

SZOLÁR LEVEGŐFŰTÉS

Dr. Bokor Balázs

egyetemi adjunktus

2020. október 5.

Higher Education Package for Nearly Zero Energy
and Smart Building Design



Erasmus+

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



A LEVEGŐ, MINT HŐHORDOZÓ KÖZEG

Előnyök

- Korlátlan mennyiségben rendelkezésre áll
- Nincsen fagyveszély
- Huzamosabb ideig szünetelő hőelvétel (stagnáció) mellett nem károsodik a rendszer

Hátrányok

- A vízhez képest alacsonyabb fajhő
 - $c_{p,lev,0^{\circ}C} = 1,005 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
 - $c_{p,víz,0^{\circ}C} = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
- Alacsony a levegőoldali hőátadási tényező

SZOLÁRIS LEVEGŐFŰTÉS, HOL ALKALMAZHATÓ?



A kép forrása: www.haus-bauen.com



A kép forrása: www.vegylgep.bme.hu



A kép forrása: www.solarwall.com

Családi házak

- Magas komfortigény
- Kiegészítő fűtésként
- Gépi szellőztetés eleme lehet

Irodaépületek

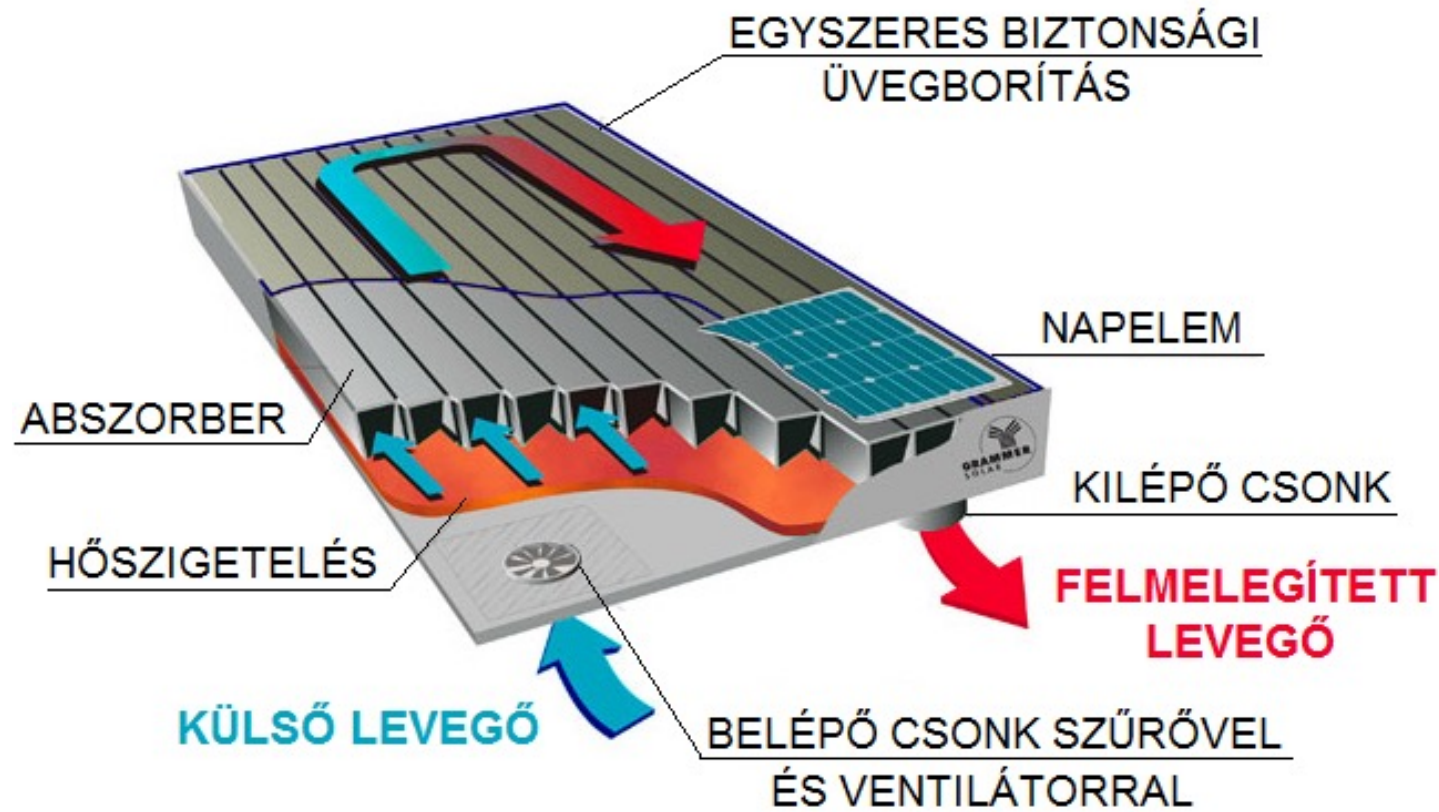
- Üvegezési arány nagy
- Szoláris nyereség nagy
- Belső hőterhelés nagy
- Korlátozott lehetőségek

Üzemcsarnokok

- Gépi szellőztetési igény nagy
- Alacsony szoláris nyereség
- Komfortigény alacsony

MODULÁRIS KOLLEKTOROK

Felépítés



Lehetséges üzemállapotok

- Frisslevegős üzem
- Recirkuláltatott levegős üzem

MODULÁRIS, NAPELEMES KOLLEKTOROK FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEI



Alpesi menedékházak fűtése

- messze az áramhálózattól
- kedvező körülmények a napenergia hasznosításához

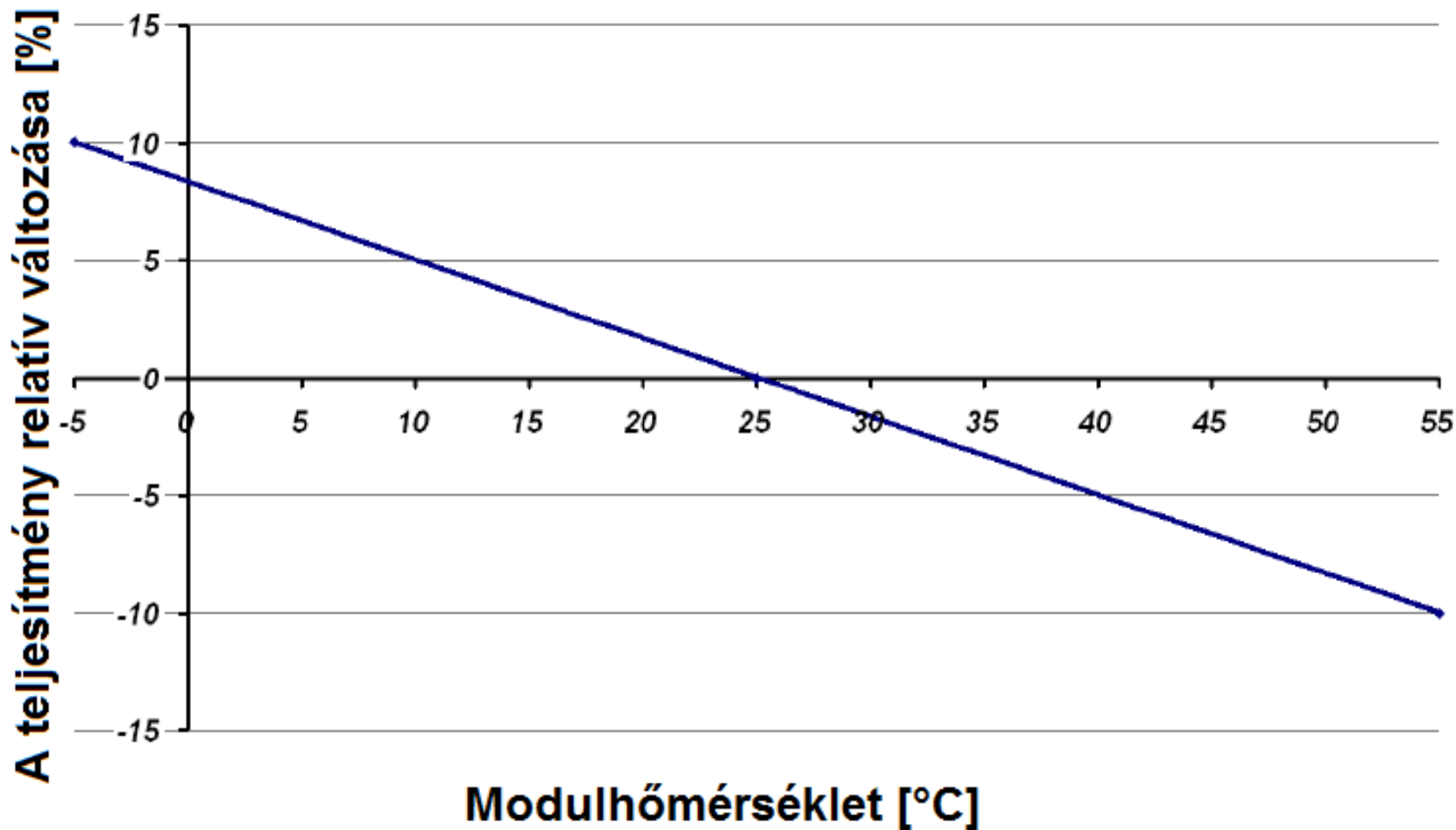


Ritkán használt épületek (pl.: nyaralók)

- napsütés hatására magától bekapcsol
- védi az épületszerkezetet és a berendezést a túl alacsony hőmérséklet okozta károsodásoktól

PV-T HIBRID KOLLEKTOROK

Kristályos szilíciumcellák teljesítményének hőmérsékletfüggése

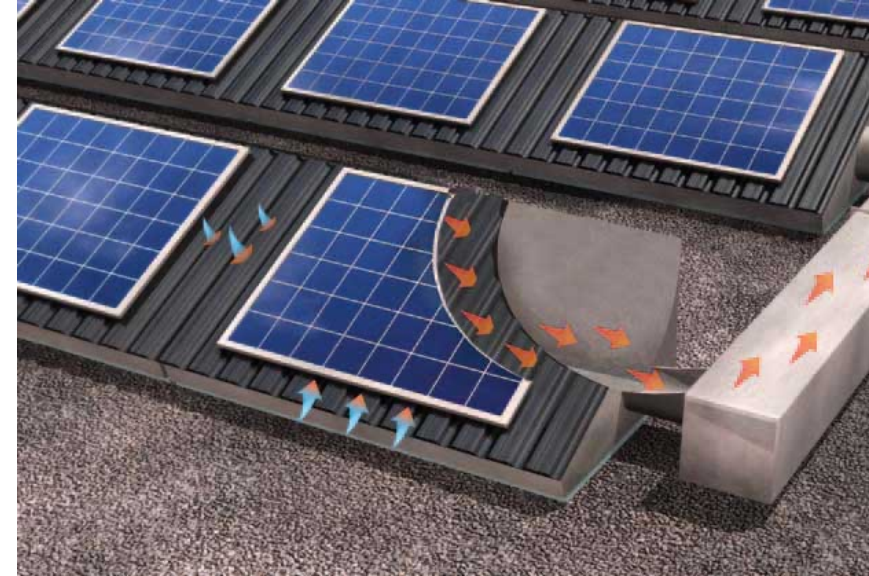


A kép forrása: www.grammer-solar.com

PV-T HIBRID KOLLEKTOROK



A kép forrása: www.ee-news.ch



A kép forrása: logixicf.com

- Levegőáramlás zárt csatornában
- Uszodaépület tetején
Németországban
- Környező levegő elszívása
perforált abszorberen keresztül

A SZOLÁRFAL RENDSZER



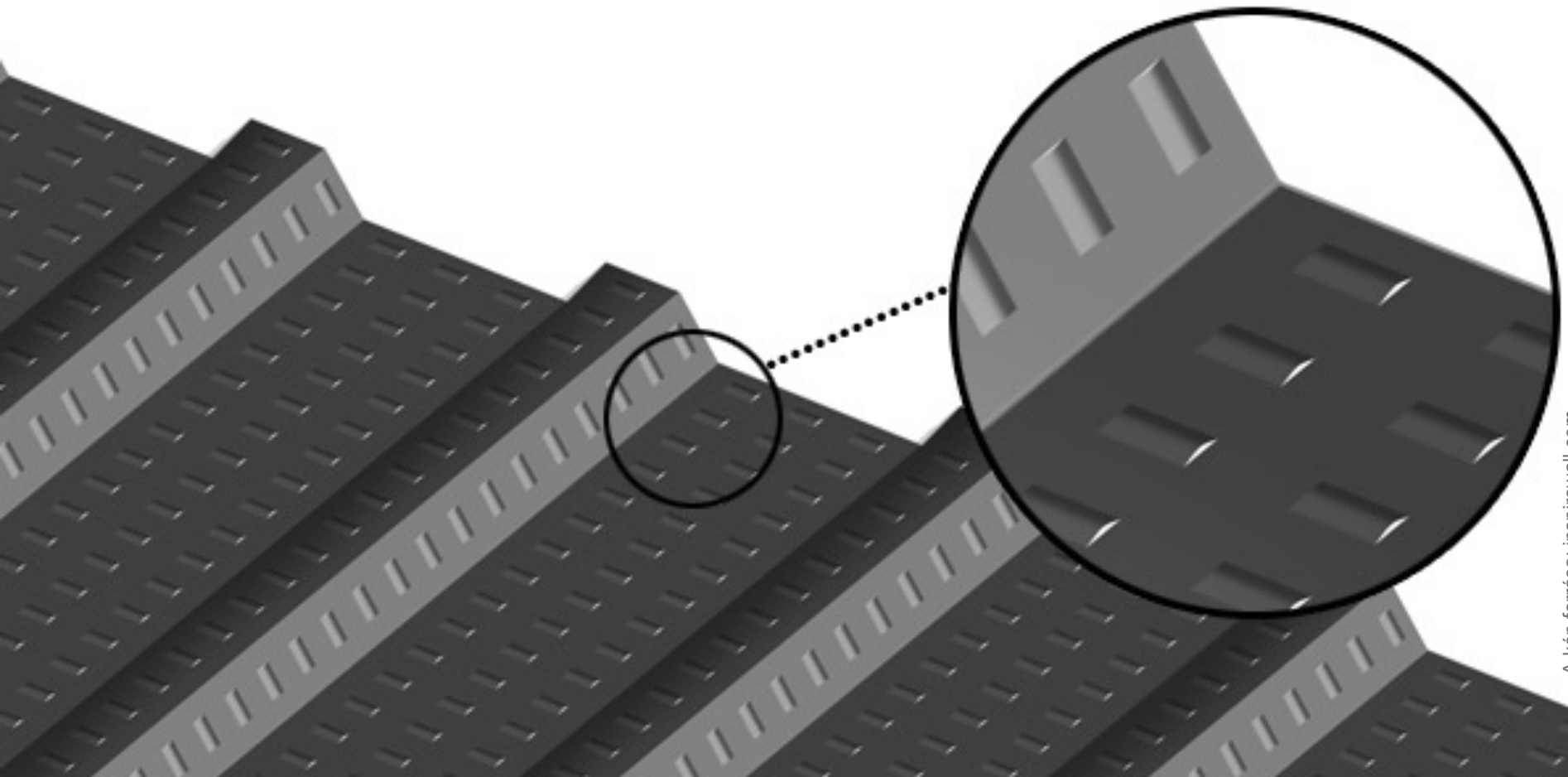
Bombardier Canadair repülőgép
szerelőcsarnok, Montreal

10.000 m² kollektorfelülettel a
világ legnagyobb szolárfal
rendszere

A kép forrása: www.solarwall.com

A SZOLÁRFAL RENDSZER

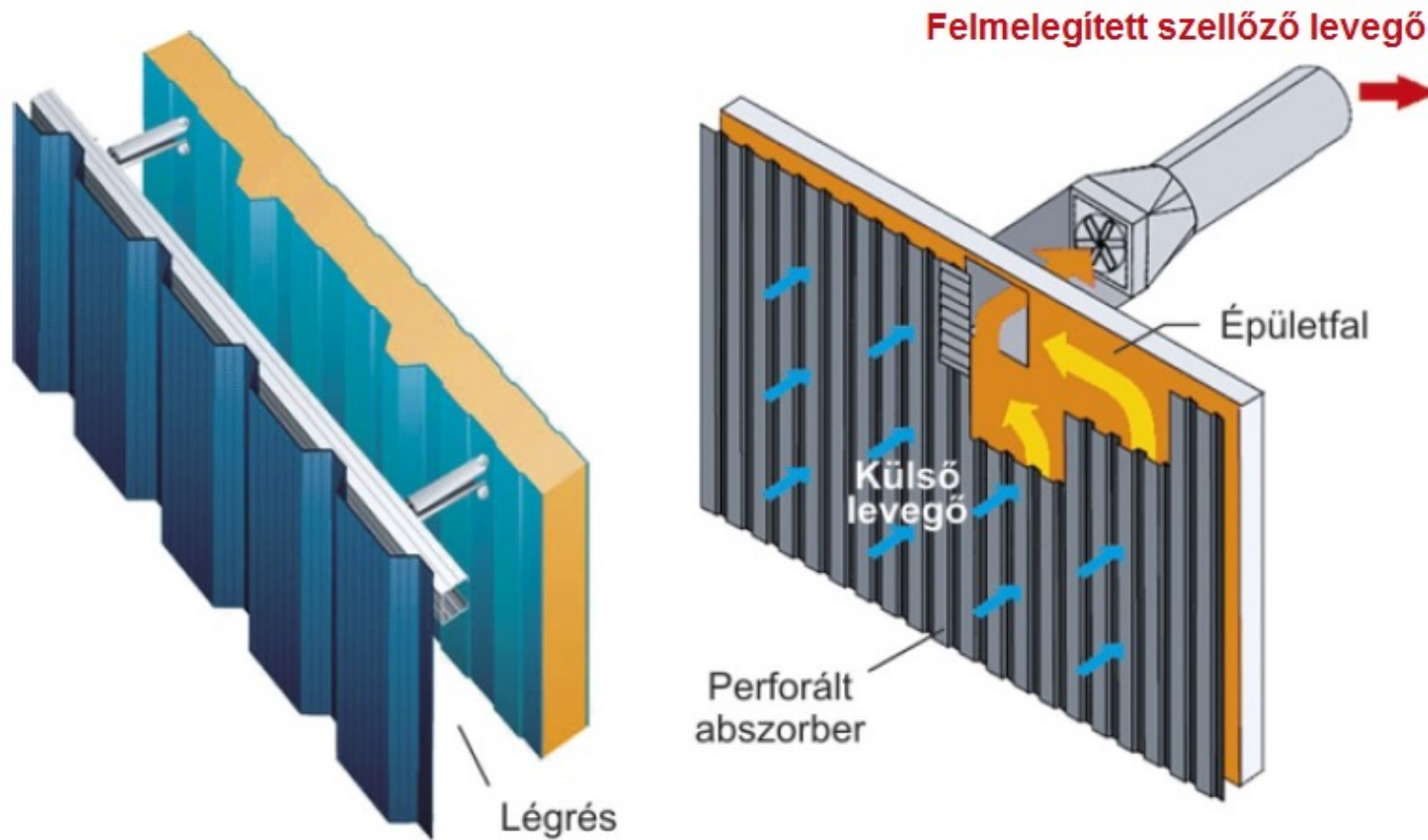
Az abszorberlemez kialakítása



A kép forrása: inspirewall.com

- Az abszorber szilárdsági és esztétikai megfontolásokból trapézlemez
- Szín a megrendelő igényei szerint

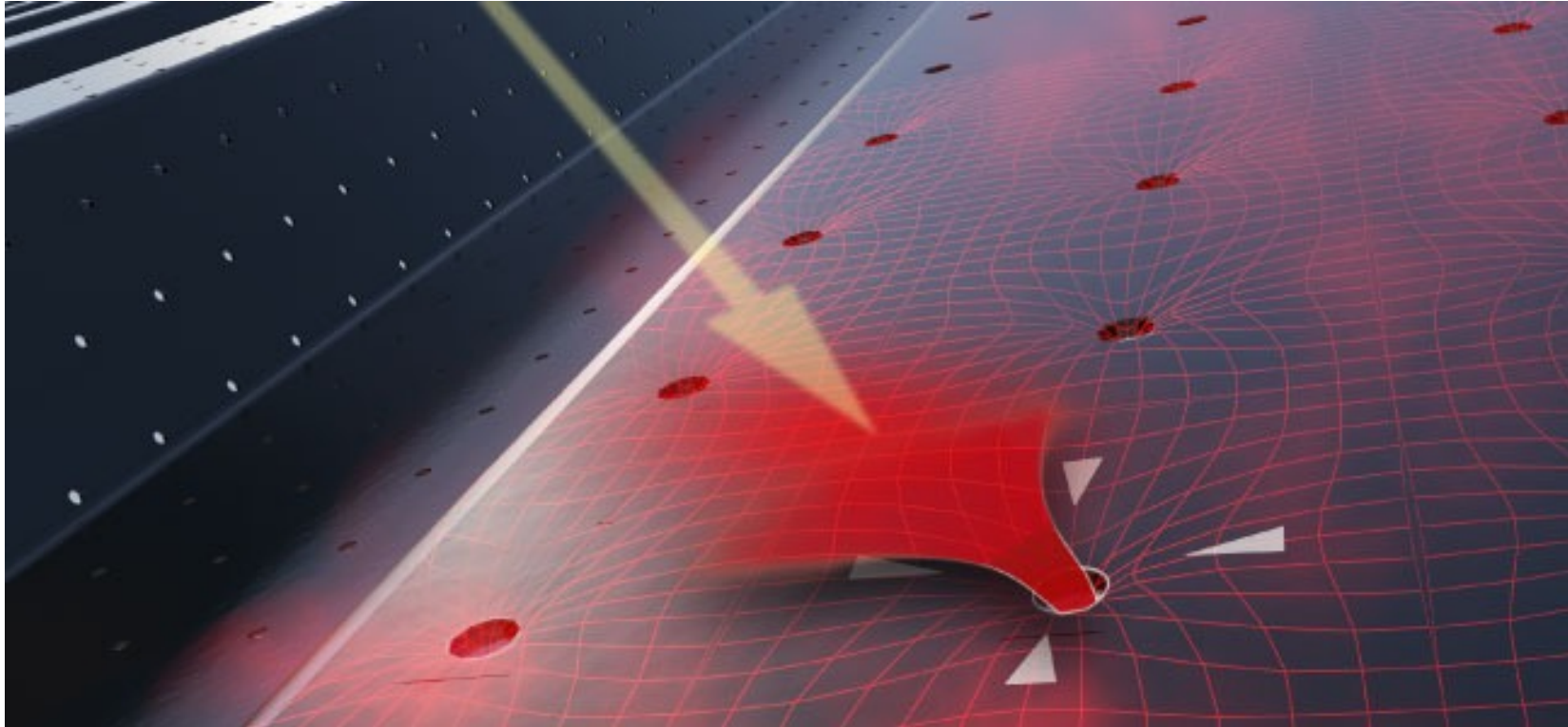
A SZOLÁRFAL RENDSZER: FELÉPÍTÉS ÉS MŰKÖDÉSI ELV



- Abszorberlemez: sötét színű perforált trapézlemez
- A légkezelők a légrésből szívják az abszorberlemezen keresztül
- Hőcsere a perforált lemez átáramlása során

A kép forrása: tatasteel.com és ecobuildtrends.com

A SZOLÁRFAL RENDSZER: FELÉPÍTÉS ÉS MŰKÖDÉSI ELV



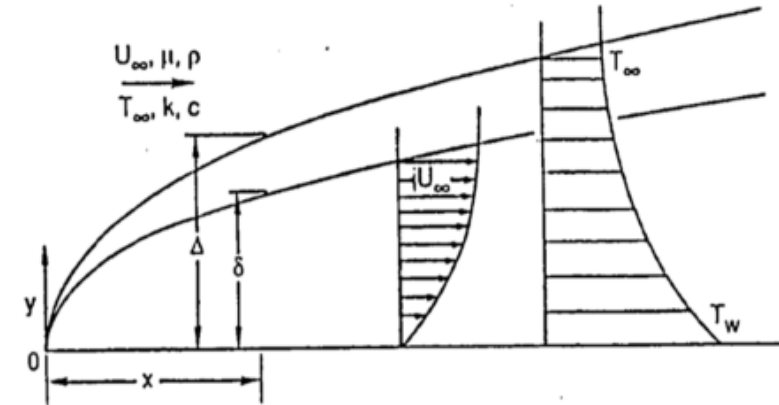
- Az abszorberlemez külső felületén felmelegszik a határréteg
- Ezt egyenletesen beszívjuk a légrésbe
- Folyamatosan hasznosítjuk a határréteget, ahonnan a konvektív veszteségek származnának

A kép forrása: matrixairheating.com

A SZOLÁRFAL RENDSZER: FELÉPÍTÉS ÉS MŰKÖDÉSI ELV

Határréteg elszívás nélküli lemezen

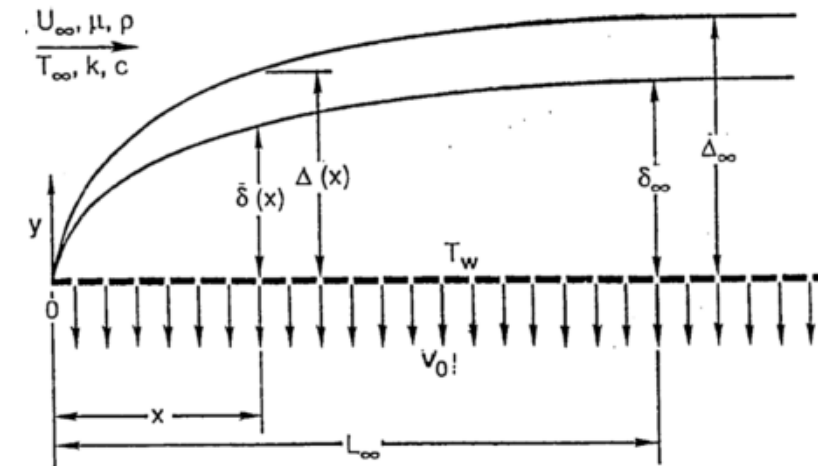
- A lamináris határréteg $x^{1/2}$ függvény szerint vastagodik
- A turbulens határréteg $x^{4/5}$ függvény szerint vastagodik



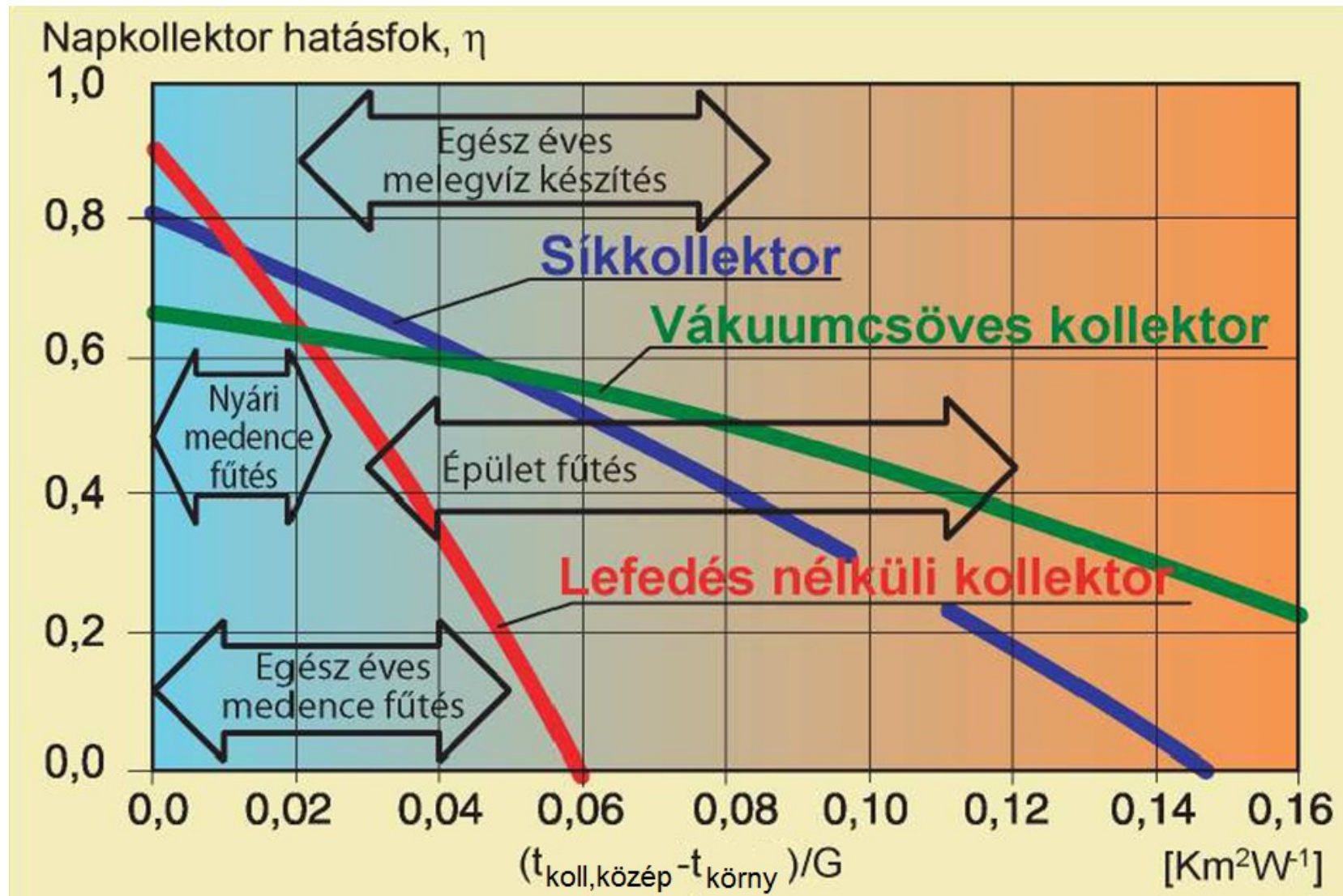
Határréteg homogén elszívású lemezen

- A határréteg vastagodása aszimptotikus jellegű
- A határréteg stabilitása:

$$Re_{\text{krit, elszívás}} = 130 \cdot Re_{\text{krit, elszívás nélkül}}$$

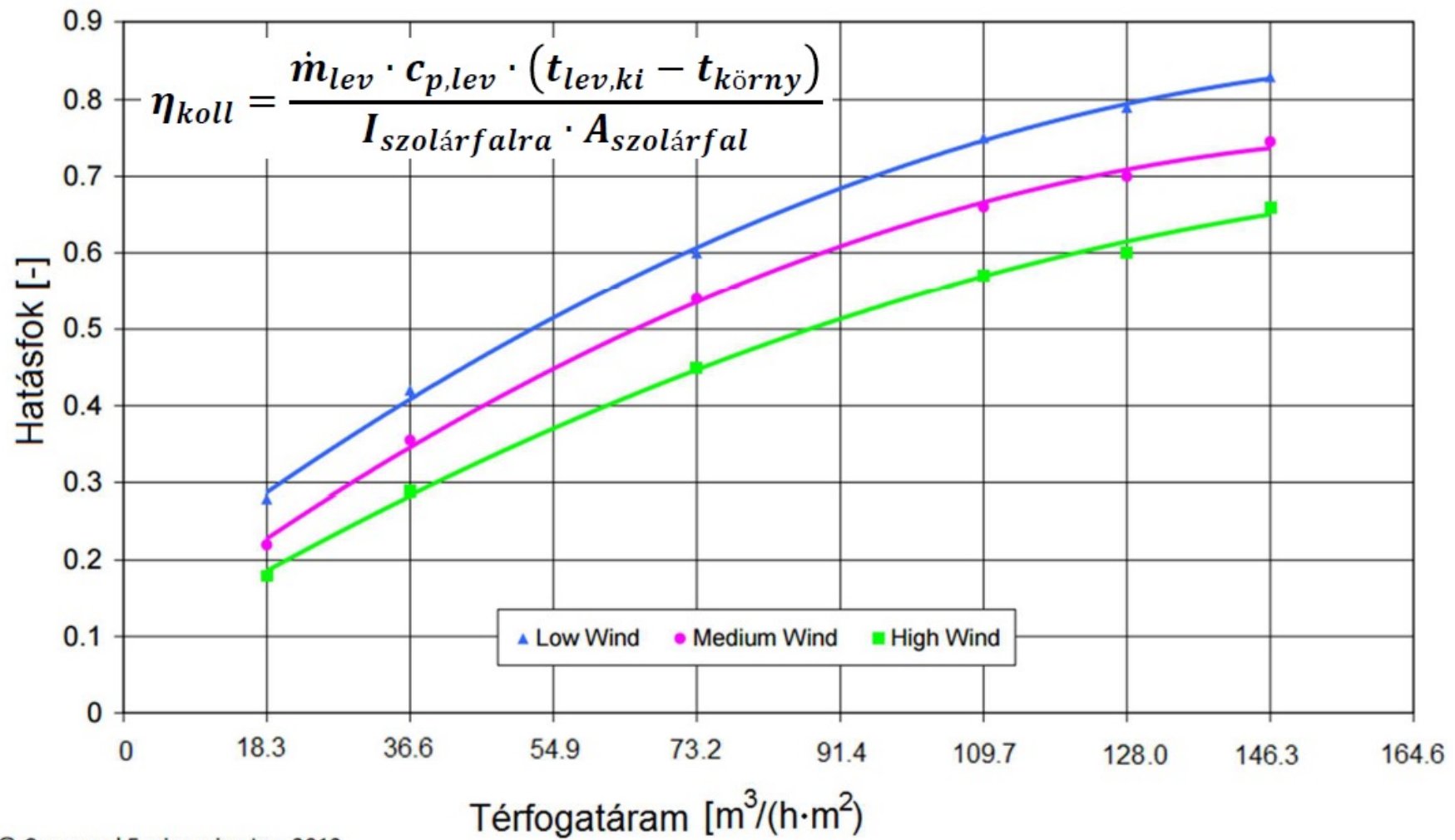


NAPKOLLEKTOR HATÁSFOKDIAGRAMOK



A kép forrása: Varga Pál, Naplopó Kft.

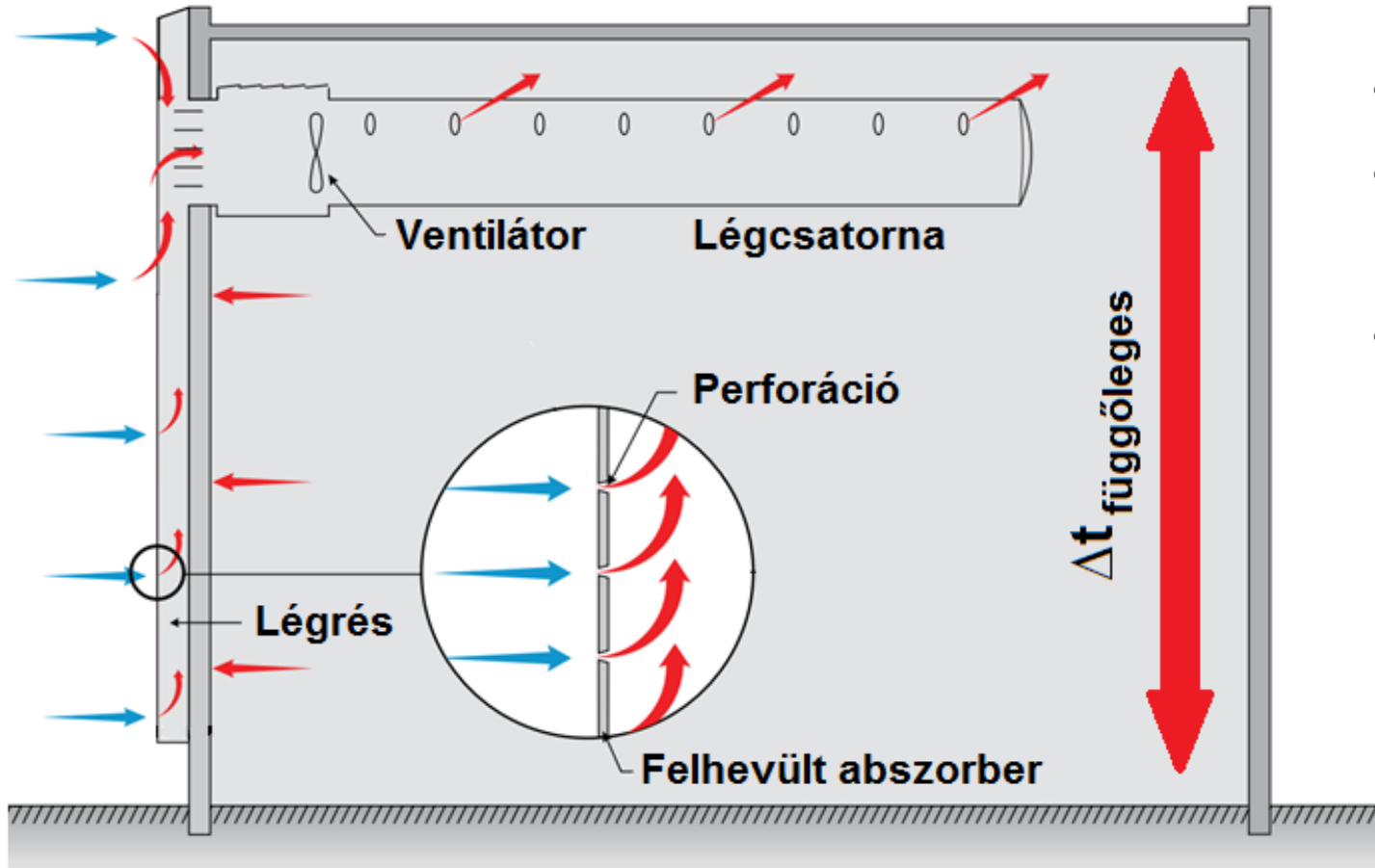
SZOLÁRFAL HATÁSFOKDIAGRAM



© Conservall Engineering Inc. 2012

A kép forrása: www.sahwia.org

A SZOLÁRFAL ENERGETIKAI HASZNA



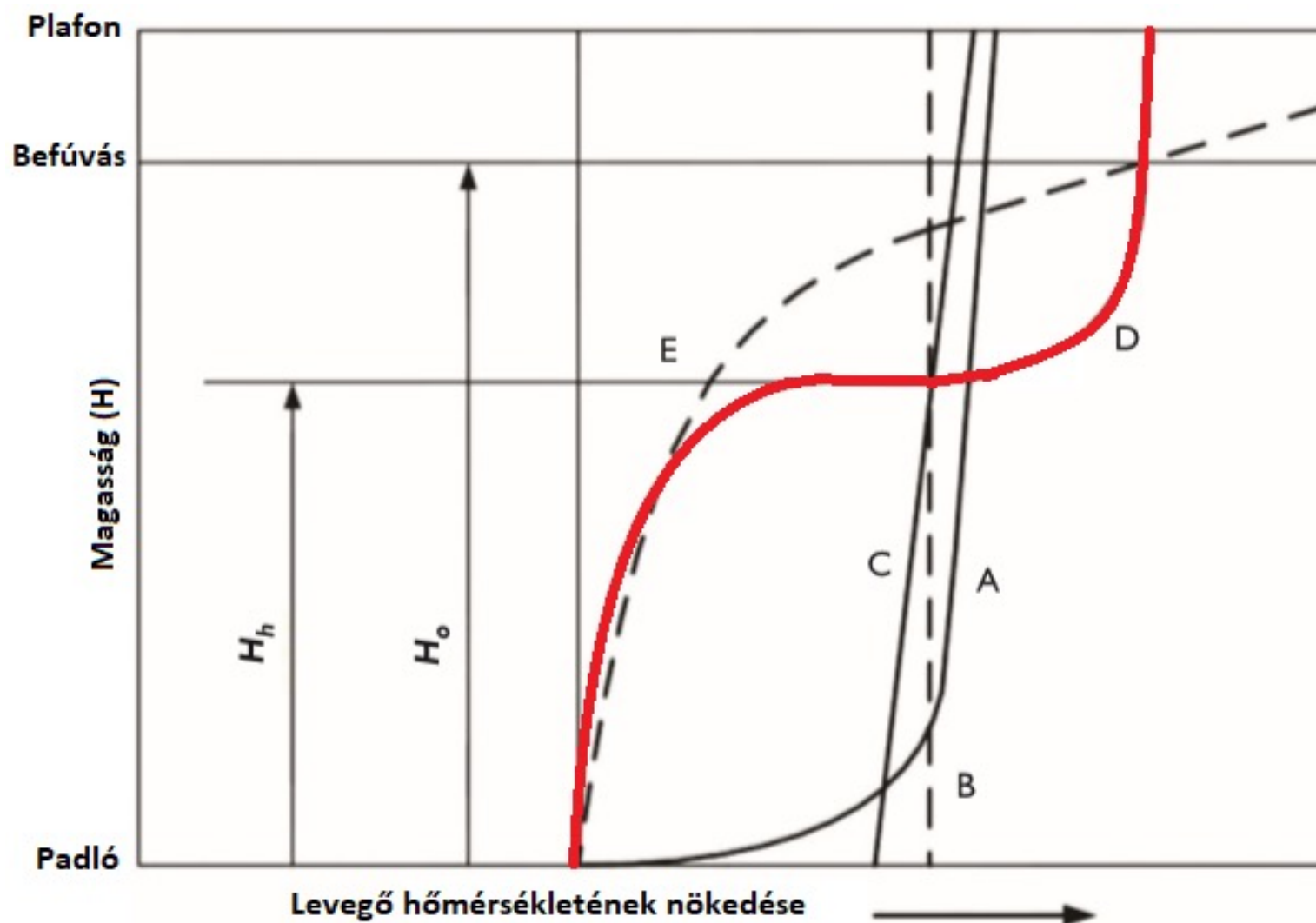
A kép forrása: www.solarwall.com

- Szoláris levegőfűtés
- Az épületszerkezet falán visszanyeri a transzmissziós hőveszteség kb. 50%-át
- Csarnoképületekben a nagy belmagasság miatt jelentős függőleges hőmérsékletkülönbség alakul ki. Ez a levegő keverésével csökkenthető

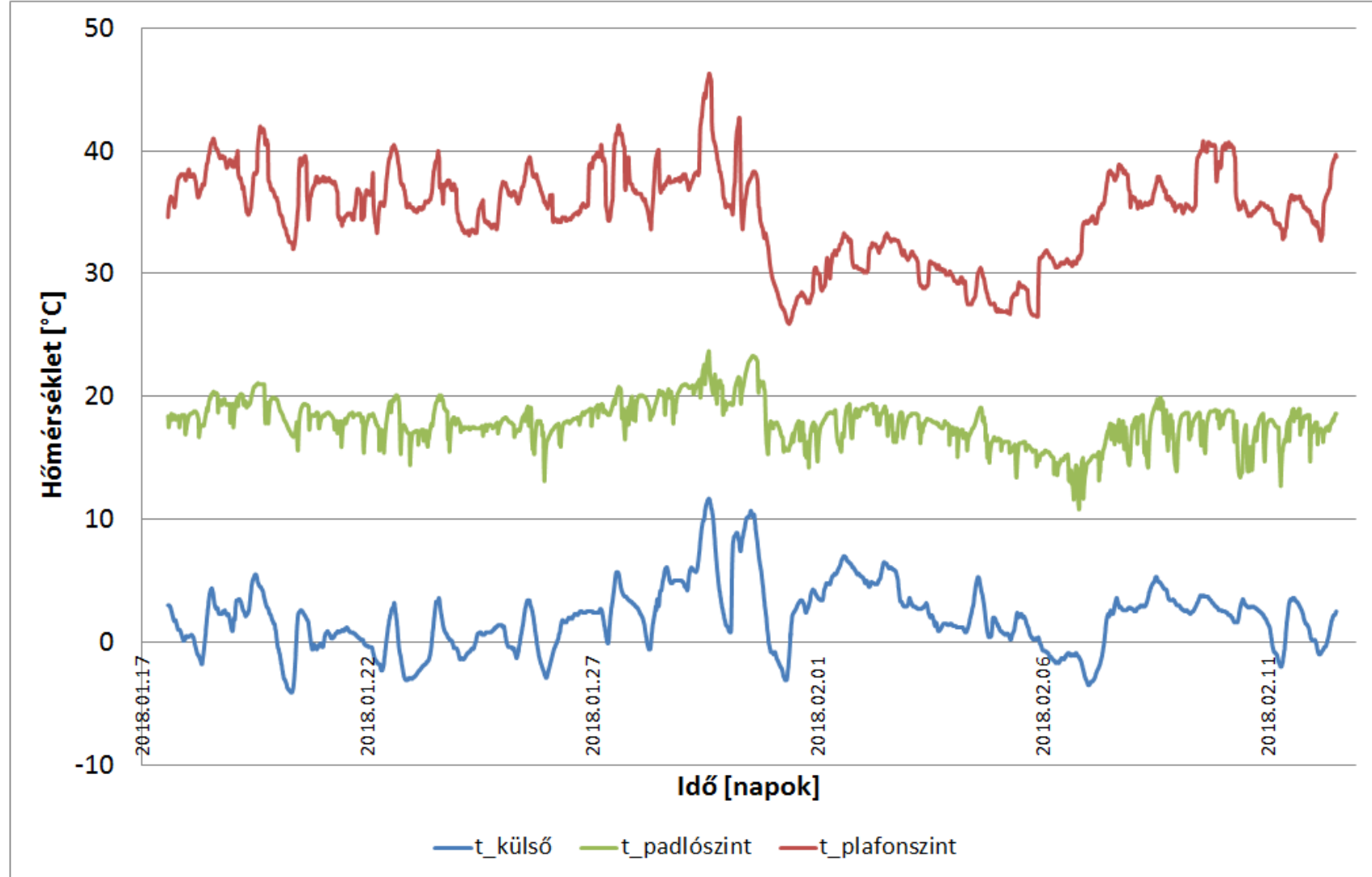
FÜGGŐLEGES HŐMÉRSÉKLETKÜLÖNBSÉG



FÜGGŐLEGES HŐMÉRSÉKLETKÜLÖNBSÉG



FÜGGŐLEGES HŐMÉRSÉKLETKÜLÖNBSÉG



A SZOLÁRFAL RENDSZER ALKALMAZÁSA: Ipari épületeken (pl. szerelőcsarnokok)



- Kedvező építészeti kialakítás
 - Nagy homlokzatfelületek
 - Alacsony üvegezési arány → eredetileg alacsony szoláris nyeresége lenne az épületnek
- Jelentős frisslevegő-igény ipari folyamatok miatt → jelentős mennyiségű napenergia hasznosul

A SZOLÁRFAL RENDSZER ALKALMAZÁSA: Ipari épületeken (pl. szerelőcsarnokok)



Autóalkatrészgyár Törökországban

- 770 m² szolárfal felület
- 63720 m³/h
- 82,75 m³/(h·m²)

A kép forrása: solarwall.com.tr

A SZOLÁRFAL MAGYARORSZÁGON



Hipermarket, Miskolc, Maglód

- Jelentős frisslevegő-igény
- Nincsenek kiemelkedő elvárások a belső tér komfortját illetően
- Szellőző levegő fűtése
- HMV termelés
- Szürke abszorber



Elektronikai áruház, Kecskemét

- Lapostetőn csatorna-modulok
- Az ágak beszabályozása szükséges

A képek forrása: solarwall.com

KÜLÖNBÖZŐ SZOLÁRFAL KIALAKÍTÁSOK: KÉTLÉPCSŐS KOLLEKTOROK

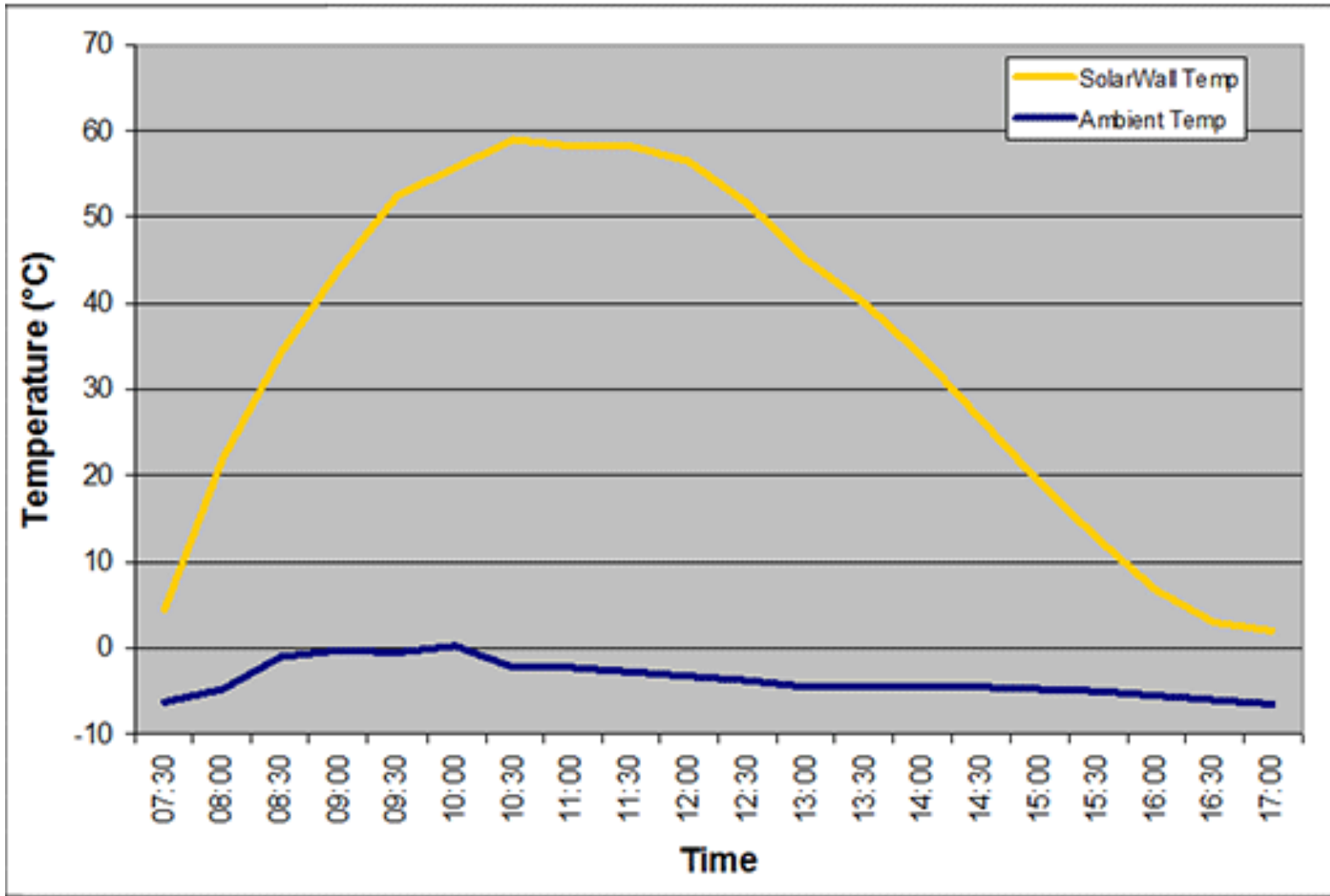


- Átlátszó burkolat az abszorbermező felső szakaszán
- A burkolat mögött az abszorber döntötten helyezkedik el
- $\Delta t = 20-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ a külső hőmérséklethez képest
- Szeles környezetben is nagyon hatékonyan üzemel
- A hagyományos kivitelhez képest 50% többlethőt termel

A képek forrása: solarwall.com



KÜLÖNBÖZŐ SZOLÁRFAL KIALAKÍTÁSOK: KÉTLÉPCSŐS KOLLEKTOROK



Upstate, NY, USA

- 2012. jan.15 – febr. 8.
- $\bar{t}_{\text{külső}} = -2,4^{\circ}\text{C}$
- $\bar{t}_{\text{kollektor}} = 39,6^{\circ}\text{C}$
- $\bar{E}_{\text{vízszintes}} = 391 \text{ W/m}^2$
- $\bar{\Delta t} = 42,0^{\circ}\text{C}$

A diagram egy tipikus napot mutat be, 2012. febr. 4-ét.

- $\bar{t}_{\text{külső}} = -3,6^{\circ}\text{C}$
- $\bar{t}_{\text{kollektor}} = 34,3^{\circ}\text{C}$
- $\bar{E}_{\text{vízszintes}} = 276,1 \text{ W/m}^2$
- $\bar{\Delta t} = 37,9^{\circ}\text{C}$
- $\bar{V} = 2833 \text{ m}^3/\text{h}$

KÜLÖNBÖZŐ SZOLÁRFAL KIALAKÍTÁSOK: MODULÁRIS ROOFTOP SZOLÁRFAL



- Alkalmazható, amennyiben nincsen lehetőség a homlokzati rendszer telepítésére
- Egy tipikus sor: $L=18\text{ m}$; $V=1700\text{ m}^3/\text{h}$
- Áruház tetején Kecskeméten
- Átlátszó burkolattal
- PVT rendszerként



A képek forrása: solarwall.com

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK: SZÁRÍTÁSI ALKALMAZÁSOK A FAIPARBAN



A kép forrása: www.solarwall.com

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK: SZÁRÍTÁS A MEZŐGAZDASÁGBAN



A kép forrása: www.solarwall.com

TETŐFELÜLETRE SZERELT SZOLÁRFAL: HŰTÉSI HŐTERHELÉS CSÖKKENTÉSE

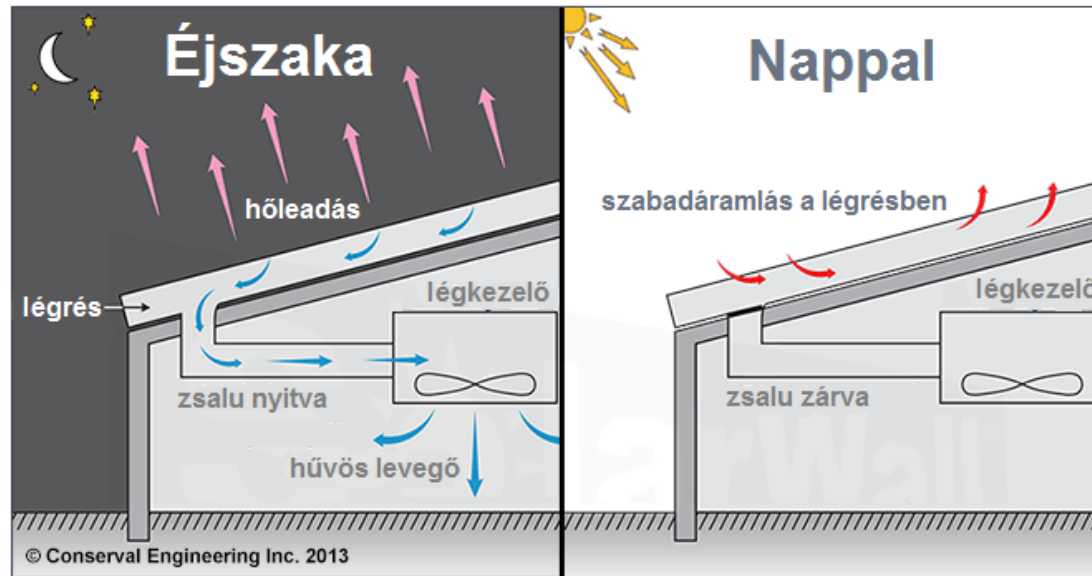


Nappal tetőátszellőztetés

- Árnyékolja a tetőt
- Jelentősen csökken a hűtési hőterhelés

Passzív hűtési folyamat

- Éjszakai hőszugárzás
- Az abszorber tiszta égbolt esetén a külső levegő hőmérsékleténél 10°C-kal hidegebbre hűlhet.
- A külső levegő átszívva tovább hűthető



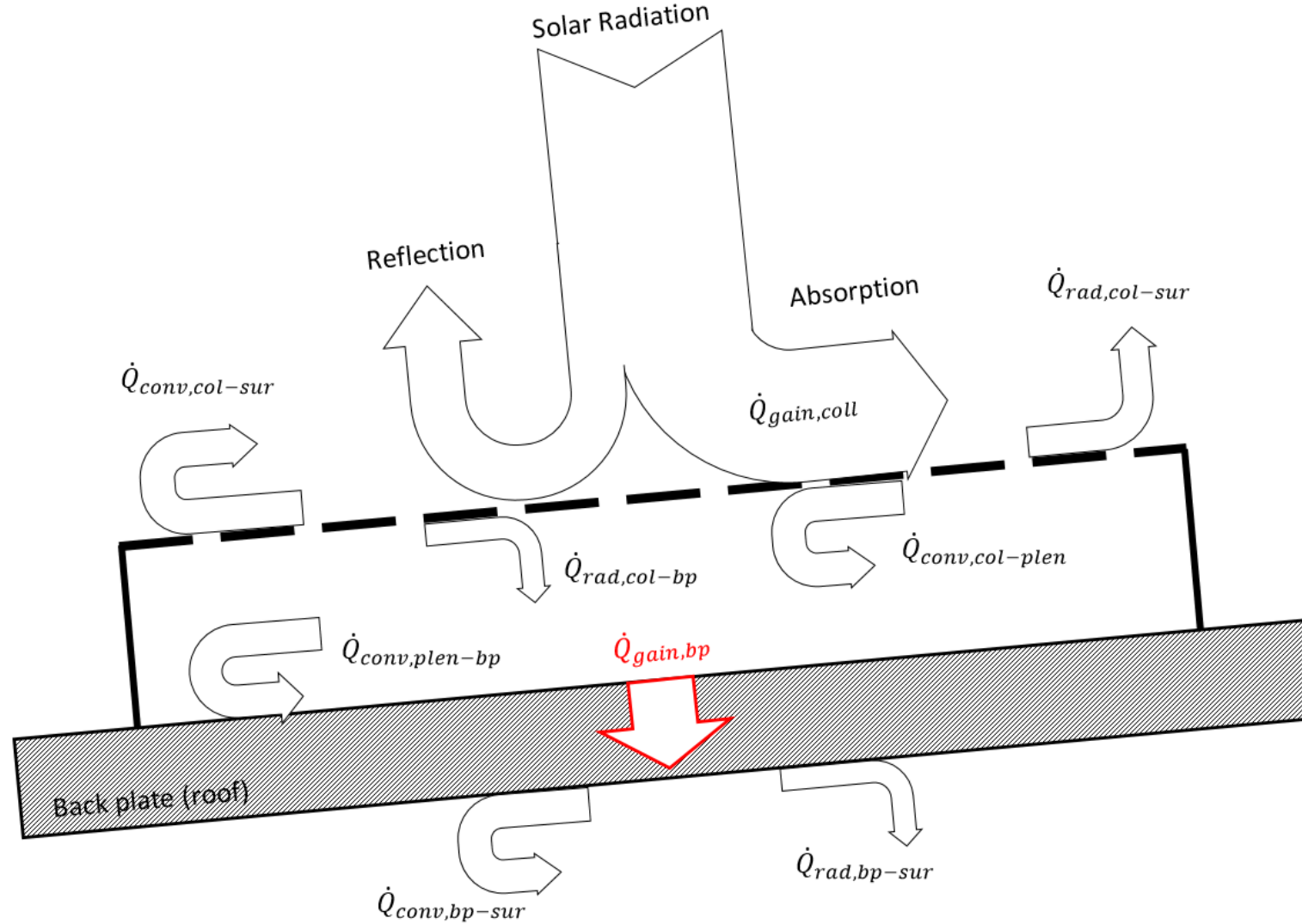
A képek forrása:
solarwall.com

TETŐÁTSZELLŐZTETÉS SZOLÁRFALLAL

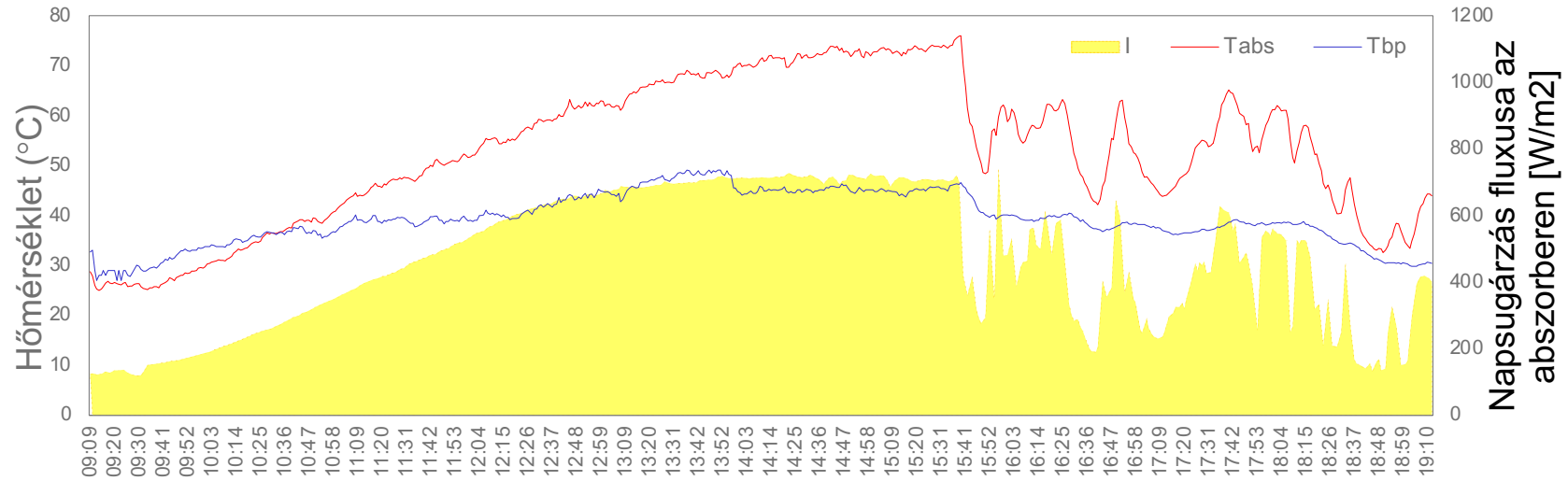


- 5 m² abszorber
- Állítható tetődőlésszög (0°, 10°, 20°, 30°, 40°)
- Trakya Egyetem, Edirne (TR)
- Folyamatos mérés:
 - Napsugárzás
 - Környezeti hőmérséklet
 - Abszorberhőmérséklet
 - Légréshőmérséklet
 - Hátlaphőmérséklet
- (5 fokozatú ventilátor)

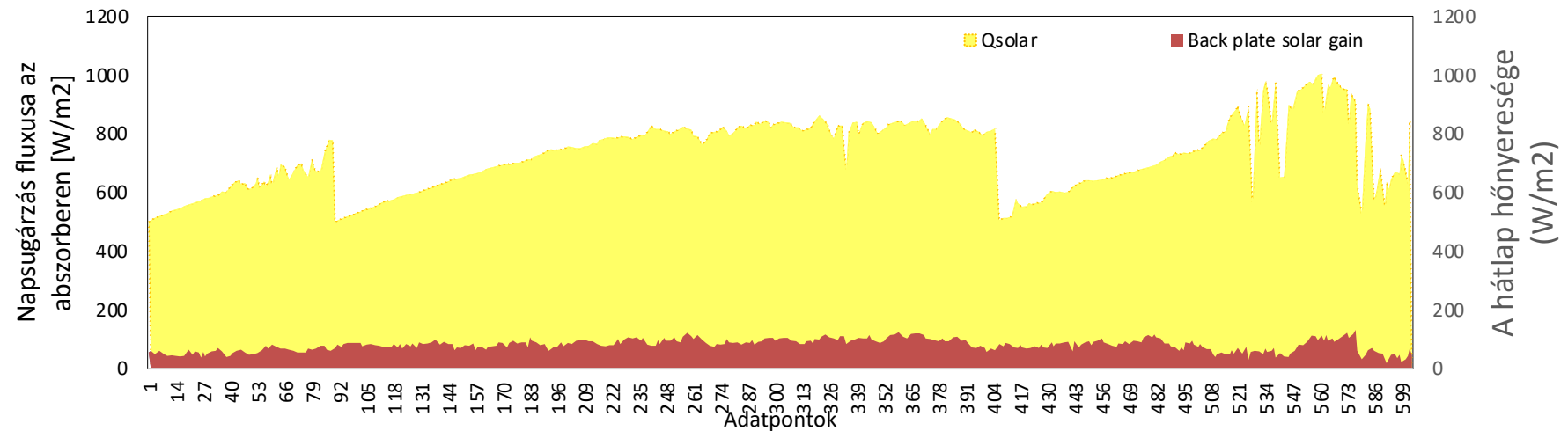
TETŐÁTSZELLŐZTETÉS SZOLÁRFALLAL: HŐÁRAMOK A SZERKEZETBEN



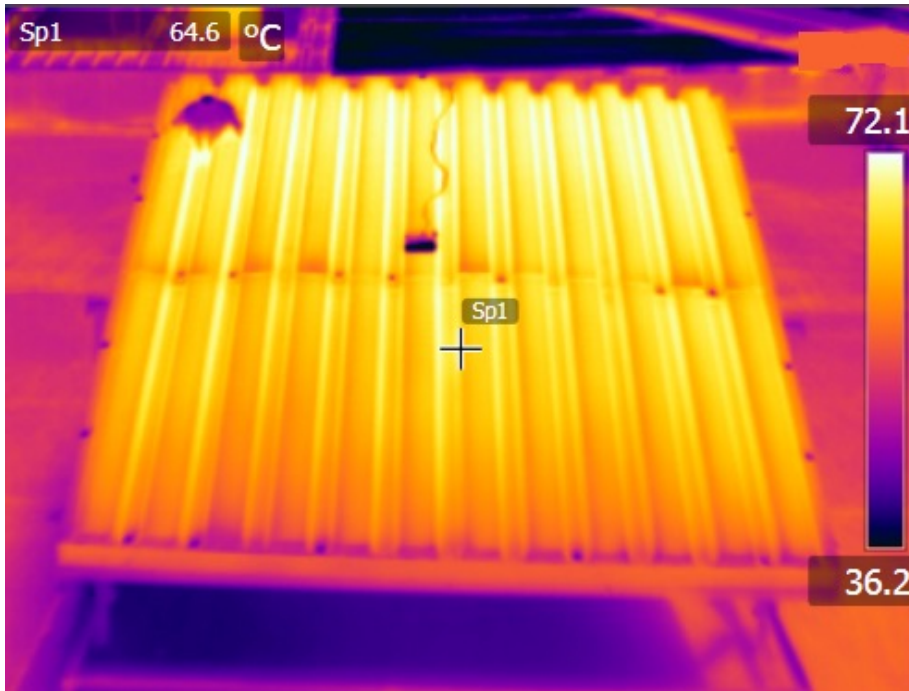
Hőmérsékletértékek (40° dőlésszög)



Hőterhelés csökkenése (40° dőlésszög)



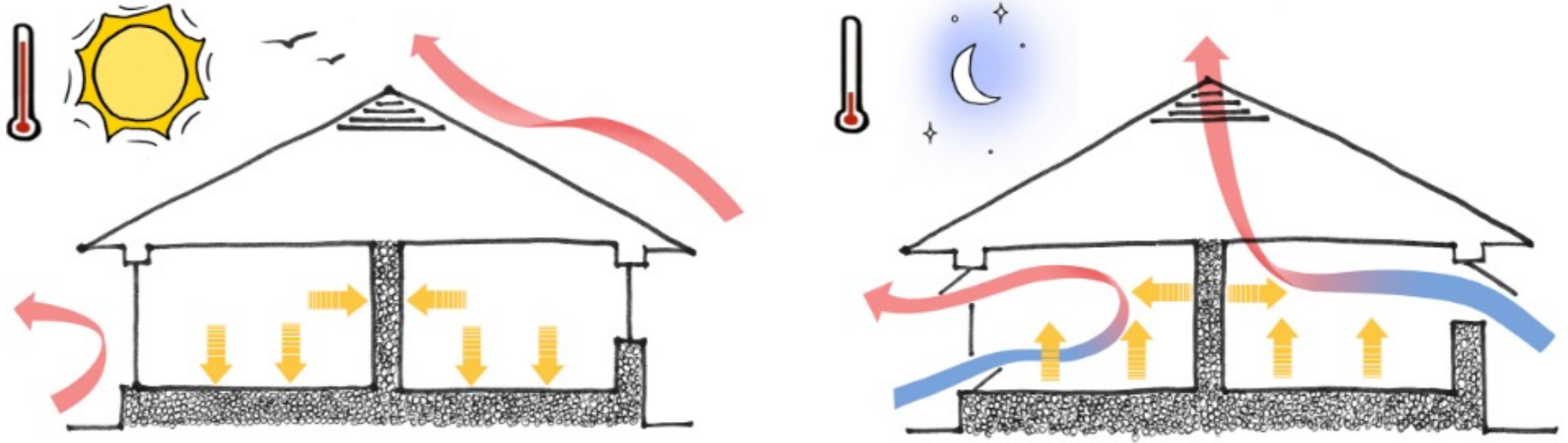
TETŐÁTSZELLŐZTETÉS SZOLÁRFALLAL



- 2016. június 16. 16:22
- Tetődőlésszög: 20 °C

Megfigyelhető, hogy az abszorberlemez felső része magasabb hőmérsékletet ér el, mint az alsó, ez alátámasztja a meleg levegő kiáramlását

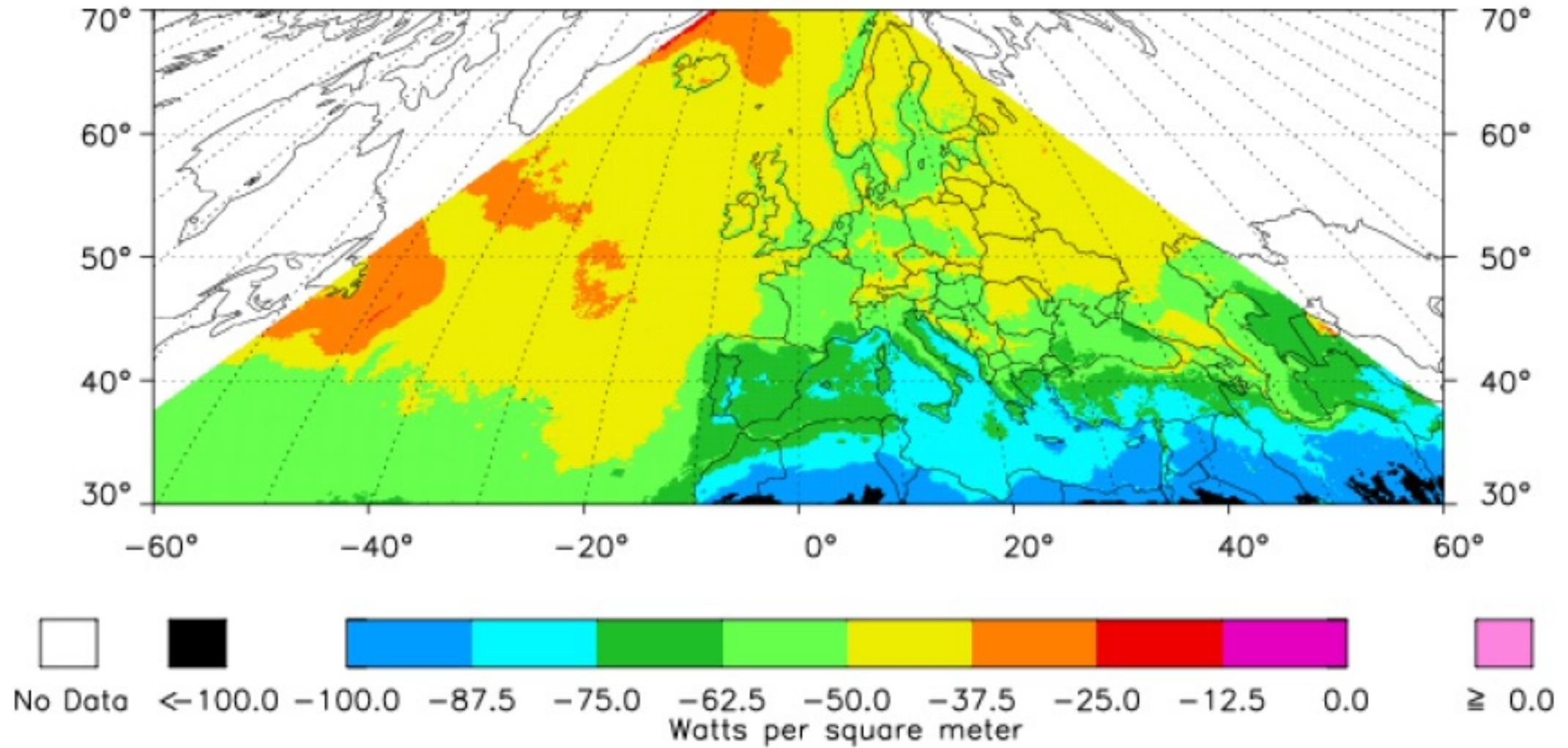
PASSZÍV HŰTÉS ÉJSZAKA: Éjszakai épülettömeg-átszellőztetés



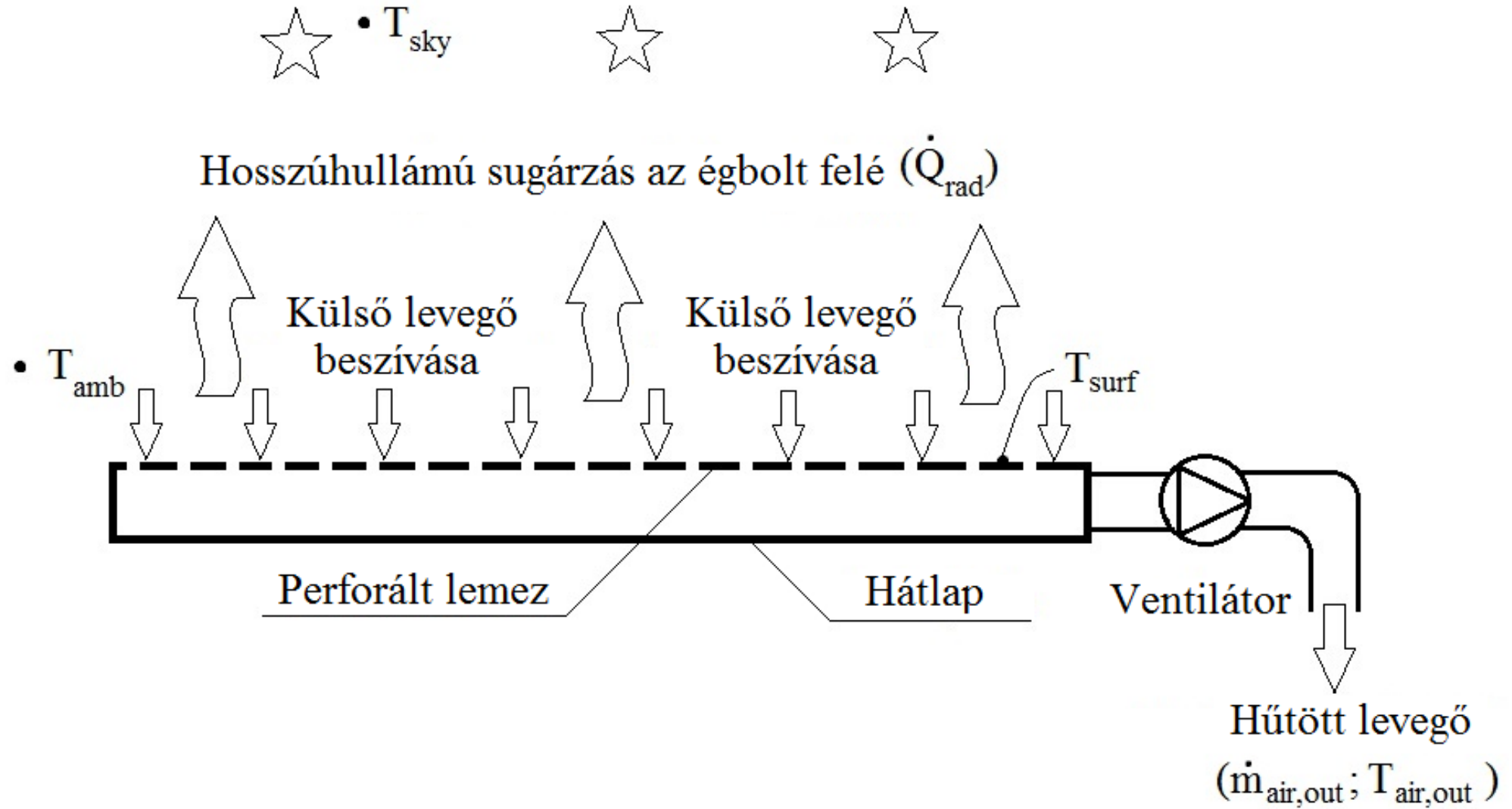
- Éjszakai hűvös levegővel való irányított átszellőztetés során valamelyest lehűthető az épülettömeg
- A következő nap hűtési csúcsa csökkenthető
- Hol működik? Ahol nagy a napi hőingás.
- Ez nem jellemző a Dél-európai országokra, éppen ahol szükség lenne a hűtési teljesítményigény csökkentésére

A képek forrása: <http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/>

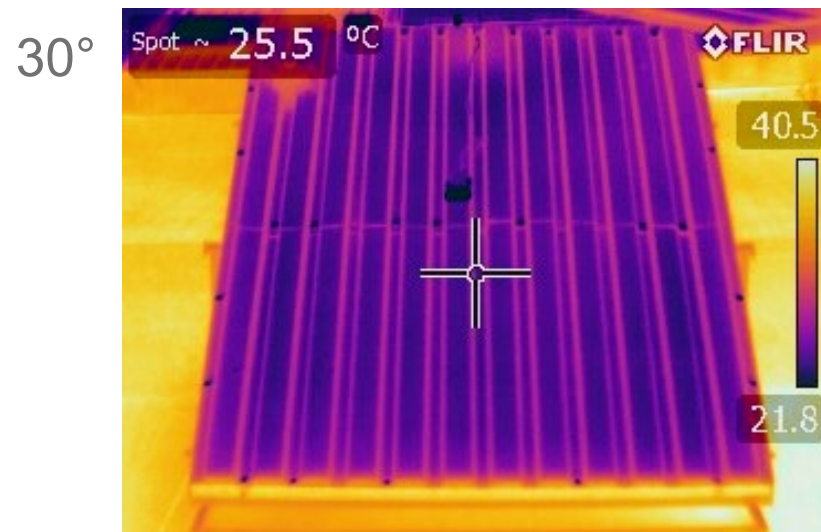
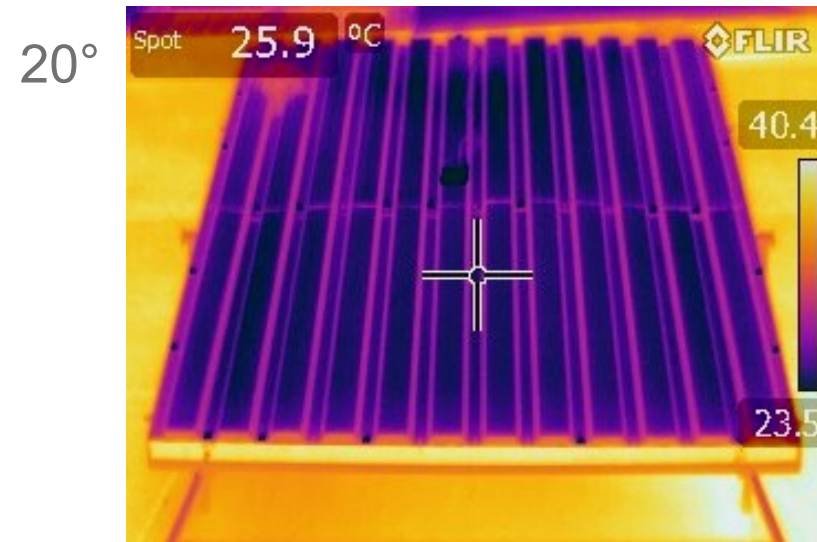
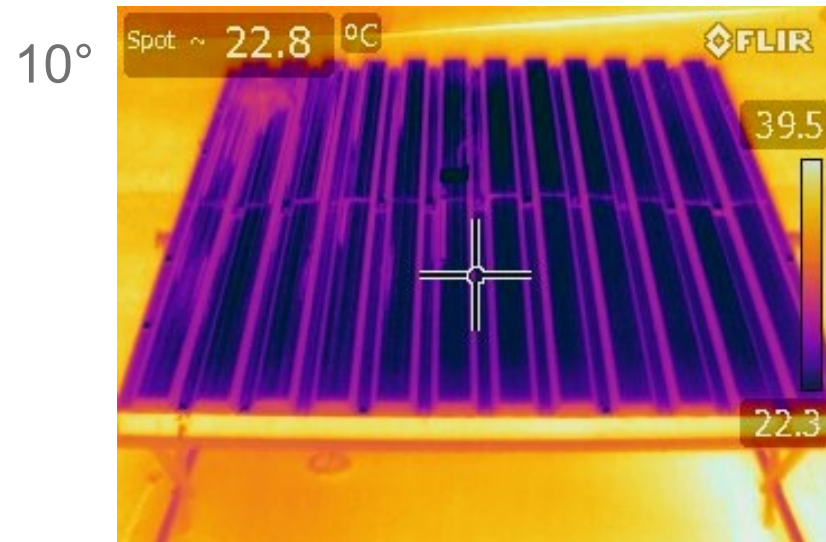
ÉJSZAKAI SUGÁRZÁSOS HŰTÉS: Az égboltnak leadott hosszúhullámú sugárzás intenzitása



ÉJSZAKAI SUGÁRZÁSOS HŰTÉS: FIZIKAI MODELL



ÉJSZAKAI SUGÁRZÁSOS HŰTÉS: A kollektorfelület lehűlése, elszívás nélküli eset



NAPENERGIA PASSZÍV HASZNOSÍTÁSA: ISKOLAÉPÜLET A HIMALÁJÁBAN



- A trapézlemez az égbolt „felé néző” szegmensei nagyobb mértékben hűlnek le

A SZOLÁRFAL RENDSZER

Előnyök

- Egyszerű felépítés
- Napenergia hasznosító rendszerek átlagához képest alacsony ár
- Alacsony üzemeltetési költség és üzembiztosság
- 2-10 év megtérülési idő

Viszont

- A hatékonysága nagyban függ
 - a tervezés pontosságától
 - az üzemeltetéstől
- Az épülethasználat jelentős befolyásoló tényező
- Kiegészítő fűtés, mint minden napkollektoros rendszer

Köszönöm a figyelmet!

Dr. Bokor Balázs

egyetemi adjunktus

2020. október 5.

Higher Education Package for Nearly Zero Energy
and Smart Building Design



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