

TETŐSÍKABLAKOK BEÉPÍTÉSÉNEK ÉPÜLETFIZIKAI KÉRDÉSEI

A beépítési készletek haszna

1. Bevezetés

Gyakori jelenség, hogy drága, kifejezetten csúcsmínőségű szerkezetek beépítve közel sem hozzák azt a teljesítményt, amire az építető számított. Ennek oka legtöbbször a beépítés igénytelensége. Speciális geometriai helyzete miatt a tetősíklablak mindenképpen a korszerű épületek egyik legkényesebb szerkezete. A vízvezetés szempontjából a fedési síkból ki kell emelkednie, így viszont eltávolodik a hőszigeteléstől, tehát a termikus burrok vonalvezetésében egy durva törés következik be. Jelen cikk ennek a geometriai és anyagváltási hőhidnak a vizsgálatával foglalkozik, szimulációkkal számszerűsítve az egyes beépítési szituációk és tényezők hatását a beépített szerkezet hőtechnikai teljesítményére.

Mindenekelőtt ezen a fórumon is felhívjuk a figyelmet arra a megkülönböztetésre, hogy a hőtechnikai kérdések két egymással csak részben összefüggő fő követelménnyel kapcsolatosak. A kétféle épületfizikai megközelítés: 1. energetikai: hővesztesség korlátozása; 2. állagvédelmi: felületi hőmérséklet, páralecsapódás, tönkremenetel.

Minden további nélkül elképzelhető olyan eset, amikor a beépítés okozta vonal menti hőhid energetikai hatása elhanyagolhatóan kicsi az épület teljes hővesztességéhez képest. Mondhatnánk: amennyiben a hőhid állagvédelmi problémát nem okoz, akkor esetleg nem is érdemes különösen sokat foglalkozni vele, hiszen hazánkban – bármilyen furcsa – a hőhidak hőátbocsátására sem egyenként sem pedig az egész épületre összességében nem vonatkozik kifejezett előírás vagy követelmény, hiszen a jelenleg hatályos számítási módszerek azok tényleges értékének vizsgálatát nem követelik meg.

Míndez azonban nem érvényes a tetősíklablakok esetében, ahol, mint látni fogjuk, a beépítési hőhid akár le is felezheti az ablak mint termék deklarált hőszigetelési teljesítményét. Ennek az extrém helyzetnek kezelésére célszerű lenne a vonatkozó előírásokat úgy módosítani,

hogy a nyílászáró-beépítési hőhidakat nem a tömör tértároló szerkezet számításába, hanem a nyílászáró számításába integrálnák, így a beépített nyílászáróra vonatkozna a hőtechnikai követelmény. Valószínű, hogy ezzel a változtatással nagyon sok veszteséget lehetne megspórolni, amelyet a drága szerkezetek hibás beépítése okoz. Amennyiben az integrált teljesítményben a beépítési hőhid jelentős (pl. magas kerület-/felületarány), akkor nem biztos, hogy érdemes drága nyílászáróra beruházni, és viszont: magas értékű ajtó-ablakok esetében a beépítésnek hasonlóan magas színvonalúnak, tervezettnek, egyenértékűnek kell lennie, hogy az értékesebb termék előnyös tulajdonságai érvényesülhessenek.

Az 1. ábra egy gyenge minőségű tetőablak belső páralecsapódását mutatja, míg a 2. ábra egy normál minőségű tetőablak hibás beépítésének következményét.

A helyzetet nehezíti az ablakfülké fűtött levegővel való átöblítésének igénye (3. ábra), amely éppen a kritikus sarkokban való páralecsapódás elkerülése érdekében alakult ki, mint ökölszabály. Ennek érdekében viszont éppen a legkényesebb részekben majdnem nullára keskenyedik a hőszigetelés vastagsága. (4. ábra)

Lehet-e egyáltalán jól beépíteni tetősíklablakot? Enyhíthető elégséges mértékben a beépítési hőhid hatása? Mitől függ elsősorban a beépítés minősége? Milyen belső felületi hőmérsékletek alakulnak ki a kritikus sarokpontokban? Cikkünk egy háromrétegű üvegezésű, sztenderd minőségű fa tetősíklablak kritikus csomópontjainak szimulációjára épül, különböző beépítési módokat vizsgálva végig. Az eredmények magukért beszélnek – a kerületi vonal menti hőhid (Ψ_l), a kritikus felületi hőmérséklet ($\phi_{si,min}$) és ennek sajátléptékben vett értéke (f) feltüntetésével.

2. Mitől függ a beépítés hőtechnikai minősége?

A) A beépítési magasság

A tetősíklablakot vízvezetési okokból a fedés síkja fölé kell kiemelni, melynek mértéke a tetőfedés anyagától, profilmagasságától függ. (5. ábra) A gyártók a tetősíklablak oldalára feljelölik azokat a határhelyzeteket, ameddig a tetősíklablak a szerkezetbe besüllyeszthető, illetve kiemelhető. Nyilvánvaló, hogy minél magasabb a



1. ábra. Gyenge minőségű termék beépítésének következménye



2. ábra. Hibás beépítés következménye

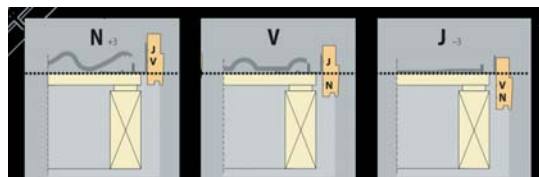


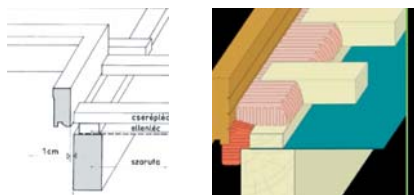
3. ábra. A tetősíklablak fülkéjének átöblítése a gyártói ajánlások szerint



4. ábra. A beépítés geometriája a gyártói ajánlások szerint

5. ábra. A tetősíklablaknak a fedés profilmagasságától függő kiemelése (A)





cserepprofil, annál jobban eltávolodik az ablaktok a tető hőszigetelési zónájától, a termikus burok egyre durvábban „megtörik”, és geometriai hőhíd áll elő.

B) Mi van a lécezés helyén?

A tetősíklablakot a lécezés magasságában rögzítik, a tok ténylegesen a lécezéssel lesz szomszédos, de a lécezés között normál esetben már nincs hőszigetelés, hiszen az alátét fólia síkján kívül vagyunk. (6. ábra) Gondos gyártók külön a lécezés közötti üregbe illeszkedő hőszigetelő betéteket szállítanak, amelyeket a lécezésre harmonikaszerűen ráborul, vízhatlan fóliával kell lezárni. (7. ábra)

C) Hőszigetelő beépítőkeret

A tok és a tető hőszigetelésének kapcsolatát hozza létre a gyártók által opcionálisan kínált, a tok mellé és alá benyúló hőszigetelő keret, mely anyagánál fogva képes felvenni akár a szaruzat pontatlanságából eredő hézag hibáját is. (8. ábra) Jól látható, hogy a hőszigetelő keret szélességének köszönhetően a termikus burok törése sokkal enyhébb, mint anélkül. (9. ábra)

D) Az átszellőztetés mértéke, az ellenléc magassága

A tető rétegrendjének átszellőztetését biztosító ellenléc magasságát az irányelvek szerint elsősorban a szarufa hossza határozza meg. Amíg az átszellőzés szempontjából a minél magasabb ellenléc kívánatos, addig a tetősíklablak beépítése szempontjából kifejezetten az alacsony, hiszen ekkor az ablaktok sokkal inkább átfedésbe kerül a tető hőszigetelő zónájával. (10. ábra) A jobb gyártók a magas ellenléc problémájának feloldására egy speciális teherhordó hőszigetelésből készült „ellenlécet” kínálnak, amely fogadja a tetőablak melletti csonka léceket, és kétféle pozícióba forgatva kétféle ellenlécmagasságot lehet vele felvenni. (11. ábra)

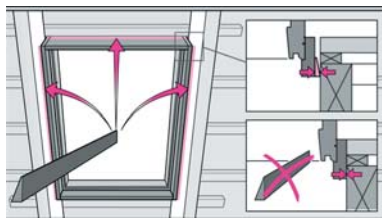
E) A kettős átszellőző légrés (az alátét fólia alatti légrés)

Az alátét fólia alatt megjelenő légrés ma már egyre ritkább, mivel a páraáteresztő alátét fóliákkal lehetővé vált az alsó légrés elhagyása. Ám ha valamilyen okból mégis szükség van ilyenre, akkor a tető hőszigetelése csak sarkosan tud kapcsolódni az ablakhoz (12. ábra), illetve maga a keretező szarufa kerül kifejezetten hőhidas helyzetbe, erősen lerontva ezzel a beépítés minőségét is. (13. ábra)

3. A kockázatok elemzése szimulációkkal

3.1. Igénytelen beépítés – oldalsó részlet

Az első vizsgált esetben minden tényező a lehető legkedvezőtlenebb: a tetősíklablak magasan ki van emelve, nincs beépítőkeret és lécezés közötti plusz hőszigetelés,



a magas ellenléc mellett az alátét fólia alatt is van alsó légrés. (14. ábra) A csomópontok szimulációját minden esetben azonos ablakkal, kismértékben egyszerűsített geometriával, 2D-ben, stacioner állapotokra végeztük el. Az eredményeket hőmérséklet-mező ábrával szemléltetjük. (15. ábra)

A kapott értékek: $\Psi_1=0,2318 \text{ W/mK}$, $\phi_{si,min}=10,7 \text{ }^\circ\text{C}$, $f=0,535 (-)$

A kritikus pont hőmérséklete egyértelműen harmatpont közelében van, fennáll a csomóponti kondenzáció veszélye.

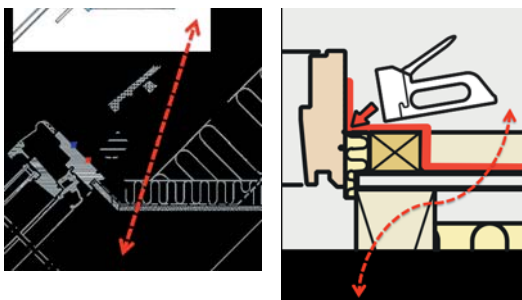
3.2. „Normál” beépítés – oldalsó részlet

Ez az eset átlagos beépítést mutat: a síkcserep lehetővé teszi a tetősíklablak enyhe besüllyesztését, az alacsony ellenléc mellett beépítőkeretet is alkalmaztunk, de a lécezés közé kerülő kiegészítő hőszigetelő gallérozást „nem vásárolták meg”, viszont a páraáteresztő alátét fóliának köszönhetően csak egyszeres légrés van. (16–17. ábra)

3.3. „Minőségi” beépítés

Ebben az esetben kifejezetten vékony fedés készül, nemcsak a lécezés közé, hanem az ellenléc mellé is kerül kiegészítő lágy hőszigetelés, a beépítőkeret nem merev anyagú, hanem szálaz vagy szivacszerű, amely minden hézag üregmentes kitöltésére képes. (18. ábra)

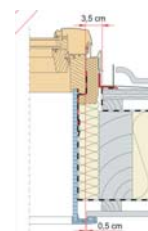
A kapott értékek: $\Psi_1=-0,0146 \text{ W/mK}$, $\phi_{si,min}=16 \text{ }^\circ\text{C}$, $f=0,80 (-)$



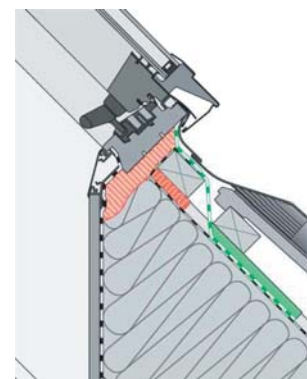
6. ábra. A lécek között kialakuló üreg

7. ábra. A tokkal szomszédos lécezés üregeinek hőszigetelése (B)

8. ábra. A hőszigetelő beépítőkeret (C)

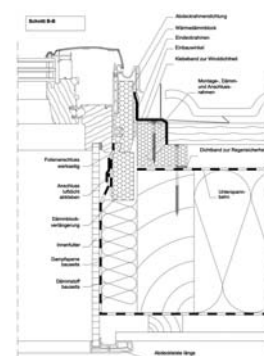


9. ábra. A hőszigetelő keret által biztosított szélesség



10. ábra. Az alacsony ellenléc esete (D)

11. ábra. A magas ellenléc helyettesítése gyári hőszigetelő léccel (D)



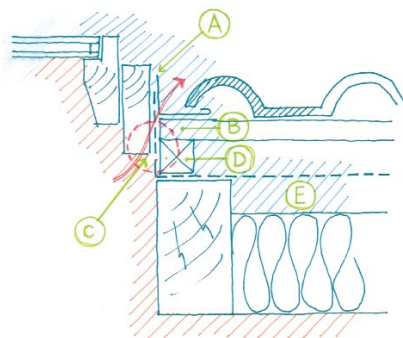
12. ábra. A kettős légrés (az alátét fólia alatti rész) hatása (E)

13. ábra. A kettős légrés miatt a szarufa okozta hőhíd felerősödik (E)

14. ábra. „Ígénytelen” beépítés

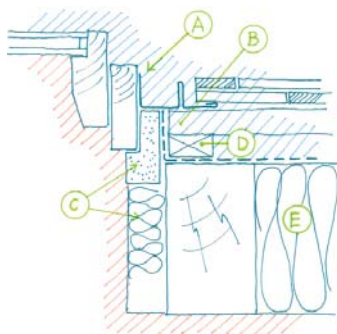
sematikus oldalsó részlete,

- A – magasan kiemelt ablak,
- B – a lécezés között nincs hőszigetelés,
- C – nincs hőszigetelő keret,
- D – magas az ellenléc,
- E – kettős légrés

**16. ábra. „Normál” beépítés**

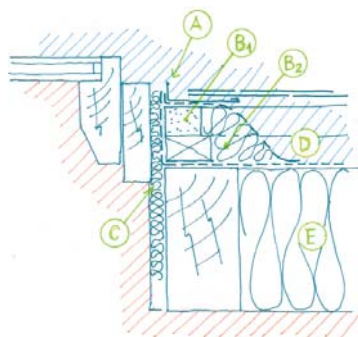
sematikus oldalsó részlete,

- A – közepes magasságú beépítés (sík-cserép), B – nincs a lécezés között hőszigetelés, C – van hőszigetelés és szarufa melletti hőszigetelés, D – alacsony légrés (rövid tető), E – egyszeres légrés (hőszigetelés a szarufák tetejéig)

**18. ábra. Az igényes beépítés**

sematikus oldalsó részlete,

- A – süllyesztett beépítés (pala- vagy zsindefedés), B₁ – lécek között hőszigetelő betét, B₂ – hőszigetelő gallérozás (bárányszőr), C – keményhab keret helyett üregmentes szálás hőszigetelő kitöltés, D – alacsony ellenléc, E – teljes szaruköz kitöltés



Vegyük észre, hogy a vonal menti tényező negatív értéket vesz föl, ami azt jelenti, hogy a leegyszerűsítő, a hőhid hatását elhanyagoló számítás túlbecsülné a szerkezet hővesztését! Az $f=0,80$ -as érték egyértelműen a beépítés megbízható működését mutatja.

3.4. „Mindent bele!” beépítés

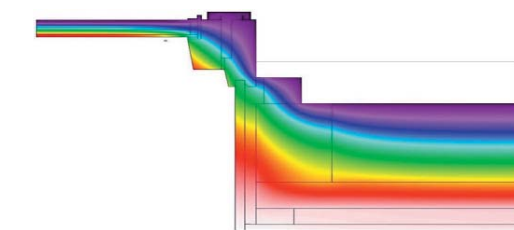
A gyári beépítőkeret extramagas, az ablak része, felér a tok tetejéig. Az ellenlécezt gyári, szegezhető minőségű keményhab alakítja ki, mely a lécezést is fogadja, kétféle ellenlécemagassághoz képes igazodni. Amennyiben az ablakkontúr nem a szaruzattal, hanem annál keskenyebb E2 pallókerettel van megoldva, akkor a tető hőszigetelésével való átfedés még markánsabb (20–21. ábra).

A kapott értékek: $\Psi_i=0,0214 \text{ W/mK}$, $\phi_{si,min}=15,8 \text{ °C}$

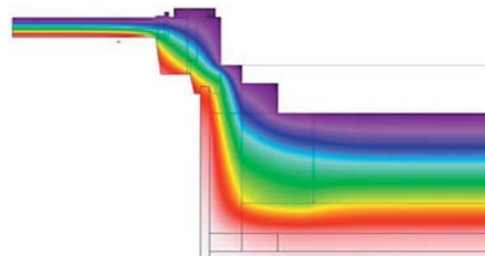
4. A felső-alsó részlet további problémái

Geometriai okokból a felső-alsó részlet további kockázati tényezőket jelent az oldalsóhoz képest:

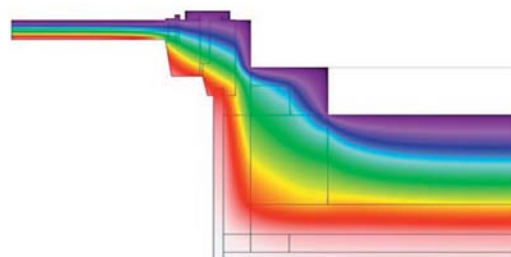
F – hajlásszög / G – rétegrend összvastagsága

4.1. Alacsony hajlásszögű tető fokozott rétegrendi összvastagság mellett – felső részlet

15. ábra. A 3.1. eset szimulációjának eredménye



17. ábra. A 3.2. eset szimulációjának eredménye



19. ábra. A 3.3. eset szimulációjának eredménye

A túlságosan alacsony hajlásszög esetén a felső részletben egészen elnyúló hőszigetelő ék alakul ki, melynek vége majdnem nulla vastagságúra csökken. Továbbá a kifejezetten vastag rétegrendek (passzívház) esetén nemcsak a beépítési részlet okoz problémát, hanem az általános rétegrendtől eltérő (zavart) szakasz hossza is nagymértékben megnövekszik. (22–23. ábra) A kapott értékek: $\phi_{si,min}=10,8 \text{ °C}$, $\Psi_i=0,208 \text{ W/mK}$, $f=0,54 (-)$.

A szemöldökrészlet egyértelműen kockázatos, különös tekintettel arra, hogy fokozott hőszigetelésű rétegrendű (pl. alacsony energiaigény) épület esetén a belső tér fűtése is megváltozik (pl. alacsony hőmérsékletű fűtés, limitált légcseré stb.).

4.2. „Normál” felső részlet

Meredekbő hajlásszögnél minden könnyebbé válik, a részlet kivitelezése is „kézre állóbb” tud lenni. A beépítőkeret mellett az ellenlécek közötti kiegészítő lágy hőszigetelés is beépítésre kerül. Az alátét fólia alatt nincs második légrés, így a hőszigetelés megbízhatóan ráfordul az ablaktokra. (24–25. ábra) Kapott értékek:

$\Psi_i=0,0187 \text{ W/mK}$, $\phi_{si,min}=15,2 \text{ °C}$, $f=0,76 (-)$

A szerkezet nagy valószínűséggel megfelel.

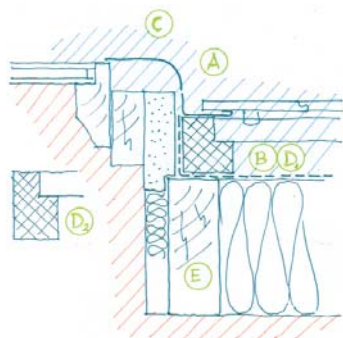
Az illusztrációként használt képek forrása:

www.bontotttetoablak.hu; www.pannonmuhely.hu; www.tetoablakszerviz.hu;

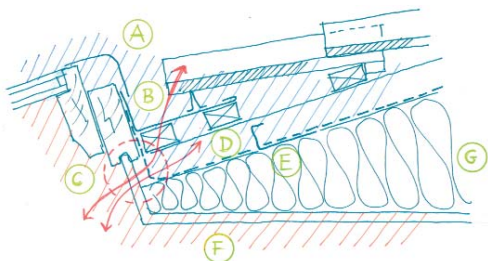
Gyártói oldalak: www.velux.hu;

www.roto.teto-ablak.hu; www.fakro.hu;

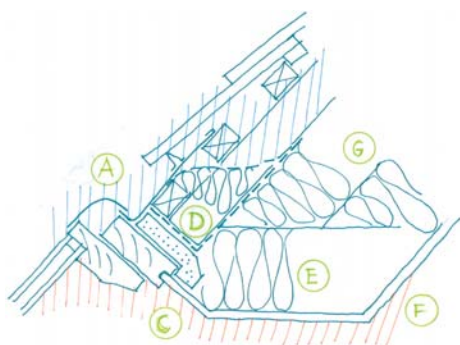
www.kronmat.com; www.dacalux.hu



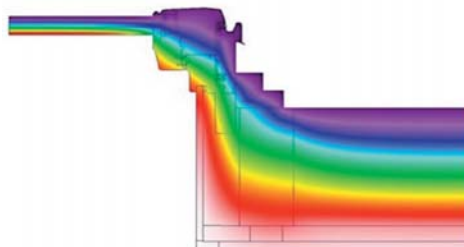
20. ábra. A „Mindent bele” – beépítés sematikus oldalsó részlete, A – normál magasságú beépítés, B-D₁ – lécezést is fogadó keményhab beépítőkeret, C – extra magas hőszigetelő keret (az ablak része), D₂ – magas ellenléc kiváltása a keret elfordításával, E – a széles szarufa kiváltása keskeny pallószervezettel (átfedés lehetősége a hőszigeteléssel)



22. ábra. Alacsony hajlásszög, fokozott vastagságú tetőréteg esetén a felső részlet durván hőhidassá válik, A – kiemelt tetőablak (magashullámú cserép), B – az ellenléc helyén nincs hőszigetelés, C – nincs hőszigetelő keret, D – hőhid az ellenléc helyén, E – kettős légrés esetén még rosszabb a helyzet, F – alacsony hajlásszög (nagyon elvékonyodó hőszigetelés), G – vastag rétegrend (még nagyobb a különbség)



24. ábra. „Normál” beépítésű felső részlet sematikus rajza, A – normál magasság, C – hőszigetelő keret, D – lágy hőszigetelő gallérozás, E – vízszintes hőszigetelés (gyártói ajánlások szerint), F – meredekebb tető, nagyobb szögű csatlakozás, G – osztott hőszigetelés



21. ábra. A 3.4. eset szimulációjának eredménye

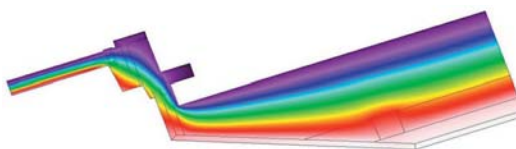
5. Értékelés

Az eredmények kiértékelését egy ~80×120 cm méretű ablakon szemléltetjük:

„Normál” ablak ~ 1 m² → U_w=1,2 W/K

Kerület ~ 4 fm (×0,06) → 0,24 W/K

Vonal menti hővesztés / Ablak hővesztése=5:1 → +20% növekmény



23. ábra. A 4.1. eset szimulációjának eredménye

Minőségi ablak ~ 1 m² → 0,8 W/K

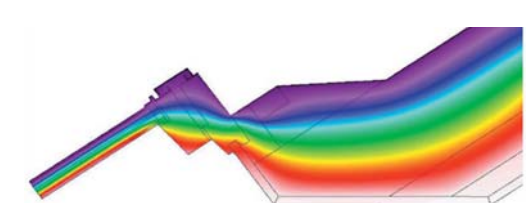
„Igénytelen” beépítés ~ 4 fm (×0,2) → 0,8 W/K

Vonal menti hővesztés / Ablak hővesztése=1:1 → +100% növekmény!

Tehát az igénytelen beépítés egy jó minőségű ablak hővesztését akár 100%-kal is megnövelheti (az ablak gyári értékét felére rontja).

A beépítés szempontjából figyelembe vett kockázati tényezők:

- a) beépítési magasság, / b) mi van a lécezés helyén,
- c) hőszigetelő beépítőkeret, / d) ellenléc magassága,
- e) kettős légrés, / f) hajlásszög, / g) rétegrend összvastagsága.



Irodalom / References

[1] Alhawari, A – Mukhopadhyaya, P: „Thermal bridges in building envelopes – An overview of impacts and solutions”, International Review of Applied Sciences and Engineering, Vol 9 (2018), No 1, pp 31–40, DOI: <10.1556/1848.2018.9.1.5>.

[2] Pelss, Martins – Blumberga, Andra – Kamenders, Agris: „Thermal Bridge Impact on the Heating Demand in a Low-Energy House”, Environmental and Climate Technologies, Vol 4, No 1, 2010, pp 76-81, DOI: <10.2478/v10145-010-0021-8>.

[3] Áts, Árpád – Pataky, Rita – Áts-Leskó, Zsuzsanna: „What makes skylights waterproof? Rainwater prevention found below roof coverings”, Metszet, Vol 9, No 6 (2018), pp 92–97.

25. ábra. A 4.2. eset szimulációjának eredménye

További kockázati tényezők is felmerülnek, melyekkel most nem foglalkoztunk:

- hőszigetelés roskadása, / rések (pontatlan beépítés), / hiányos légzárás (belső fólia).

A hővédelem további lehetőségei: külső redőny.

A fentiek alapján megfogalmazható ajánlás: minden esetben használjuk a gyártók által kínált beépítési készleteket!

Dr. Dobszay Gergely – Dr. Bakonyi Dániel

A b s t r a c t s

DOBSZAY, Gergely – BAKONYI, Dániel: QUESTIONING BUILDING TECHNOLOGY AND SKYLIGHT INSTALLATION

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 70-73, DOI: 10.33268/Met.2019.6.9

Kits to install top quality skylight systems do not always result in satisfactory results. Too often the location of a roof's structure, tiling battens, the poor use of vapour barriers and insulation materials can lead to failure. Apart from manufacturers' guidelines what other steps should be taken to ensure quality installation? This article examines installation methods, thermal insulation types, waterproofing, vapour barriers and good practice guidelines.

TAKÁCS, Lajos Gábor – JANKUS, Bence: PROBLEMS OF FIRE SPREADING BETWEEN FACADES AND ROOF

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 74-79, DOI: 10.33268/Met.2019.6.10

A worldwide problem facing the design of buildings is how to prevent the spread of fire from a buildings' elevation into the roof space. Analysis of how the eaves to a building are designed can be critical in preventing loss of lives and extensive damage to a building's fabric. It has been found that not only the use of materials can result in different outcomes, also the geometric arrangement of elements, distance of the eaves from the wall and even the depth at which openings are placed within a wall are all valid factors. The overall aim being to reduce potential for fire to spread by reducing potential for fires to reach uncontrollable temperatures.

KIS, Viktória: COOL FIRE PREVENTION DETAILING AT REBORN OUTPATIENT CARE CENTRE

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 80-85, DOI: 10.33268/Met.2019.6.11

OUTPATIENT BUILDING, KISKUNFÉLEGYHÁZA, HUNGARY

ARCHITECT: PÁL BOROS

"The Devil in the Details" resurfaces when designing for fire prevention, especially regarding health care buildings. This refurbishment project posed some unusual, yet relevant to most prefabricated building type, problems. Precast concrete structures, although practical in terms of construction speed, are not best suited in terms of fire safety: edge details and floor to wall junctions are liable to failure. Simply covering these junctions in plasterboard can prove satisfactory, but issues of vapour barriers, thermal insulation and installation of improved fenestration must also be met. Here fire prevention detailing became the main architectural tool for solving all these latter mentioned problems, the result being tantamount to seamless in appearance.

NÉMETH, Csaba: IN THE WAKE OF IGNÁC ALPÁR

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 86-91, DOI: 10.33268/Met.2019.6.12

RAOUL WALLENBERG HIGH SCHOOL TRANSFORMATION AND EXTENSION, BUDAPEST, HUNGARY

ARCHITECTS: CSABA NÉMETH, MÁTYÁS FEHÉR and TIBOR VARGA

The cultural identity of a school often lies partly within its built fabric resulting in the need to approach any works involving demolition, extension and alterations with due care. In one form or another this building complex has served its role in education, even though it has changed

hands many times over its history regarding subjects taught there, it has always functioned as a high school. Sadly between 2008 and 2017 the main building was unoccupied, falling into minor disrepair, it now has a new lease of life alongside its complementary new extension block. The key to this project's successful rebirth being a measured respect for history balanced with thoughtful modernisation.

HEGYI, Dezső, KAPOVITS, Géza: ARCHITECT AND ENGINEERING DESIGN WORK IN HARMONY

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 92-97, DOI: 10.33268/Met.2019.6.13

CASE FOR A FOREST VILLA

ARCHITECTS: BÁLINT ÁSZTAI and CSABA KOVÁCS

Locating a large villa and its smaller guest house on a graded site amongst trees lead to the development of a project reminiscent of Frank Lloyd Wright's Falling Water. Spaces being accentuated by cantilevered structures that form terraces and roofs. At first this seems a relatively straight forward task, yet on further evaluation complex solutions were required to achieve architectural harmony: engineering being the driving force behind this project's flow from internal to external spaces without need for poorly conceived steps. The resulting building also welcomes nature into its fabric by means of planted terraces and green roofs, contemporary organic.

HEINCZ, Dániel, KAPOVITS, Géza: AT THE LIMITS OF CONTEMPORARY RESIDENTIAL ARCHITECTURE

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 98-103, DOI: 10.33268/Met.2019.6.14

FAMILY HOME, JÁSZBERÉNY, HUNGARY

ARCHITECTS: ÉPÍTÉSZ STÚDIÓ KFT, ZSOLT FÉLIX and BÁLINT GULYÁS

Developing a corner site to accommodate a family home based upon interconnected pavilions, dealing with problems associated to surface water drainage and creation of green roof solutions, required non-standard foundations and waterproofing methods. Aside from the technical achievements a desire for clarity of materials and spatial functions had to be met. The key to success being how to seamlessly integrate architectural, structural and mechanical engineering elements.

HUNYADI, Zoltán – GOSZTONYI, Miklós – MESTERHÁZY, Beáta – NAGY, Attila Balázs: DEVELOPMENT OF WINDOW SHADING DEVICES ACOUSTIC BARRIERS

Citation: *Metszet*, Vol 10, No 6 (2019), pp 104-109, DOI: 10.33268/Met.2019.6.15

Health problems associated with noise disturbance outside buildings can be alleviated with the use of acoustic shielding devices: These usually function in first place as light shading devices, shutters, screens or even planting. The exact type of device used, its installed location and different degrees of permeability can vastly impact effectiveness. Combined with window types results may also vary. Segmented screens, solid screens and various degrees of perforation have been examined also taking into consideration the impact regarding natural ventilation.