezdtek tanulmányozni a
dinamikus szigetelés fizikáját.

1980s

Lehetséges dinamikus szigetelési stratégiák az éghajlat és a felhasználási cél alapján



Dinamikus szigetelés



Két alapelv alapján:



Pro-fluxus hőcserélő, a légáramlás és a hőáram azonos irányban mozog.



Kontra-fluxus hőcserélő, a légáram és a hőáram ellentétes irányban mozognak

Dinamikus szigetelés

pro-flux

Kontra-fluxus



A dinamikus szigetelés előnyei



A rendszer hőcserélőként is működhet, azaz a beltéri szellőzés télen előmelegíthető, nyáron pedig előhűthető.



A DI légszűrőként működhet, jobb beltéri levegőminőséget biztosítva.

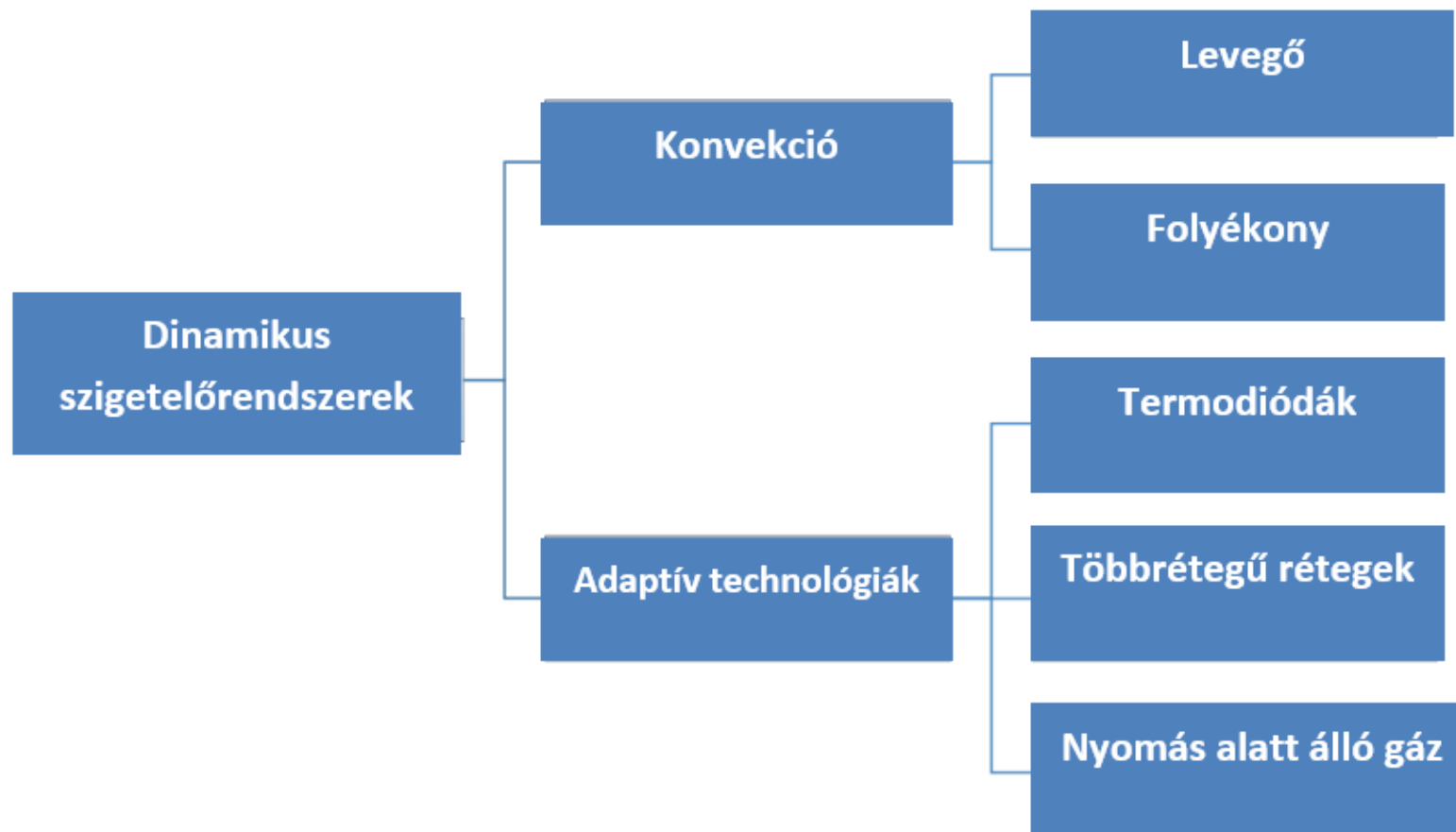


Korlátozza a vízgőz bejutását a belső térbe, csökkentve a belső páralecsapódás és a penész kialakulásának veszélyét.



Az épületszerkezeten keresztüli hőveszteség sokkal kisebb lenne a DI

Elérhető alkalmazások



Dinamikus szigetelés levegővel



Két fő típusból áll:

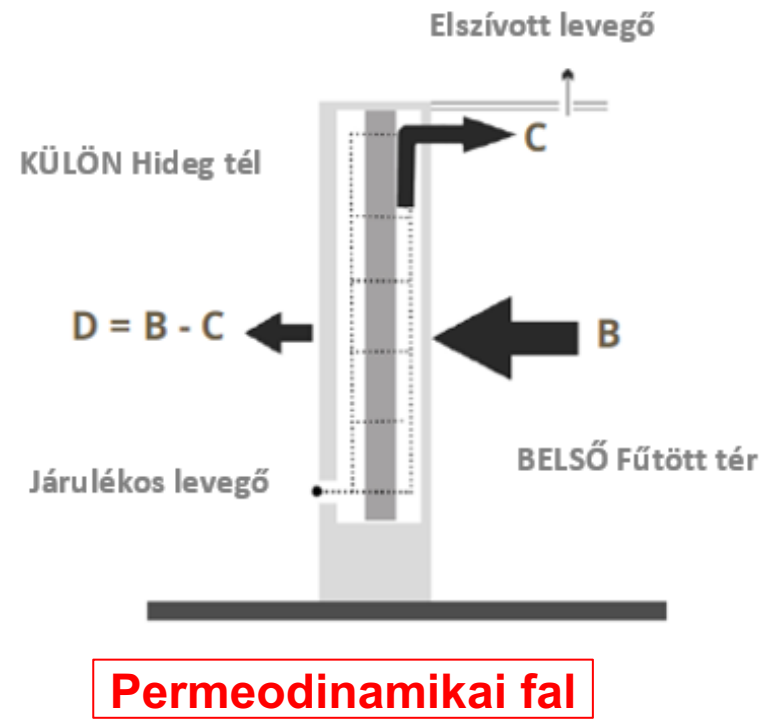
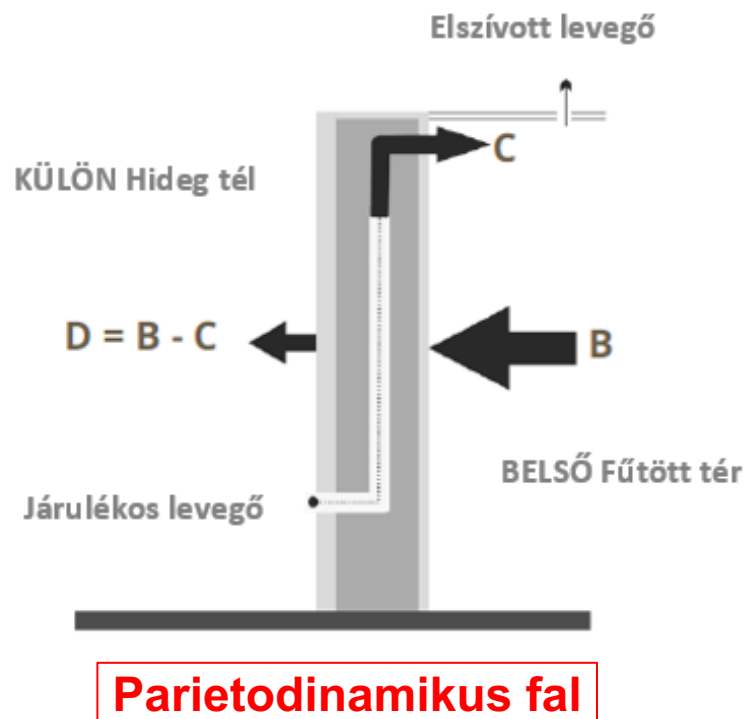


A falban lévő üregek a levegő keringtetésére (**parietodinamikus fal**).

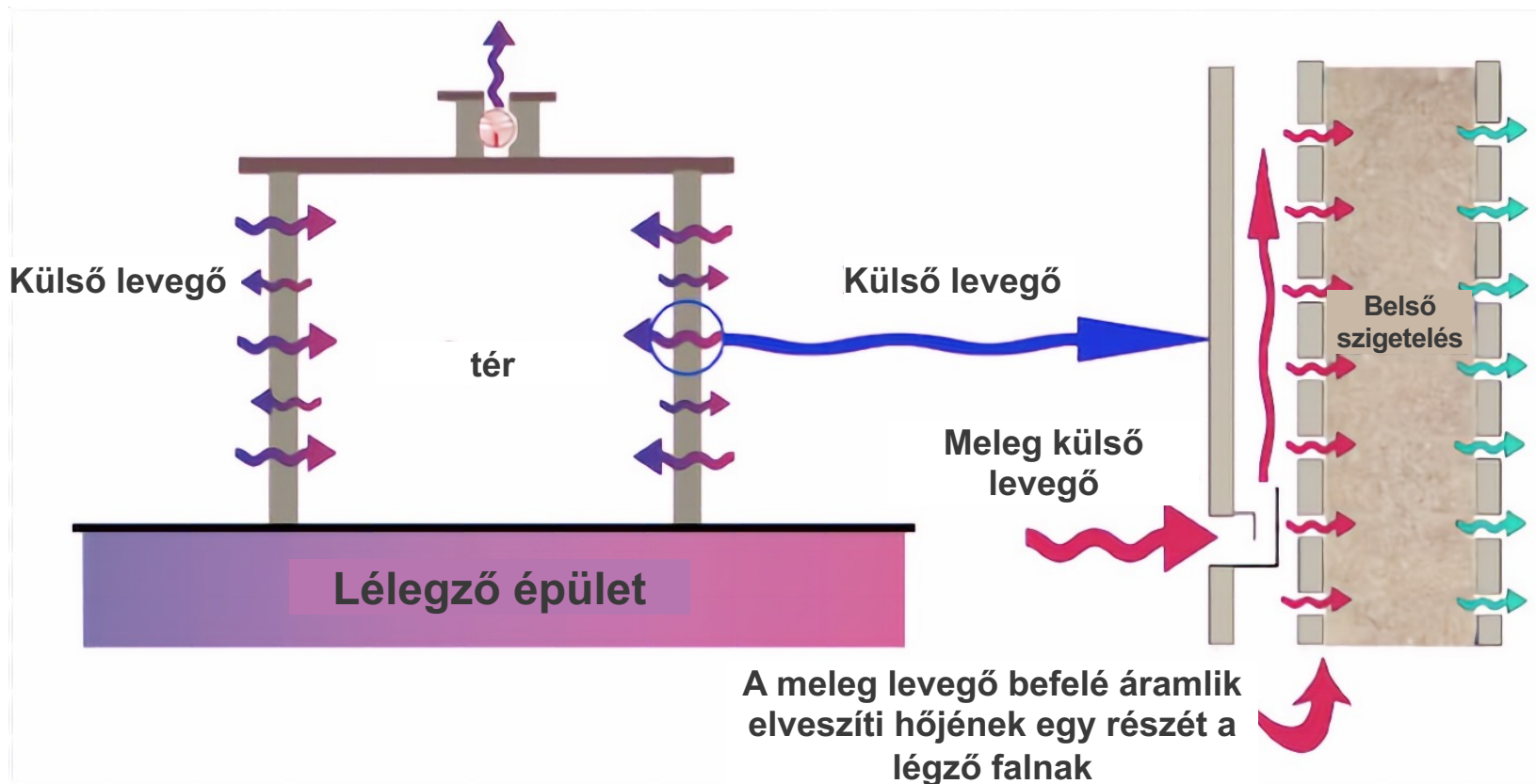


Légző falak használata, amely egy légáteresztő fal kialakítása, amely átengedi a levegőt (**permeodinamikus fal**).

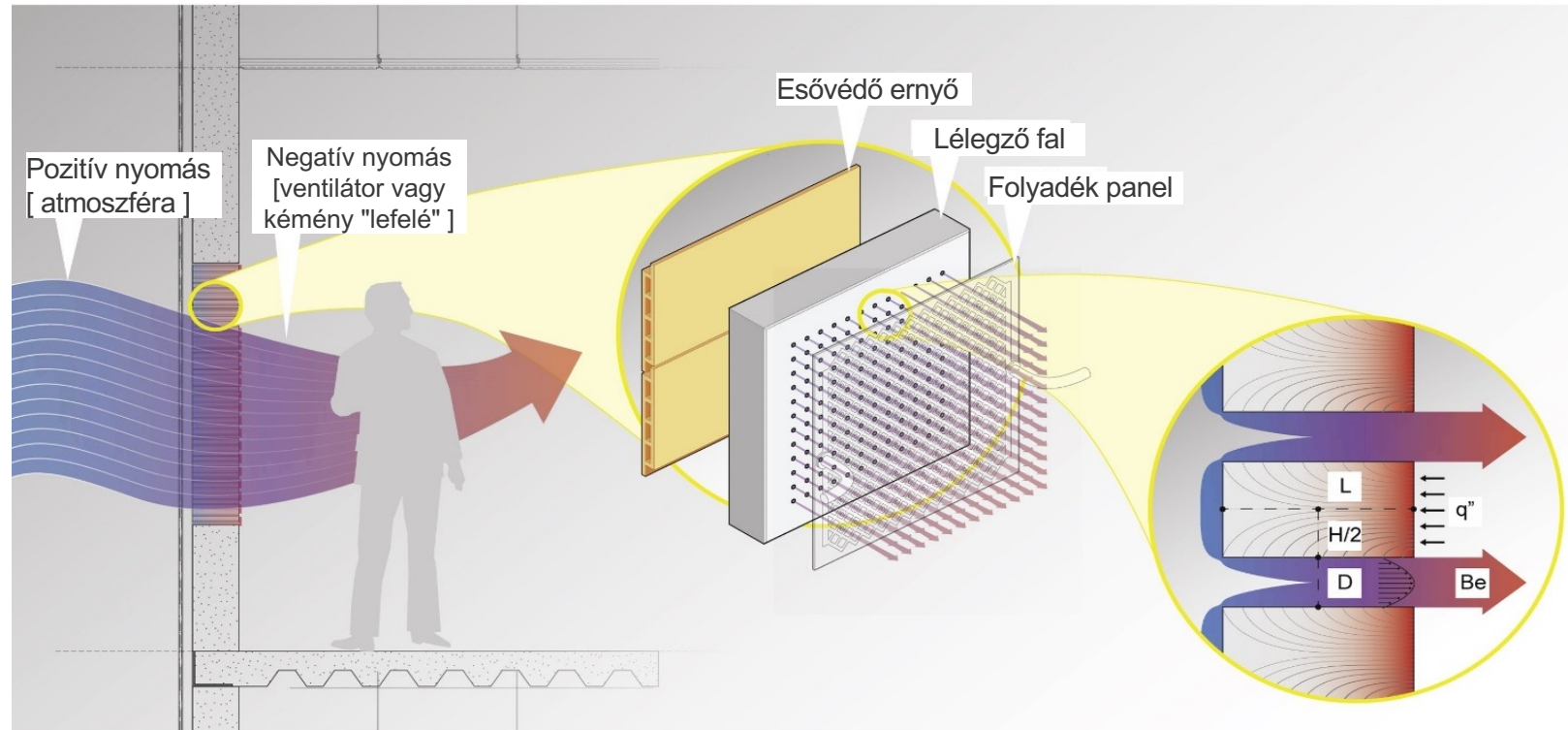
Dinamikus szigetelés levegővel



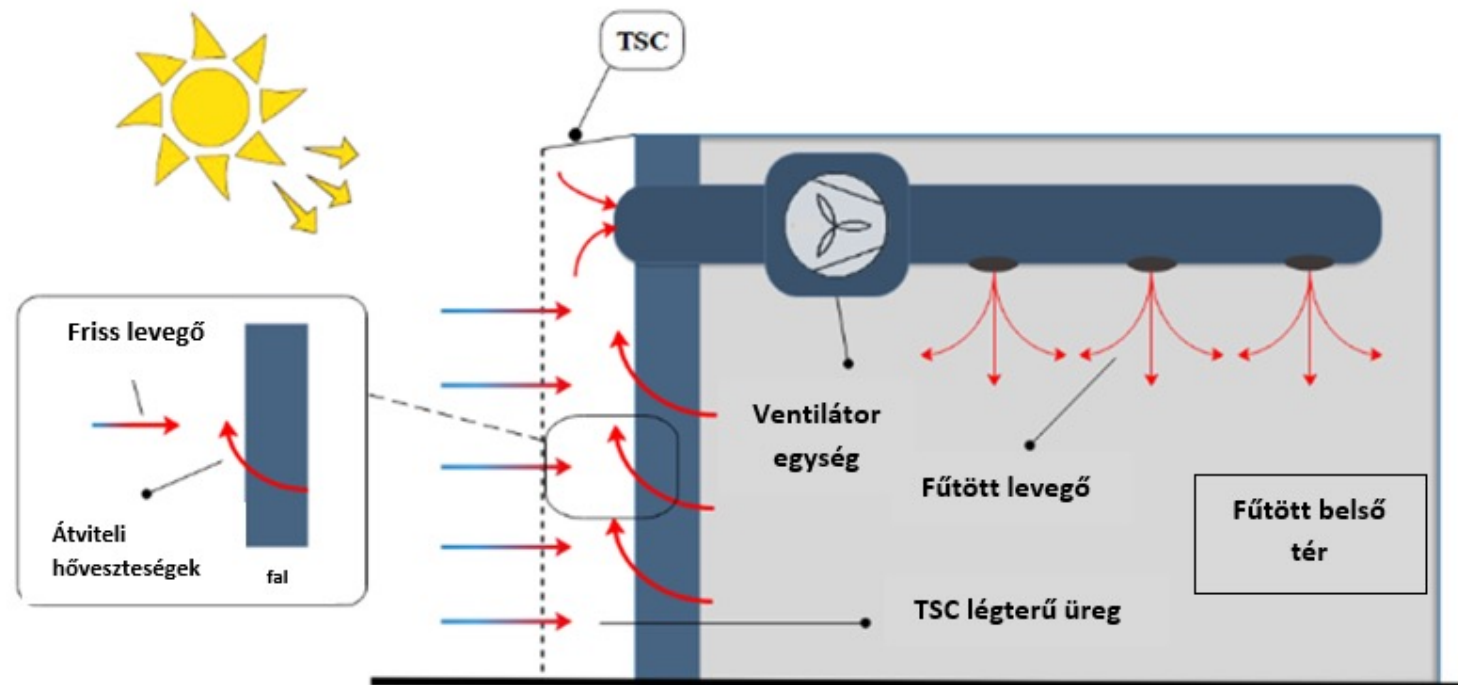
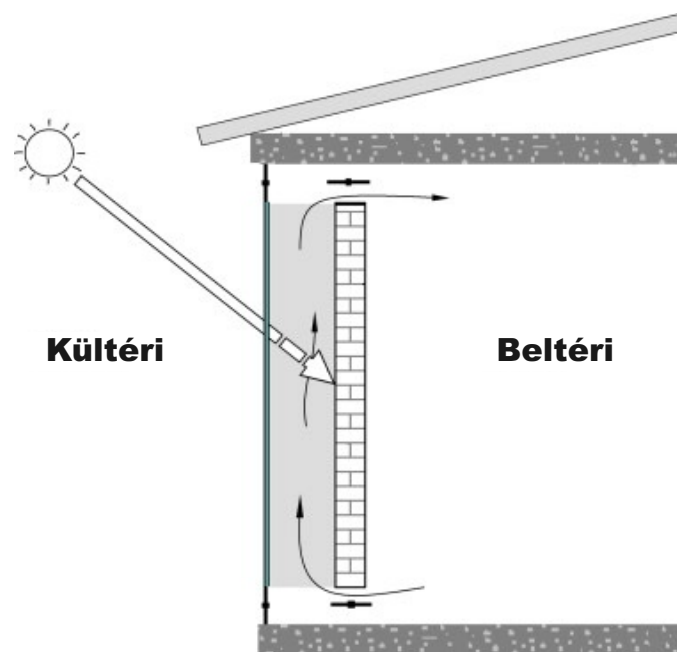
Dinamikus szigetelés levegővel



Dinamikus szigetelés levegővel



Légdinamikai szigetelést alkalmazó alkalmazások



Trombe-fal Napkollektor (TSC)

Dinamikus szigetelés folyadékkal



A DI-t folyadékok, például víz vagy hűtőközeg felhasználásával alkalmazzák.

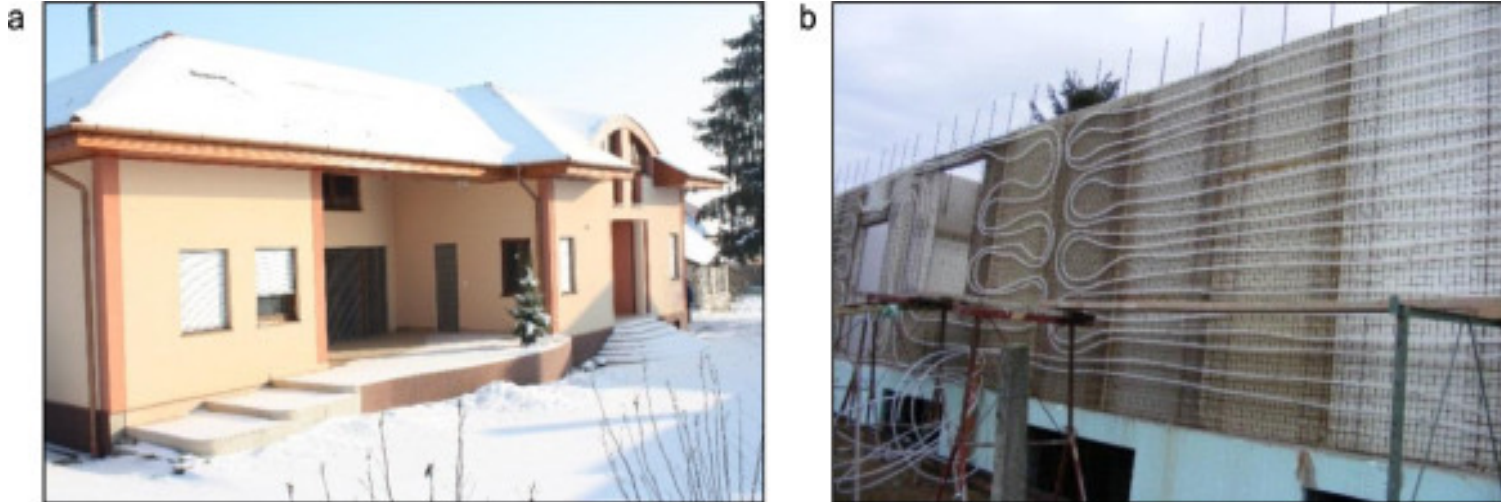


Egy csőrendszer van elhelyezve az épületburkolat szerkezetén belül, amelyben a fűtő- és hűtőközeg a kívánt alkalmazástól függően kering.



Tanulmányok kimutatták, hogy az ilyen rendszer használata javította a hőkomfortot nyáron és télen, és 63%-kal csökkentette a hőveszteséget a hagyományos statikus szigetelőanyagokhoz képest.

Dinamikus szigetelés folyadékkal



A kutatás során kísérleti jelleggel egy nyíregyházi családi házat vizsgáltak.

Dinamikus szigetelés adaptív szigetelési technológiák



A levegő vagy folyadék által történő dinamikus konvekciós szigetelés előnyei ellenére a módszer számos kihívással jár.



Ezek a kihívások a rendszer tervezésének összetettségével és a folyadékok keringetéséhez szükséges mechanikus alkatrészekkel kapcsolatosak.



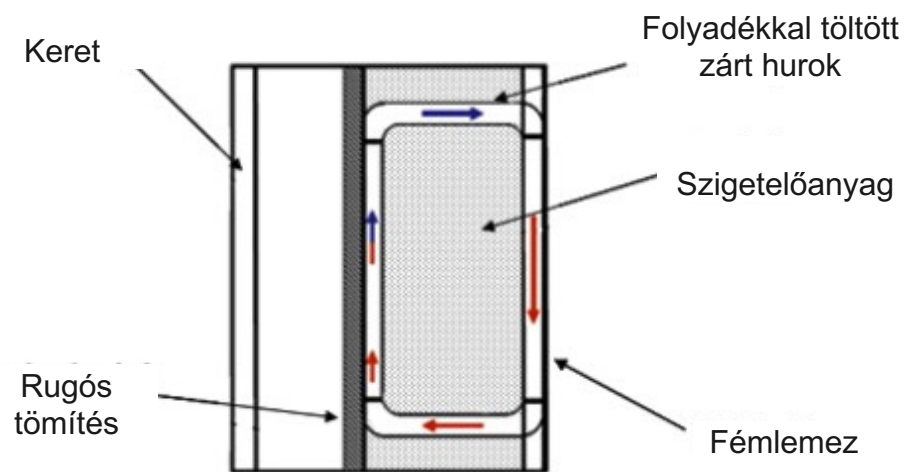
Ezért vannak más megközelítések is, amelyekkel a kutatók a technológiát az épületek homlokzatába integrálták.

Termodiódák használata

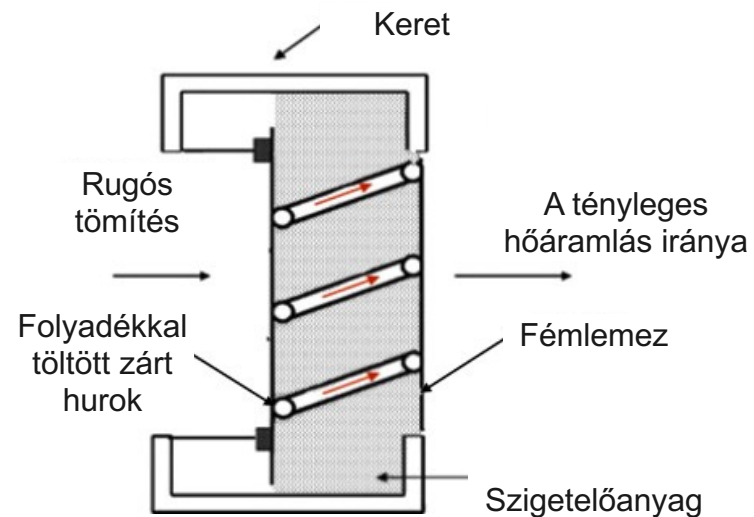
Kétirányú termodióda használata, amely az egyik irányban képes hőt átadni, a másik irányban pedig szigetelést biztosítani.

Az eredmények azt mutatták, hogy ez a rendszer a környezetből elnyelt sugárzás akár 40%-át is át tudja vinni a beltérbe.

Termodiódák használata



Felülnézet



Oldalnézet

Többrétegű rétegek használata



Többrétegű szigetelés, lehetővé teszi a magas és alacsony R-értékek közötti váltást.



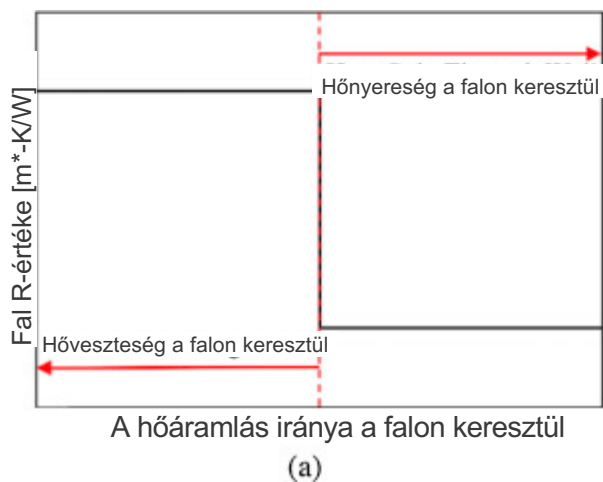
Kimber; Park és mások javasolták az új multifunkcionális szigetelést, ahol a különböző szempontok mind a szigetelő, mind a vezető konfigurációra összpontosítottak.



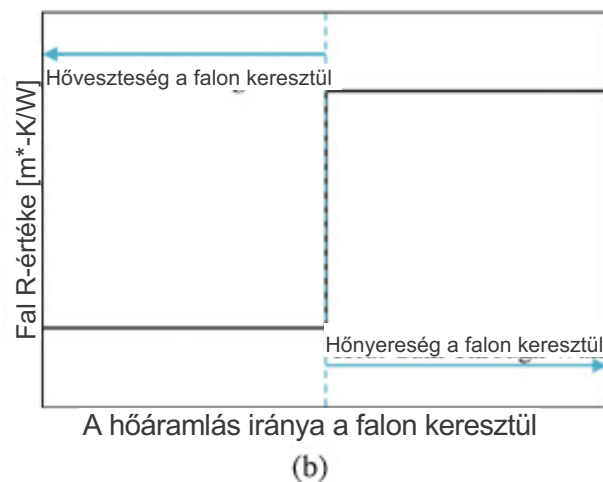
A szigetelőanyagot a beltéri és a kültéri hőmérsékletkülönbségek alapján napi, heti vagy szezonális szabályozási stratégiák segítségével lehet beállítani.

Többrétegű rétegek használata

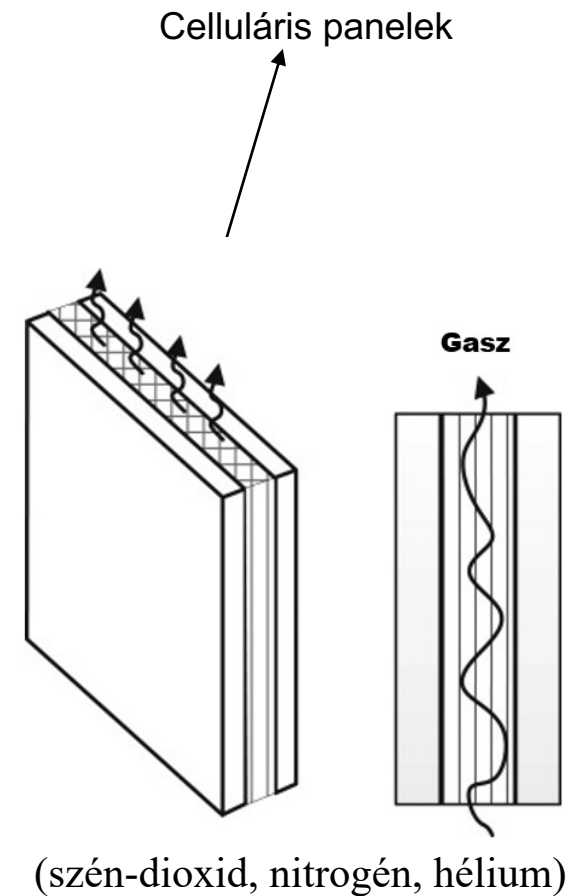
Hűtési szezon (nyár)



Éjszaka



Napközben



Nyomás alatt lévő gáz használata

A gáznyomással változó ellenállás (dinamikus U-érték) kialakítására többféle megközelítést alkalmaztak.

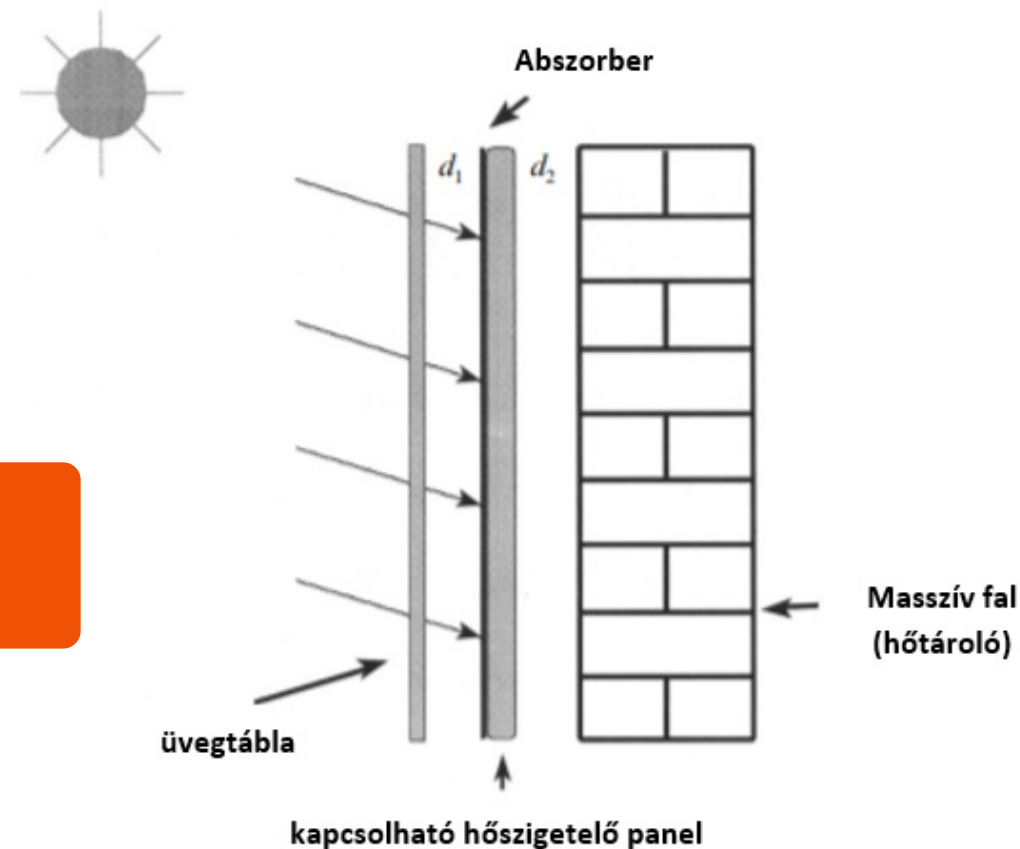
A kutatók gáznyomással szabályozott, változó vezetőképességű vákuumszigetelő rétegeket használtak, mint például a Hidrogén

Az eredmények azt mutatják, hogy a DI sokkal magasabb értéket ad, mint a statikus U-érték. Ez felhasználható vékonyabb falak készítésére, a hőteljesítmény csökkenése nélkül.

Nyomás alatt lévő gáz használata

A hővezető képesség megváltoztatása fémhidrid használatával a H₂-gáznyomás megváltoztatására egy panelen belül

A vezetőképesség körülbelül 50-szeresére változtatható.



Mechanizmus	Leírás	Megközelítés	Hivatkozás
Konvekció (levegő)	Az előmelegített levegő a szigetelésen keresztül a hidegebb külső levegőből a fűtött épületbe áramlik.	Kísérleti mérések összehasonlítása egy matematikai modellel	(Brunsell, 1994)
	Hőátadási tanulmány dinamikus szigetelésű lakófalhoz.	Numerikus elemzés	(Morrison et al., 1992)
	Üreges tér dinamikus szigetelés (VSDI).	Áramlásszimuláció Solidworks segítségével	(Imbabi, 2012)
	Moduláris légzőpanel	1-D analitikus modell	(Imbabi, 2006)
	Légáteresztő épület szellőzéssel ellátott burkolati elemek.	Numerikus analízis (véges differencia módszer FDM) MATLAB segítségével	(Ascione et al., 2015)
	Áttetsző dinamikus szigetelőrendszer burkolata kapcsolható szigeteléssel.	Kísérleti mérések és szimulációs ábrázolás a TRNSYS segítségével	(Pflug et al., 2015)
Konvekció (folyadék)	Közvetlen kapcsolat a homlokzati elem és a talajhőcserélő között.	Kísérleti mérések	(Kisilewicz et al., 2019)
	Aktív hangoló épületfalba ágyazott kapilláriscső-hálózat.	Matematikai modell és MATLAB-elemzés	(Niu & Yu, 2016)
	Mozgatható válaszfal két, különböző hőtani tulajdonságú folyadékkal töltött rés között.	Analitikus hőátadási modell	(Al-Nimr et al., 2009)
	Vízbázisú termoaktív falszigetelő.	Kísérleti mérések	(Figiel & Leciej-Pirczewska, 2020)
Adaptív szigetelési technológiák			
Termodiódák	Kétirányú termodióda panelek.	Kísérleti mérések és analitikus hőátadási modell	(Varga et al., 2002)
	Kétirányú termodióda.	Kísérleti mérések	(Chun et al., 2009)
Többretegű rétegek	Összeomló légrétegek száma.	Matematikai modell	(Kimber et al., 2014)
	Dinamikus szigetelőpanelek szabályozható hőellenállással.	Szimulációs ábrázolás	(Park et al., 2015)
Gáznyomás	Változó vezetőképességű szigetelés.	Kísérleti mérések és matematikai modell	(Benson et al., 1994)
	Változó nyomás az aerogél takarón.	Kísérleti mérések és szimulációs ábrázolás	(Berge et al., 2015)
	Hidrogén adszorpciója/deadszorpciója	Szimulációs ábrázolás	(Horn et al., 2000)

Köszönjük a figyelmet!

Dinamikus szigetelőrendszerek

Mohammad Fawaier, PhD jelölt

Dátum: november 2021

fawaier@epget.bme.hu



Erasmus+

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS