



Nagy Balázs

szerkezet-  
építőmérnök MSc,  
épületenergetikai  
szakmérnök,  
doktorandusz  
(BME Építőanyagok és  
Magasépítés Tanszék)

# Passzív napenergia-

A passzív napenergia-hasznosítás témakörében továbblépve, az indirekt sugárzásgyűjtő épületszerkezetek megismerését követően jelen cikkben a napterekkel foglalkozunk részletesebben, az alapismeretektől az energetikai tanúsítás során történő figyelembevételükig.

## Bevezetés

A napterek olyan izolált passzív napenergia-hasznosító szerkezetek, melyek esetén a Naptól érkező sugárzási energia begyűjtő szerkezetek a fűtött tértől elkülönülnek, és csupán épületszerkezeti megoldások segítségével juttatják el a szoláris nyereségeket a fűtött épületburkon belülre. Céljuk a fűtött és fűtetlen terek közötti épülethatároló szerkezetek hőveszteségének csökkentése a fűtetlen tér hőmérsékletének szoláris nyereségekkel történő emelése által, kihasználva az üvegházhatás jelenségét, valamint a napenergia tárolása és temperált térbe juttatása által.

A napterek Magyarországon is elterjedt passzív napenergia-hasznosító szerkezetek, noha az energetikai számítások és tanúsítás során ritkán kerülnek valóban figyelembevételre. Holott régebbi magyar és európai szabványok (MSZ 04-140-2:1991, MSZ EN 832:2002) és a hatályos MSZ EN ISO szabványok (MSZ EN ISO 13789:2008, MSZ EN ISO 13790:2008) is tartalmaznak rájuk vonatkozó egyszerűsített, illetve részletes analitikus számításokat. Tudományos folyóiratokban továbbá dinamikus szimuláción alapuló eljárások [1] és modellkísérletek segítségével meghatározott

számítási eljárások is találhatóak [2, 3]. Beüvegezett panelerkélyek, épületekhez kapcsolt üvegházak és télikertek, üvegezett fallal rendelkező fűtetlen lépcsőházak hőmérsékletének meghatározásához szintén e számításokat kell alkalmaznunk.

## Napterek rövid fejlődéstörténete

Az üvegházak története az ókori római időkig nyúlik vissza. Tiberius császár mindennap fogyasztott örmeny uborkát, és erről a szokásáról télen sem mondott le. A római kertészek ezért mesterséges módszerekkel termesztették a császár kedvencét [4]. Idősebb Pilnius ókori enciklopédista leírásai alapján az uborkát szekerekben ültették el, melyeket nappal kitoltak a napra, éjszaka pedig olajozott ruhával fedett vagy áttetsző szelenit (holdkő) gipszszelvény lapokkal fedett épületekben tárolták. A nap sugárzását áteresztő burkolat miatt az uborkaház nappal felmelegedhetett, és éjjel is melegen tartotta a növényeket.

A szoláris építészeti ötlete először az 5. századi görögöknél jelent meg. Mindaddig leginkább szénnel



Hőszigetelő üvegezéssel ellátott télikert (forrás: [www.solarlux.com](http://www.solarlux.com))

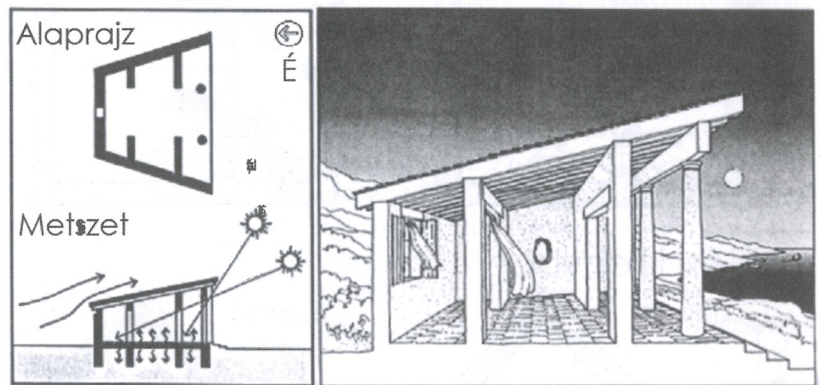
# hasznosítás Napterek

tüzeltek, azonban e században kénytelenek voltak szembenézni a tüzelőanyag-hiánnyal, és ennek megoldását a nap energiájának passzív hasznosításában látták meg. A napház ötletét Szókratészől eredeztetik, melynek sematikus rajza az 1. ábrán látható. A görög napházban az északi oldalról vastag, hőszigetelő fallal rendelkező raktárhelyiség biztosítja a termikus védőzónát a középen elhelyezett lakóhelyiségnek, melyet a déli oldalról fedett terasz határolt. A téli benapozottságot és a nyári árnyékolást a tetőszerkezet kialakításával oldották meg. A rómaiak továbbfejlesztették a görögök megoldásait, és a déli tájolású nyílásokat transzparens anyagokkal burkolták, megalkotva ezzel a déli tájolású, zárt naptereket is. Azonban Európa északabbra fekvő területein a 17-18. századig nem alkalmazták az üvegházakat sem, a római birodalom bukása után, mint sok egyéb megoldás, ez is feledésbe merült egy időre.

A 13. században Itáliában a felfedezőik trópusi útjain gyűjtött citrusféléket és egyéb egzotikus növényeket ápoltak az üvegházaikban, melyeket botanikus kerteknek neveztek. A 15. században Koreában a mandarin téli termesztése végett aktív, szabályozható hőmérsékletű üvegházakat is építettek. Az üvegházak koncepciója a kereskedők és a déli gyümölcsök terjedésének segítségével a 17. században eljutott Hollandiába és Angliába is. A fából, téglából vagy kőből épített konzervatóriumok (üvegházak, melegházak) nagy üvegezett ablakokkal rendelkeztek a déli oldalon. Angliában a 19. században éltek virágkorukat a konzervatóriumok, számos nyilvános épületet is emeltek főként vasból és üvegből. Az 1950-es és 60-as években elterjedő hőszigetelő üvegezés az egyszerűbb, épületekhez kapcsolt üvegházak és napterek előretörését is jelentette, melyekkel az épületek fűtési költségei is csökkenthetőek lettek.

## Energetikai követelmények napterek létesítéséhez

A napterek a fűtött épületburokhoz csatlakoztatott temperálatlan és fűtetlen helyiségek, melyek huzamos tartózkodásra általában nem alkalmasak. Emiatt az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V.24.) TNM rendelet sem tartalmaz közvetlenül követelményértékeket a napterek szerkezeteivel szemben. Azonban mivel a napterrel csatlakozó épülethatároló szerkezet immáron külső fal helyett tekinthető fűtött és fűtetlen terek közötti falnak, ezért az általános követelményértékek szerint  $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$  helyett  $0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ , míg a 2015. január 1-jétől bevezetésre került „költségoptimalizált” követelményszinten  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  helyett  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ -nek kell



1. ábra: Szókratész napháza (www.naturalbuildingblog.com alapján)

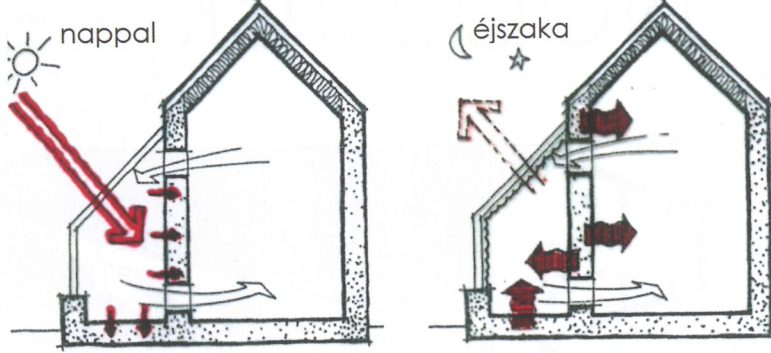
megfelelni. A rendelet nem tesz különbséget a homlokzati, illetve a fűtött és fűtetlen terek közötti ajtók, kapuk és üvegezések között. A napteret és a fűtött tereket elválasztó fal bizonyos tekintetben tömegfalnak is tekinthető, mivel részt vesz a napter szoláris nyereségeinek begyűjtésében, az energia tárolásában és a fűtött térbe juttatásában is. Ez esetben költségoptimalizált szinten a napterek energiagyűjtő falaira az  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ -es követelményérték vonatkozik.

## Napterek energetikai működése

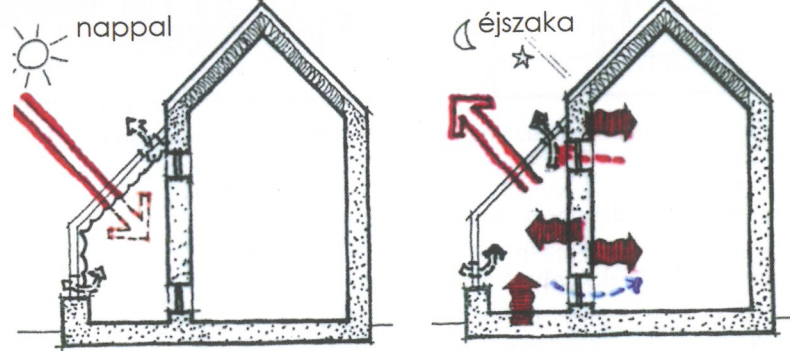
A napter az épülethatároló burok mellé épített helyiség, melyet nagymértékben transzparens szerkezetek határolnak. A fűtött épület és a napter közötti falszerkezet tartalmazhat transzparens nyílászárókat, melyeket árnyékolókkal is elláthatunk. A napterek határoló üvegszerkezeteit belső oldali függönyökkel láthatjuk el, mellyel déli tájolás esetén a kora reggeli és a késő esti napsugarak napteren keresztüli érintetlen átsugárzását is megakadályozhatjuk (délelőtt a nyugati, majd délután a keleti üvegezés függönyeit elhúzva). A fűtési idényben a külső üvegezésen keresztül a nap sugárzási energiája a napterbe jut, és annak egy része a napter padlójának, falainak opak, abszorber felületein elnyelődik, másik része a napteret és a fűtött tereket határoló fal transzparens szerkezetein keresztül közvetlenül a fűtött térbe juthat. Az épület szellőzését a napter előmelegített levegőjével is megoldhatjuk, mely energiatakarékos megoldást jelent. Éjszaka az üvegezés árnyékoló szerkezeteit bezárva a napterben eltárolt energiát a belső tér temperálására fordíthatjuk. A napter üvegezését szellőzőnyílásokkal célszerű ellátni, hogy a hűtési idényben megelőzhesük a tér nappali túlmelegedését, és éjszaka elősegíthessük a lakótér átszellőztetését (2. ábra).

A napterek működésének alapja az üvegházhatás. A nap felületi hőmérséklete  $5778 \text{ K}$ , ezért az általa kibocsátott sugárzás hullámhosszának maximuma

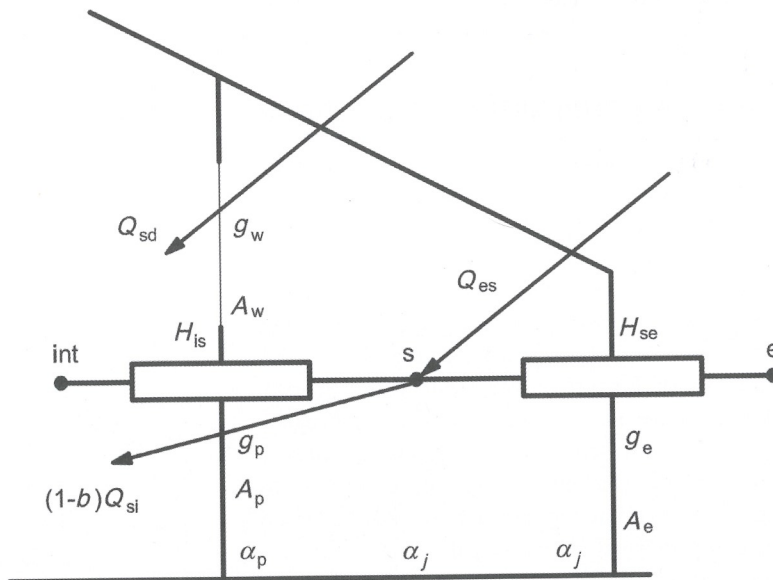
## Fűtési időnyben



## Hűtési időnyben



2. ábra: Napterek működése fűtési és hűtési időnyben ([5] alapján)



3. ábra: Napterek számítási modellje (MSZ EN ISO 13790 alapján)

a látható fény tartományába esik. Ez a rövid hullámhosszú sugárzás éri el a földfelszínt, melyet a hagyományos üvegezések szinte zavartalanul engednek át. Az üvegezésen átjutó sugárzás felmelegíti a naptér belső szerkezeteit. A felmelegedett szerkezetek hőmérséklete azonban a nap hőmérsékletéhez képest rendkívül alacsony, és az általuk kibocsátott sugárzás hullámhosszának maximuma is jelentősen a hosszuhullámú tartomány felé tolódik el (Wien-féle eltolódási törvény), mely tartományban az üveg már nem áteresztő.

A napterek tervezése során a külső üvegezés hőátbocsátási tényezőjének ( $U$ -érték) és összesített sugárzásátbocsátási képességének ( $g$ -érték) optimális megválasztására kell törekednünk. A hőszigetelő üvegezéseken keresztül kevesebb energia jut ki a naptérből, azonban a  $g$ -érték az üvegezések számának, valamint a bevonatoknak és fóliáknak köszönhetően jelentősen csökkenhet. A belső határoló szerkezetek, azaz a padló és a fűtött teret határoló fal nagy hőátroló képessége szintén fontos tulajdonság, utóbbi esetben a késleltetési időt sem árt optimalizálni.

## Tervezési és számítási eljárások

A 7/2006. TNM rendelet szerinti számításban a napterek segítségével begyűjtött sugárzási nyereséget a fajlagos hővesztéstényezőben ( $q$ ) vehetjük figyelembe részletes számítási módszer alkalmazása esetén. A számítás módszeréről a rendelet az MSZ EN ISO 13790:2008 szabványban található eljárást jelöli ki, mellyel a naptérből a fűtött térbe érkező szoláris nyereségeket határozhatjuk meg. A szabvány továbbá áthivatkozik az MSZ EN ISO 13789:2008 szabványra is, mely segítségével a fűtetlen terek hőmérsékletét egyszerűen meghatározhatjuk.

A számítások során a filtrációt nem vesszük figyelembe, mind a napteret és a fűtött teret, mind pedig a napteret és a külső teret határoló szerkezeteket légtömörnek tekintjük. A naptérből a fűtött térbe érkező  $Q_{ss}$  szoláris nyereségeket a naptéren keresztül közvetlenül a fűtött térbe jutó  $Q_{sd}$  direkt sugárzási nyereségek és a naptér  $Q_{si}$  indirekt sugárzási nyereségeinek összegeként határozhatjuk meg. A napterek számítási modelljét az MSZ EN ISO 13790 szabvány alapján a 3. ábrán láthatjuk.

A direkt sugárzási nyereségeket az alábbi egyenlet segítségével számíthatjuk:

$$Q_{sd} = F_{sh,e} \cdot (1 - F_{F,e}) \cdot g_e \cdot \left( (1 - F_{F,w}) \cdot g_w \cdot A_w + \alpha_p \cdot A_p \cdot \frac{H_{p,tot}}{H_{p,e}} \right) \cdot I_p \cdot t$$

míg az indirekt sugárzási nyereségeket a következő egyenlettel határozhatjuk meg:

$$Q_{si} = (1 - b_{tr}) \cdot F_{sh,e} \cdot (1 - F_{F,e}) \cdot g_e \cdot \sum_j (I_j \cdot a_j \cdot A_j) - F_{sh,e} \cdot (1 - F_{f,e}) \cdot g_e \cdot \alpha_p \cdot A_p \cdot \frac{H_{p,tot}}{H_{p,e}} \cdot I_{ph} \cdot t$$

A fenti egyenletekben szereplő paraméterek a következők:

$F_{sh,e}$  – a napteret és a külső teret határoló szerkezetek árnyékolási korrekciós tényezője,

$F_{F,e}$  – a napteret és a külső teret határoló szerkezetek kerettényezője,

$$F_{f,e} = \frac{A_{f,e}}{A_e} = 1 - \frac{A_{g,e}}{A_e}$$

- g – az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége („w” indexszel a fűtött tér és a naptér közötti üvegezések, „e” indexszel pedig a naptér és a külső tér közötti üvegezések),
- $A_w$  – a fűtött teret és az üvegházat elválasztó fal üvegezett felülete,
- $A_e$  – az üvegház határoló szerkezetének teljes felülete,
- $A_j$  – azon j-edik felület, mely a naptérben sugárzási energia elnyelésére képes (talajjal érintkező szerkezetek, opak falak),
- $A_p$  – a fűtött teret és az üvegházat elválasztó fal opak (átlátszatlan) felülete,
- $\alpha_j$  – a j-edik felületekhez tartozó átlagos sugárzási abszorpciós tényező,
- $I_i$  – az i-edik felületen értelmezett szoláris besugárzás az adott időlépés alatt [ $W/m^2$ ],
- $H_{p, tot}$  – a fűtött tér és a napteret elválasztó fal opak részén keresztüli, valamint a naptér és a külső környezet közötti transzmissziós hőveszteségtényező [ $W/K$ ],
- $H_{p, e}$  – a fűtött teret és a napteret elválasztó fal napsugárzást elnyelni képes részén, valamint a naptér és a külső környezet közötti transzmissziós hőveszteségtényező [ $W/K$ ],
- $b_{tr}$  – korrekciós tényező,
- $$b_{tr} = \frac{H_{se}}{H_{is} + H_{se}},$$
- $H_{se}$  – a naptér és a külső környezet közötti határoló szerkezetek transzmissziós hőveszteségtényezője [ $W/K$ ],
- $H_{is}$  – a belső fűtött tér és a naptér közötti határoló szerkezetek transzmissziós hőveszteségtényezője [ $W/K$ ],
- t – a számítás időlépése megascundumban (1 millió másodperc), az eredmény MJ-ba való konverziója miatt [Ms].

A fenti egyenletekbe behelyettesítve az eredményt MJ-ban kapjuk, melyet a 7/2006. TNM rendeletbe való beírás előtt a fajlagos hőveszteségtényező számításához kWh/a mértékegységre, illetve a fűtési idény hosszának részletes meghatározásakor a  $\Delta t_p$  számításához W mértékegységűre kell átszámolnunk. Előbbi egyszerű, a MJ és a kWh közötti konverziós szám 0,2778, azaz 1 kWh 3,6 MJ-lal egyenértékű, az összefüggésekbe a periódusidőt a teljes fűtési idény hosszának kell felvennünk (és az arra vonatkozó átlagos besugárzással számolnunk). Ehhez azonban nem árt, ha ismerjük a fűtési idény hosszát, melynek meghatározásához a fenti képletekben is alkalmazzuk a 7/2006. TNM rendelet fűtési idényhossz meghatározásához szolgáló  $I_p$  átlagintenzitás értékeit (déli tájolás esetén függőleges felületen  $96 W/m^2$ ). Mivel az eredményt ez esetben W-ban szeretnénk megkapni, az összefüggések végén az idővel való szorzást hagyjuk el. A képletek ekkor W-ban adnak eredményt, melyet felhasználhatunk a fűtési idény hosszának meghatározásához.

A nyereségek ismeretével azonban még nem végeztünk, mivel hátra van a veszteségek mérséklésének figyelembevétele is. Az erre vonatkozó egyszerűsített számítás a fűtetlen napterek hőmérsékletének meghatározásához az MSZ EN ISO 13789 szabvány mérlegegyenlete alapján, az MSZ EN ISO 13790 szabvány jelölésrendszert alkalmazva a következő:

$$\theta_s = \frac{\Phi + \theta_i \cdot H_{is} + \theta_e \cdot H_{se}}{H_{is} + H_{se}}$$

A fenti képletben  $\Phi$  a számítási időtartamban, a naptérben figyelembe vett hőnyereség wattban. Ha tehát ismerjük a napteret a belső fűtött térrel határoló szerkezet hőveszteségtényezőjét (az ismert összefüggés alapján,  $H = A \cdot U + I \cdot \psi + n \cdot \chi$ ), valamint a napteret a külső térrel határoló szerkezet hőveszteségtényezőjét, a fűtött tér,

valamint a külső tér hőmérsékletét és a hőnyereségeket (sugárzási nyereségek, belső nyereségek), a fűtetlen naptér hőmérsékletét könnyedén meghatározhatjuk. A naptér hőmérsékletének ismeretében a fűtött és fűtetlen terek közötti falak, ajtók és kapuk esetében hőmérsékleti korrekció figyelembevételével mérsékelhetjük az említett szerkezetek hőveszteségét az energetikai tanúsítás során.

A szabványos számítás jelen esetben is csak a hőtechnikai jellemzőkre koncentrálnak, és nem foglalkozik a belső fűtött teret és a napteret határoló falszerkezetek egyik legfontosabb jellemzőjével, a késleltetési idővel. Az energiagyűjtő szerkezetek esetében lényeges, hogy a begyűjtött energia  $12 \pm 1-2$  órával késleltetve jusson a belső térbe, tehát az esti, éjszakai órákban a fűtés visszaszabályozható legyen, a levegő kondicionálását pedig a tömegfal el tudja látni. Egy 30 cm vastagságú vasbeton vagy B30-ból készülő tömegfal késleltetése közel van az ideális 12 órához, míg a mai hőszigetelő téglafalak esetében ez az érték 18–20 órát is meghaladhat, azaz igen távol kerül az ideális késleltetési időtől.

A télikerttel elérhető – egész épületre vonatkozó – energiamegtakarítás mértékét továbbá egyéb tényezők is befolyásolják. Többek között a naptér és a fogadó épület aránya, a télikert tájolása (mivel meglévő épületek esetén a tökéletesen déli tájolású fogadófelület ideális álm marad), valamint a meglévő épület energetikai állapota.

Ugyanolyan méretű és adottságú télikert, egy energetikailag rosszabb szerkezetű épületnél nagyobb arányú megtakarítást eredményez [6].



4. ábra: Beüvegezett erkélyek és kopolitüvegfalú lépcsőház paneles épületnél (forrás: dobozolo.blog.hu)

## Napterek alkalmazhatósága

A Magyarországon megtalálható napterek jelentős része nem a szoláris építészeti iránti elkötelezettségből jött létre. Az épületenergetikus munkájában a paneles építés fűtetlen üvegfalú lépcsőháza és beüvegezett erkélyei (4. ábra) sokkal gyakrabban bukkannak fel, mint a családi házakhoz csatlakoztatott télikertek. Ugyanakkor, ha eltekintünk a társasházak esztétikai megjelenésének megváltozásától (mely egy felújítás során kifejezetten pozitív is lehet, lásd 5. ábra), az erkélyek, loggiák napterekké történő átépítésével az adott szerkezetre nyíló homlokzati részek hőveszteségeit jelentősen csökkenteni tudjuk, egyfajta pufferzónát hozva létre a meglévő épület és a külső tér között [7]. Számtalan esetben láthatjuk azonban



azt is, hogy az erkélybeépítést üvegezés nélkül, csupán egy redőny-nyel oldják meg, melyek sem hőszigetelő, sem hangszigetelő hatással nem rendelkeznek, illetve a sugárzási nyereségek áteresztésében sem jeleskednek. Árnyékoló szerkezeteket csak üvegezéshez társítva helyezzünk el. Amennyiben az erkélyek, loggiák üvegezősekor nem áll rendelkezésünkre nyíló ablakszárny elhelyezéséhez szükséges tér, tolópaneles vagy emelőpaneles nyílászárók alkalmazásával hidalhatjuk át a problémát. Sose feledjük azonban, hogy a nyílászárók beépítése tömegnövekedést is okoz, melyet a fogadó szerkezetnek el kell viselnie a továbbiakban.

Jelenleg több gyártó is kínál családi házakhoz társítható télikereteket, melyeket már az épület tervezésekor figyelembe vehetünk, de utólagos kialakításra is lehetőséget biztosítanak. A gyártók a télikeretek számos méretben és kivitelben, műanyagtól az alumínium vázrendszerig szinte bármilyen variációban, többretegű hőszigetelő üvegezéssel is képesek szállítani, és természetesen egyedi rendeleket is várnak. Jelenleg a kisebb műanyag télikeretek közel egymillió forintot ártól indulnak, de a prémium gyártók nem ritkán több milliós árcímkével jelölik meg termékeiket. Ez utóbbi esetben azonban már igen nehéz belátható időn belüli megtérülésről beszélnünk (még akkor is, ha e szerkezeteknek a beruházáson túl minimális fenntartási költségei vannak).

## Hivatkozások

- [1] M. J. N. Oliveira Panão et al.: *Solar Load Ratio and ISO 13790 methodologies: indirect gains from sunspaces*, Energy and Buildings 51, 2012.

- [2] J. M. Mottard, A. Fissore: *Thermal simulation of an attached sunspace and its experimental validation*, Solar Energy 81, 2007.
- [3] A. Sánchez-Ostiz et al.: *Design and experimental study of an industrialized sunspace with solar heat storage*, Energy and Buildings 80, 2014.
- [4] B. Anderson, M. Biordan: *The New Solar Home Book*, Brick House Publishing Company, USA, 1987.
- [5] Dr. Becker Gábor: *A környezeti energiahasznosítás szerkezei*, Energia- és környezettudatos építészet konferencia a Műegyetemen, 2012.
- [6] Téglássy Györgyi: *Szoláris energia közvetlen hasznosításának lehetőségei télikerttel, üveg felületekkel*, <http://www.otodikevszak.hu/>
- [7] Nagy Balázs: *Panelfelújítás III. – Az árnyékolásról és az erkélybeépítésről*, Megtérülő Épületenergetika I. évf. 3. sz., 2014.



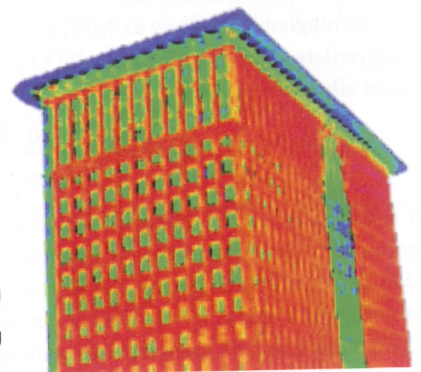
5. ábra: Komplex felújítás során kialakított napterek [5]

# Megtérülő Felújítás

Mérnöki és Szolgáltató Korlátolt Felelősségű Társaság

Országosan dolgozunk!

- ✓ **Költségoptimalizált épülfelújítások tervezése, műszaki vezetése, lebonyolítása**  
Komplex és mérnöki szemlélettel, esztétikusan, a megtérülési időt minimalizálva, környezetkímélő és korszerű technológiák, valamint akár megújuló alkalmazásával. Tudományos háttérrel igazolt számításokkal és diagnosztikai vizsgálatokkal, megbízható munkaerővel költséghatékony és optimális megoldást érünk el.
- ✓ **Épületenergetikai tanúsítás, tanácsadás, tervezés, modellezés, audit**  
Meglévő vagy tervezett épületek energetikai számításainak készítése hazai jogszabályok és rendeletek, EU irányelvek és hatályos szabványok alapján. Épületenergetikai tanúsítás és modellezés részletes számításai módszerekkel, csomóponti hőhídszimulációkkal és dinamikus épületszimulációkkal. Innovatív szimulációk készítése. Energetikai audit az épületek energiafelhasználásának felmérésére és optimalizált csökkentésére.
- ✓ **Építőipari diagnosztikai vizsgálatok**  
Professzionális hőkamerázás: épülettermográfia, ipari termográfia, roncsolásmentes épületszerkezeti vizsgálatok, napelemes rendszerek és hűtőházak vizsgálata, túlmelegedés és hőeloszlás elemzése, teljesen radiometrikus videók készítése. Hőátbocsátási tényező meghatározása méréssel. Helyszíni nedvességmérések. Munkahelyi és otthoni komfortanalízis (hang, hő, pára, légsebesség, fény). Épületfizikai (hő- és páratechnikai) tulajdonságok vizsgálata anyagok és szerkezetek esetén.



6000 Kecskemét, Kagyló u. 3.  
Telefon: 06-20/287-4337

info@megterulofelujitas.hu  
www.megterulofelujitas.hu