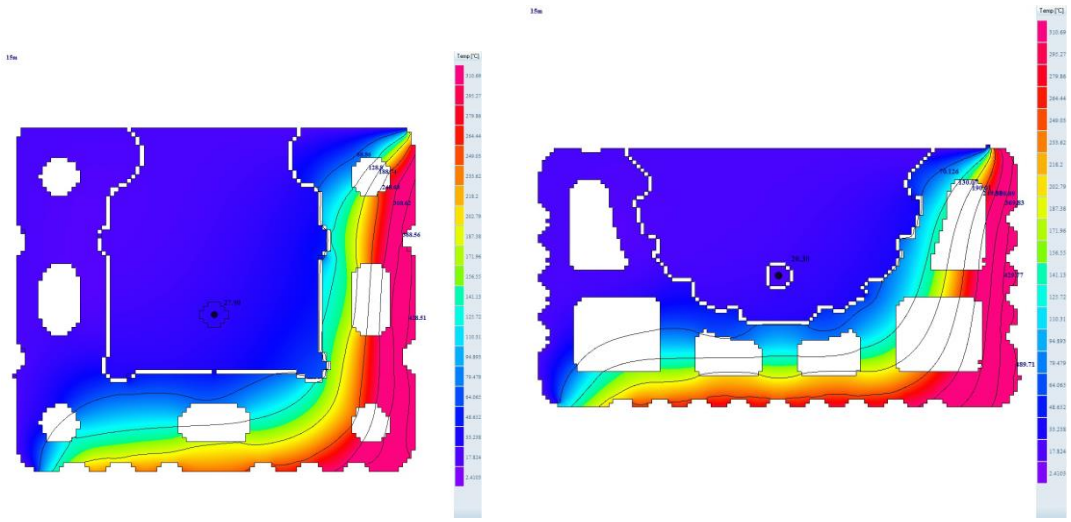
MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

SZÁMÍTÁS TŰZTEHERRE

BAKONYTHERM 10-es, BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidalókra



MEGRENDELŐ: **Pápateszéri Téglaipari Kft.**
8556 Pápateszér, Téglagyári út.

A SZÁMÍTÁST KÉSZÍTETTE: **Mérnök-Mátrix Bt.**
9022 Győr, Árpád u. 93. V. emelet

Tervező munkatárs:

Jakab András
építészmérnök

Felelős tervező:

Kántor László
okleveles építőmérnök
tartószerkezeti tervező
T-08-0106

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

TARTALOMJEGYZÉK

1. A számítások során alkalmazott szabványok 3
2. Adatok 3
3. Általános szerkezetleírás 3
4. Számítási módszer (eljárás) ismertetése 5
5. Eredmények 7
5.1. BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidaló 7
5.2. BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidaló 8
6. Összefoglalás 10

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

1. A SZÁMÍTÁS SORÁN ALKALMAZOTT SZABVÁNYOK

Szabványok:

MSZ EN 1992-1-2 ***(EC 2)***	Betonszerkezetek tervezése
	1-2 rész: Általános szabályok. Tervezés tűzteherre
MSZ EN 845-2	Falazatok kiegészítő elemeinek követelményei
	2. rész: Áthidalók

❖ **Tervezési segédletek:**

- **Szerkezetek tervezése tűzteherre az MSZ EN szerint**

  (MMK Tartószerkezeti Tagozat)

2. ADATOK

Betonminőség:	C 30/37-XF1-4-F6 (MSZ 4798-1:2016)
Feszítő pászma:	Treccia 2x2,25 *(EN 10138-3)* feszítő pászma
Vasalás helye:	a függőleges szimmetriatengelyben, a kéregelem aljától 1 cm-re
Kéregelem:	égetett agyag kerámia
Vakolat:	1 cm javított mészhabarcs

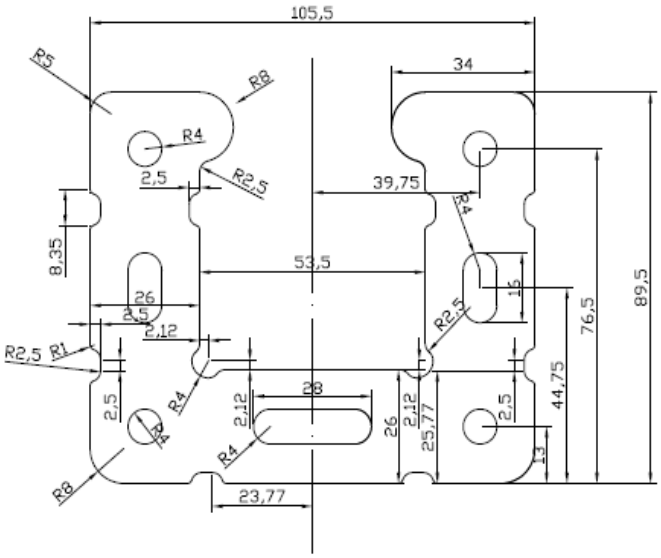
3. ÁLTALÁNOS SZERKEZETLEÍRÁS

BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidaló:

A BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidalók válaszfalakban lévő nyílások áthidalására alkalmazhatók. A BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidalók keresztmetszeti mérete megegyezik az ”U” alakú égetett kerámia kéregelemek befoglaló méretével, ami 10x8,5 cm. A BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidalók 25 cm-es méretlépcsőben készülnek

1,00-2,25 m hosszúságig. Az áthidalók 0,75-2,00 m-es falnyílások kiváltását teszik lehetővé. Az áthidalók a feszítő pászmával ellátott ”U” alakú kerámia kéregelemek kibetonozásával gyártóüzemben készülnek. A BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidalók tehát teljesen előregyártott áthidaló szerkezetek, ezért szakszerű beépítés után azonnal terhelhetők is.

A betonban 1 db 2xØ2,25 mm-es feszítő pászma kerül elhelyezésre.



BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidaló *keresztmetszete (nyersméret)*

(a kiégetett méret a megadott nyersméret kb. 95 %-a)

BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidaló:

A BAKONYTHERM 12-es áthidalók keresztmetszeti mérete megegyezik az égetett kerámia kéregelemek befoglaló méretével, ami 12x6,5 cm. A BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidalók 25 cm-es méretlépcsőben készülnek 1,00-2,75 m hosszúságig.

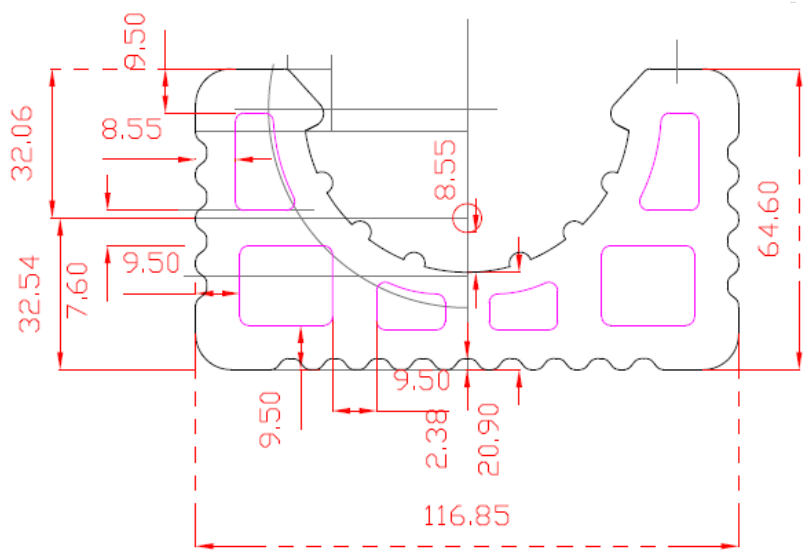
Az áthidalók 2,50 m-ig terjedő falnyílások kiváltását teszik lehetővé. A BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidalók a feszítő pászmával ellátott kerámia kéregelemek kibetonozásával gyártóüzemben készülnek, amelyek önmagukban nem teljes értékű áthidalók.

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

A BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidalók − mivel önmagukban nem teherbírók − a beépítés után nem terhelhetők azonnal, az építés közben elengedhetetlenül szükséges az alátámasztásuk. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az áthidaló szerkezet csak a nyomott öv és a koszorú teljes megszilárdulása után válik terhelhetővé, teljes értékű áthidaló szerkezetté!

A BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidalók esetében a helyszíni nyomott öv kialakítása a következőképpen lehetséges: helyszíni rábetonozással, vagy tömör tégla ráfalazással, vagy pedig üreges falazóblokk ráfalazással.

A betonban (félkör alakú horonyban) 1 db 2xØ2,25 mm-es feszítő pászma kerül elhelyezésre.



BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidaló *keresztmetszete*

4. SZÁMÍTÁSI MÓDSZER *(ELJÁRÁS)* ISMERTETÉSE

A táblázatos módszer *(tabuled data)* a kis vasbeton keresztmetszetek miatt jelen esetben nem volt alkalmazható; ezért a számítás kétdimenziós hővezetési egyenlet megoldására szolgáló számítógépes programmal került elvégzésre (Heat2 Version 10.0).

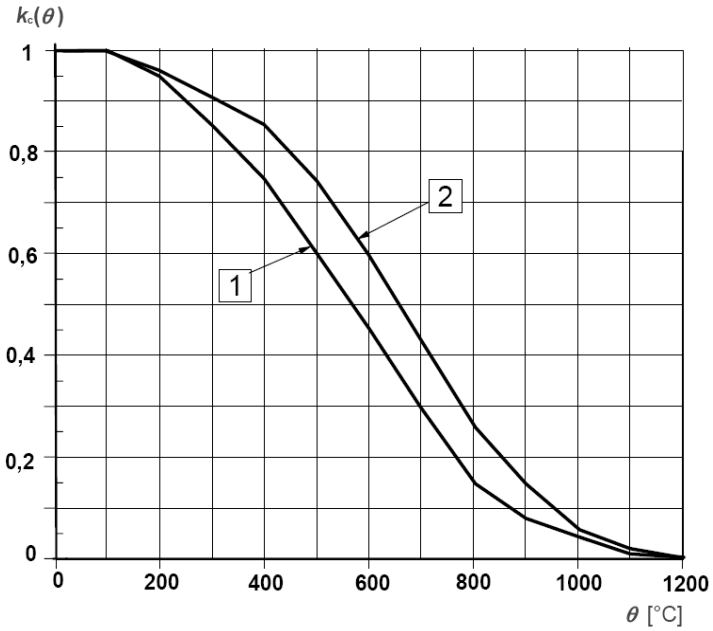
MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

A levegő-hőmérséklet emelkedésének következtében a vasbeton keresztmetszet egyes pontjai különböző mértékben melegszenek át. Az átmelegedés mértéke modellezhető, illetve a szabványban megadott izotermavonalak figyelembevételével meghatározható.

Az egyes áthidalók esetében – számítógépes modellezéssel - kiszámítottuk az izotermák alakulását a szabványos hőterhelés hatására 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45 és 60 perc eltelte után. Ezzel megadtuk a feszítő pászmák súlypontjában az acélban keletkező hőmérsékletet.

A keresztmetszetek átmelegedésének mértékét a beton hővezetési tényezője, a kerámia kéregelem kialakítása *(vastagsága, üregelése, stb.)* és az alkalmazott vakolat, jelentős mértékben befolyásolják. A hőmérséklet emelkedésének következtében a beton hővezetési tényezője megváltozik *(kezdetben mintegy 60-80 °C-ig nő, majd az a fölötti hőmérsékleten csökken)*. A hőmérséklet emelkedésével a beton szilárdsági jellemzői romlanak.

A beton szilárdságcsökkenésének mértékét a vonatkozó MSZ EN 1992-1-2 számú szabvány úgynevezett csökkentő tényezővel veszi figyelembe a hőmérséklet függvényében.



a beton nyomószilárdságának csökkentő tényezői a hőmérséklet függvényében
(1) kvarckavics adalékanyagú beton, (2) mészkő adalékanyagú beton

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

A beton, vasbeton szerkezetek a szilárdságcsökkenés mellett még jelentős alakváltozást is szenvednek. Az alakváltozás mértéke függ attól, hogy a szerkezet a tűzterhet terhelt vagy terheletlen állapotban kapja meg.

A hő terhelésre való eltérő viselkedés miatt különbséget kell tenni a melegen hengerelt, illetve a hidegen húzott feszítő pászmák hőhatásra való méretezése között. A feszítő pászmák viselkedése a hőmérséklet növekedésének hatására megváltozik és lassan az elasztikus tartományból átmegy a képlékeny tartományba (megnő a kontrakció és a szakadási nyúlás; csökken a szakítószilárdság és a folyáshatár). Hidegen alakított pászmák esetén pedig 138 °C tekinthető a kritikus hőmérsékletnek. Ugyanis a szabvány 4.3 ábrája szerint a csökkentő tényezők:

100°C	=	1,00
200°C	=	0,87

A kettő érték között lineárisan interpolálható. Így a fentiekből következik, hogy:

138°C	=	0,95
177°C	=	0,90

csökkentő tényező tartozik. Vagyis 138°C-on már bekövetkezik az 5%-os szilárdság csökkenés, aminél többen nem kívánunk megengedni a szerkezet esetében.

Ebből is látható hogy a pászmák megfelelő védelme (takarása) nagy jelentőséggel bír.

A tűz hatására *(hőmérséklet emelkedése, majd az utána bekövetkező lehűlés során)* a vasbetonszerkezetek számos változáson mennek keresztül, amelyek hatással vannak a szerkezet viselkedésére és teherbírására. A hőtágulás, valamint a betonacél és a beton közötti tapadás hőmérséklet hatására bekövetkező változása miatt a szerkezeti részek kialakítását körültekintően kell elvégezni.

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

5. EREDMÉNYEK

5.1. BAKONYTHERM 10-es nyílásáthidaló

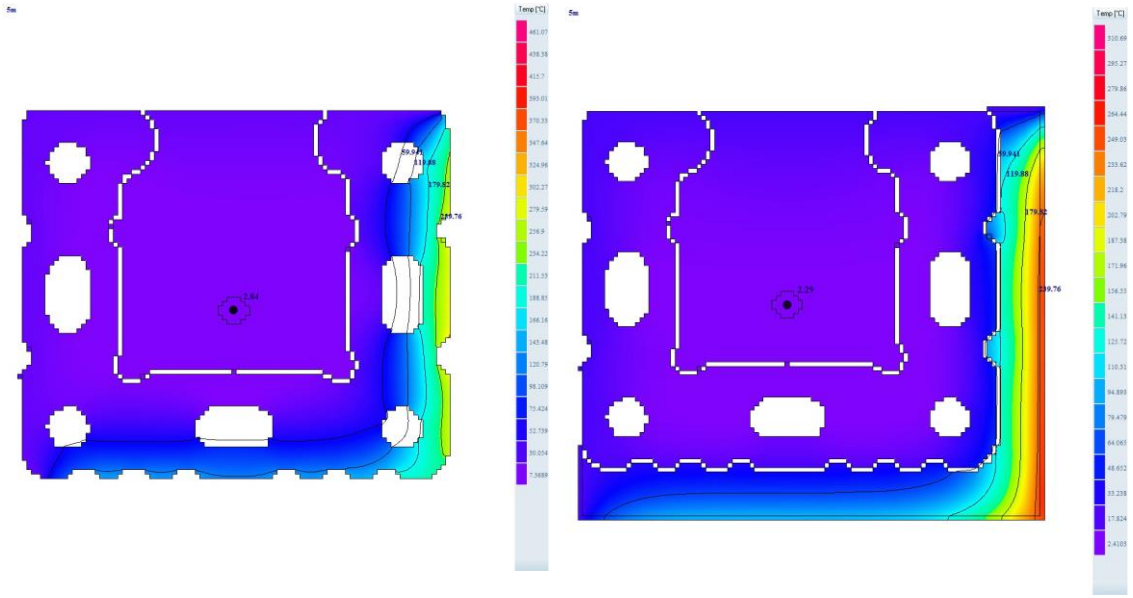
A számítógépes programmal végzett véges-elem modellezés eredményeit a következő oldali ábrák mutatják. Mivel az áthidalók sorolva kerülnek beépítésre, a tűz terhelés mértékadó módon alulról és egyik oldalról éri az áthidalót. A hőmérsékletemelkedést, a szabvány szerinti: T=20+345 log10 (8t+1) képlettel vettük figyelembe. *(A számítógépes modell az áthidaló induló hőmérsékletét 0°C-nak veszi, de a későbbi összefoglaló táblázatban az értékeket 23°C-al korrigáltuk.)*

A számítást elvégeztük vakolatlan és 1 cm javított mész vakolattal ellátott áthidaló esetére is.

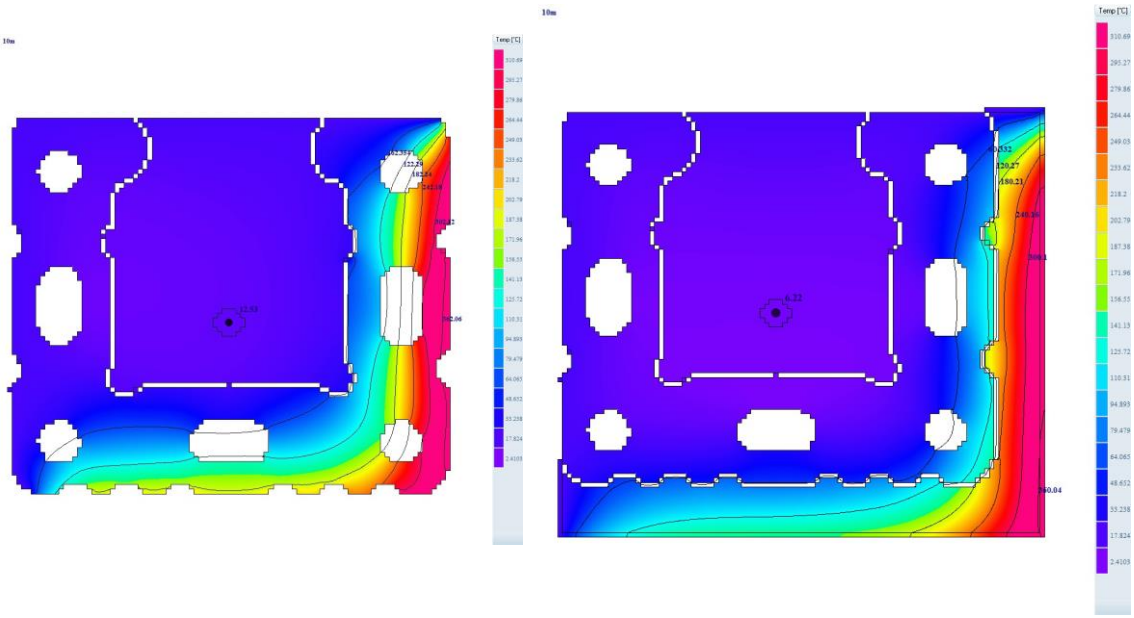
Az eredményeket a következő oldali ábrák mutatják. Az eredményeket az ábrák után táblázatos, illetve grafikon formában is összefoglaltuk.

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Vakolatlan és vakolt áthidalóban **5 perc után** kialakuló hőmérséklet:

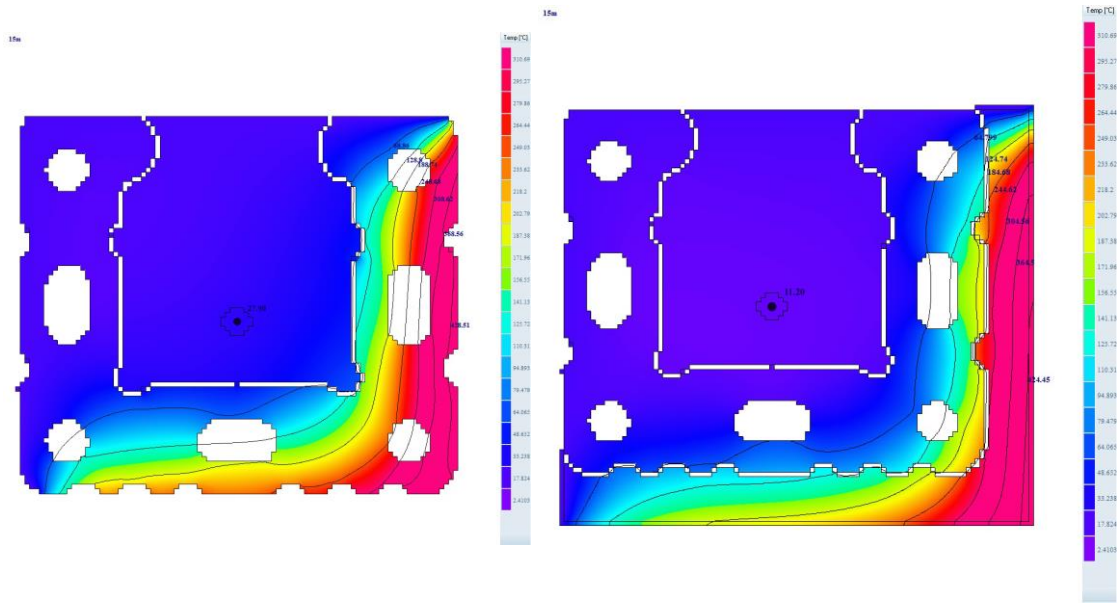


Vakolatlan és vakolt áthidalóban **10 perc után** kialakuló hőmérséklet:

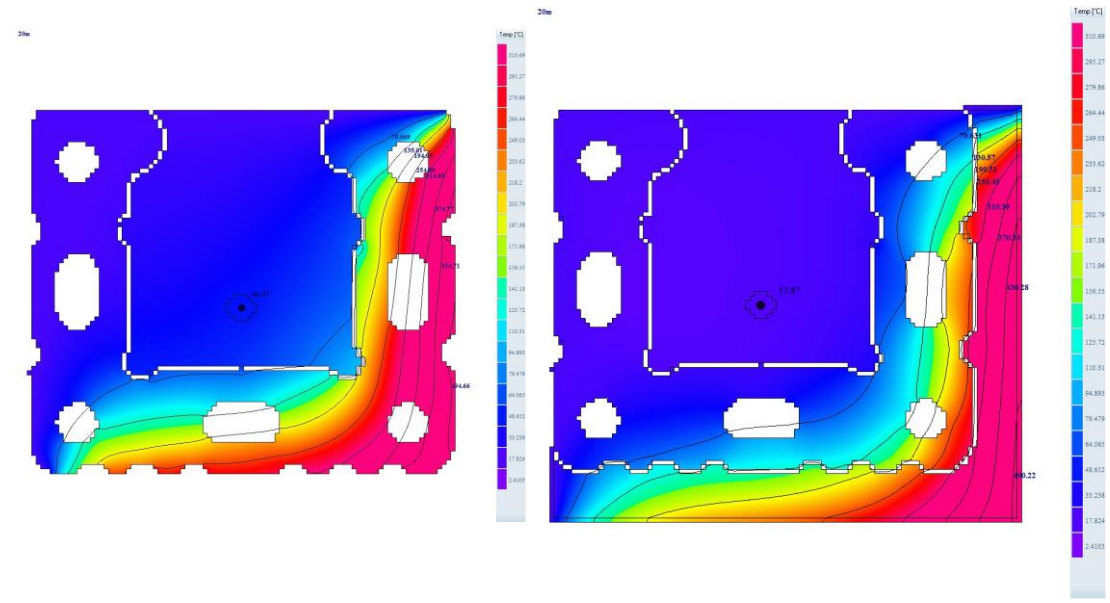


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

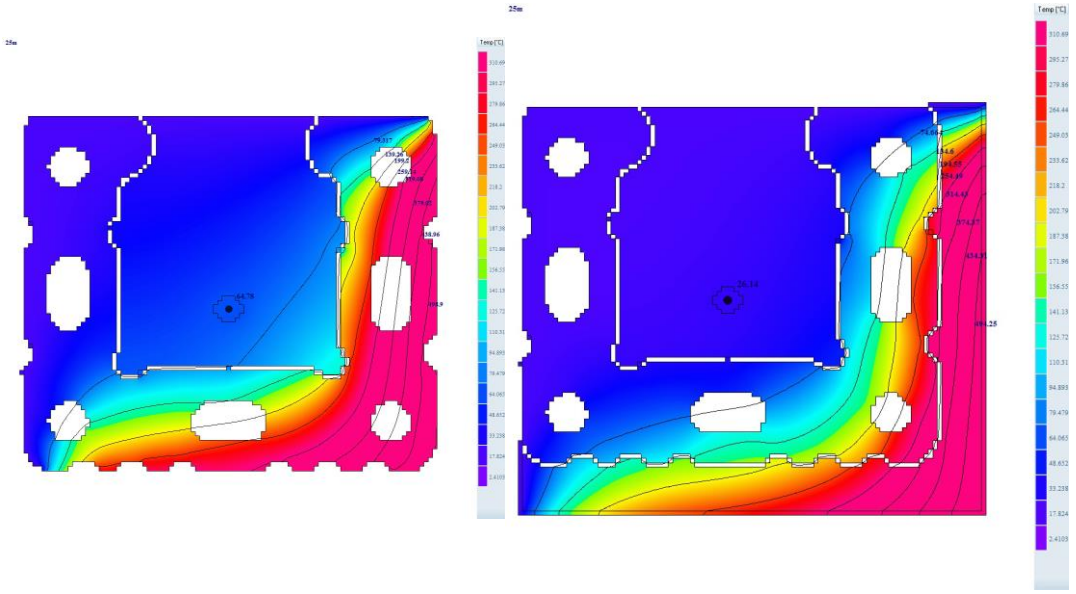
Vakolatlan és vakolt áthidalóban **15 perc után** kialakuló hőmérséklet:



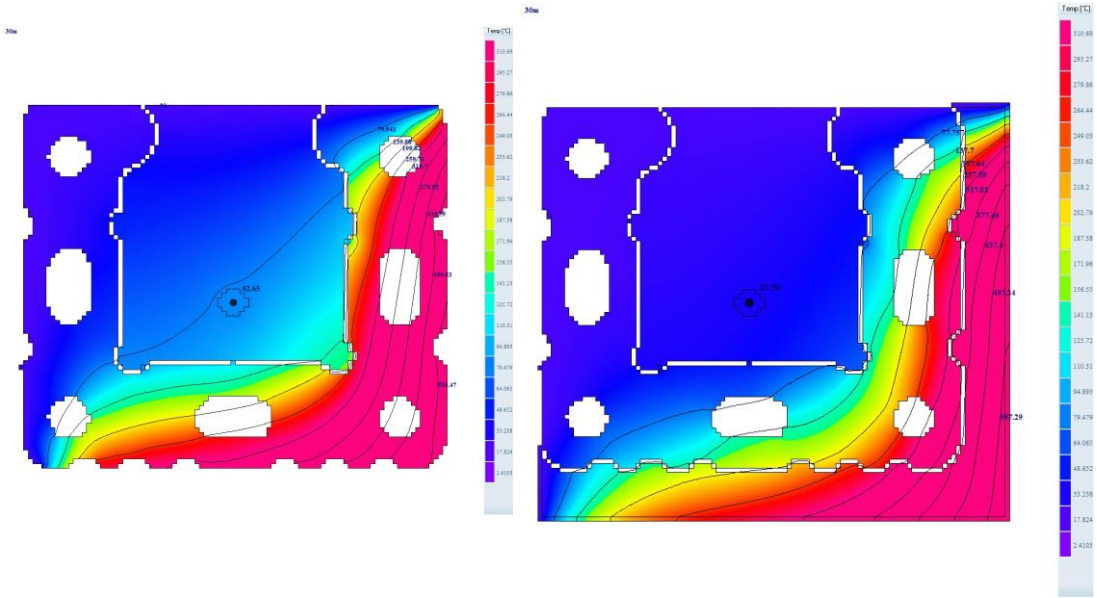
Vakolatlan és vakolt áthidalóban **20 perc után** kialakuló hőmérséklet:



Vakolatlan és vakolt áthidalóban **25 perc után** kialakuló hőmérséklet:

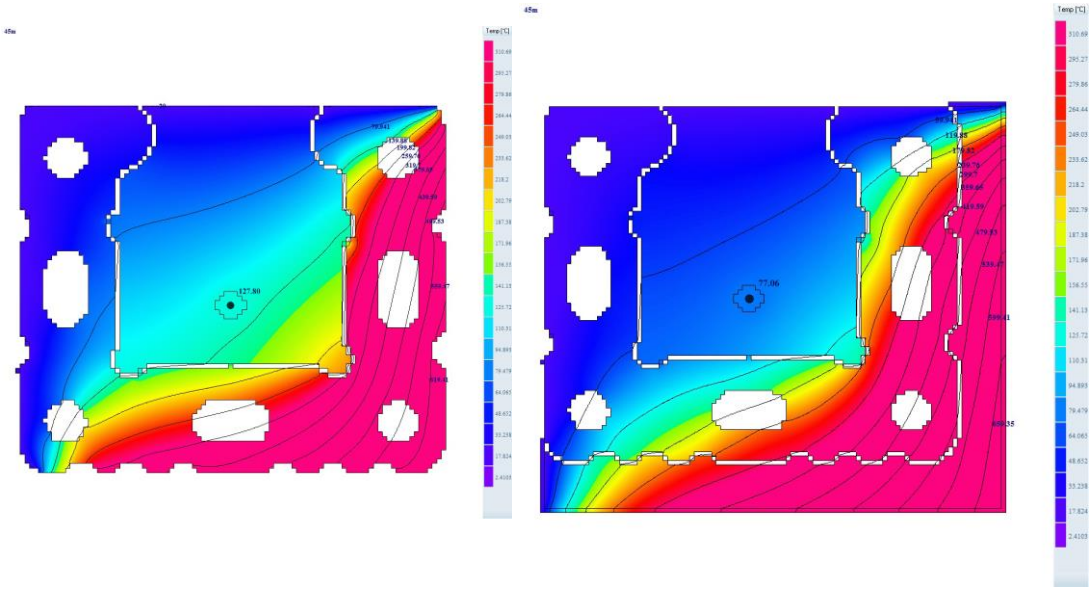


Vakolatlan és vakolt áthidalóban **30 perc után** kialakuló hőmérséklet:

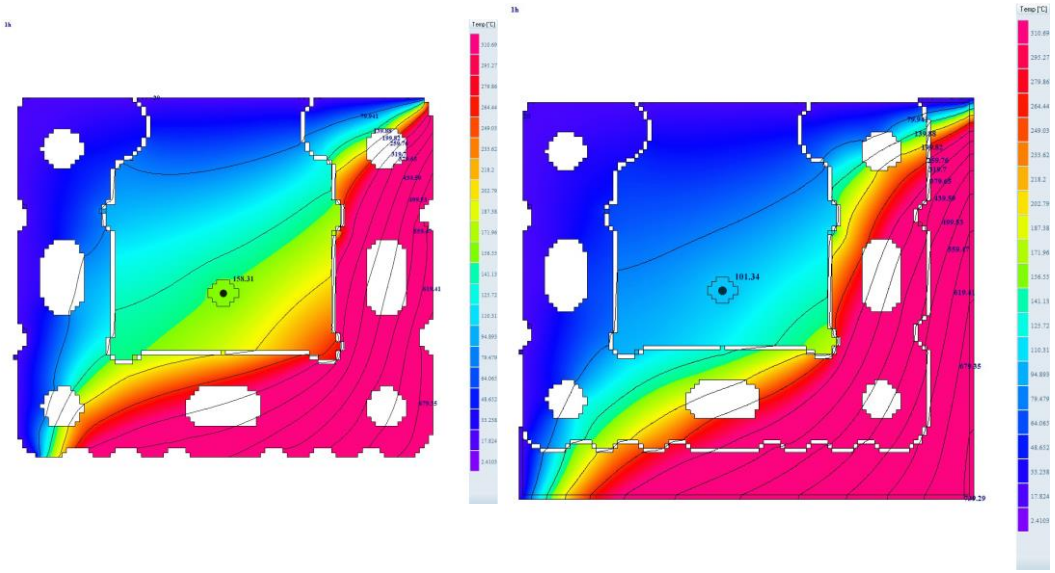


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Vakolatlan áthidalóban **45 perc után** kialakuló hőmérséklet:



Vakolatlan áthidalóban **60 perc után** kialakuló hőmérséklet:

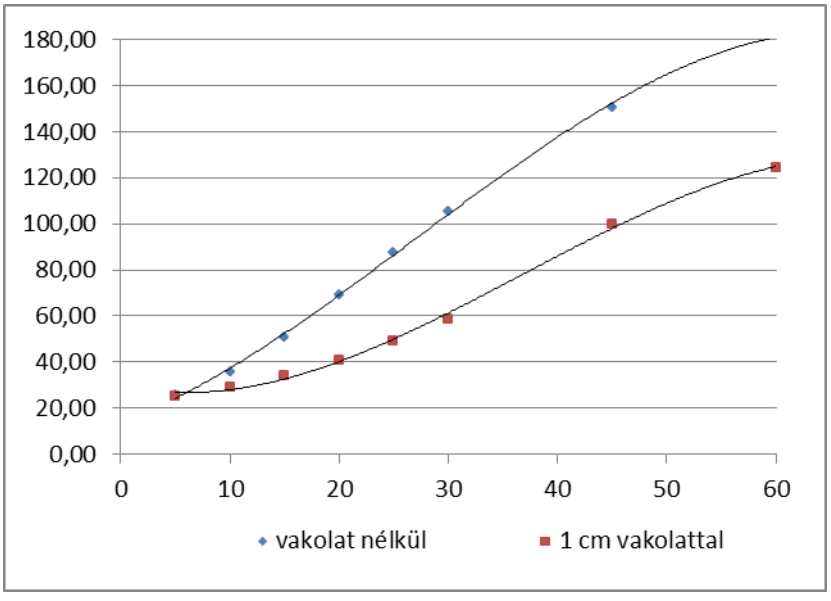


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Az eredmények táblázatos összefoglalása:

Tűzterhelés eltelt idő	Tűz hőmérséklet ($T_{tűz}$)	induló alapanyag hőmérséklet	PÁPAT ESZÉRI "A 10" áthidaló			
			vakolat nélkül		1 cm javított mész vakolattal	
		$T0_o$	ΔT	T (T=$T0_o$+ΔT)	ΔT	T (T=$T0_o$+ΔT)
perc	C°	C°	C°	C°	C°	C°
5	576,4	23	2,84	**25,84**	2,29	**25,29**
10	678,4	23	12,53	**35,53**	6,22	**29,22**
15	738,6	23	27,90	**50,90**	11,20	**34,20**
20	781,4	23	46,07	**69,07**	17,87	**40,87**
25	814,6	23	64,78	**87,78**	26,14	**49,14**
30	841,8	23	82,65	**105,65**	35,50	**58,50**
45	902,3	23	127,80	**150,80**	77,06	**100,06**
60	945,3	23	158,31	**181,31**	101,34	**124,34**

Az eredmények grafikonos összefoglalása:



MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

5.2. BAKONYTHERM 12-es nyílásáthidaló

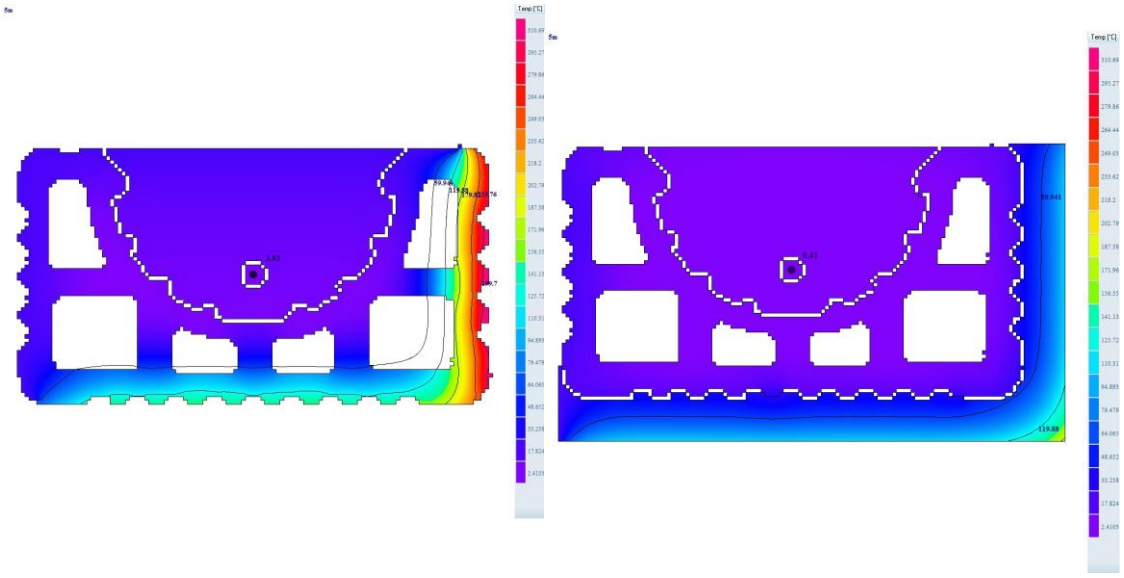
A számítógépes programmal végzett véges-elem modellezés eredményeit a következő oldali ábrák mutatják. Mivel az áthidalók sorolva kerülnek beépítésre, a tűz terhelés mértékadó módon alulról és egyik oldalról éri az áthidalót. A hőmérsékletemelkedést, a szabvány szerinti: T=20+345 log10 (8t+1) képlettel vettük figyelembe. *(A számítógépes modell az áthidaló induló hőmérsékletét 0°C-nak veszi, de a későbbi összefoglaló táblázatban az értékeket 23°C-al korrigáltuk.)*

A számítást elvégeztük vakolatlan és 1 cm javított mész vakolattal ellátott áthidaló esetére is.

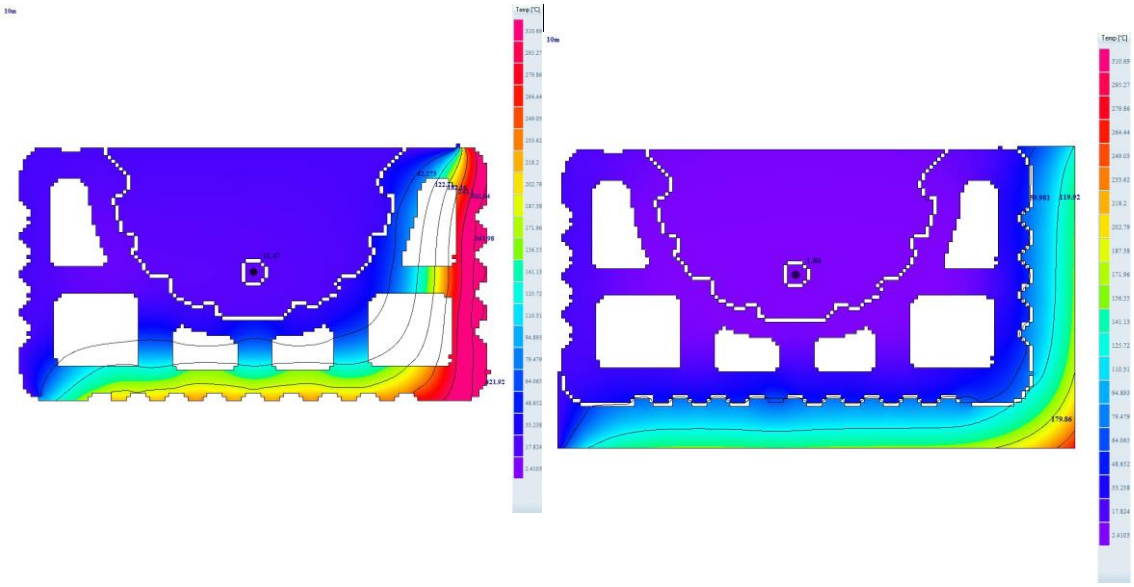
Az eredményeket a következő oldali ábrák mutatják. Az eredményeket az ábrák végén táblázatos, illetve grafikon formában is összefoglaltuk.

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Vakolatlan és vakolt áthidalóban **5 perc után** kialakuló hőmérséklet:

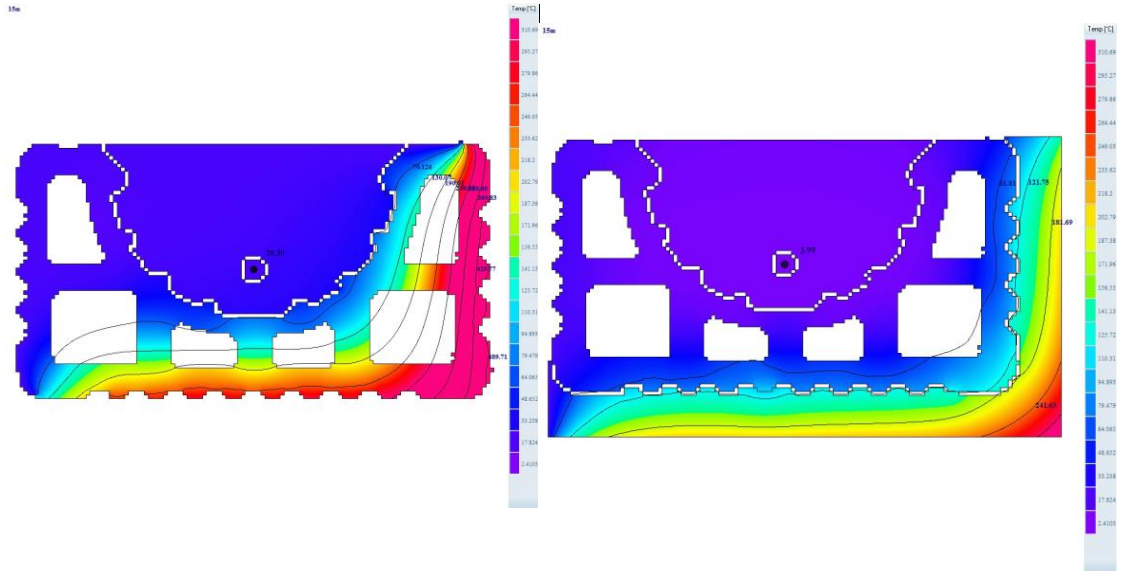


Vakolatlan és vakolt áthidalóban **10 perc után** kialakuló hőmérséklet:

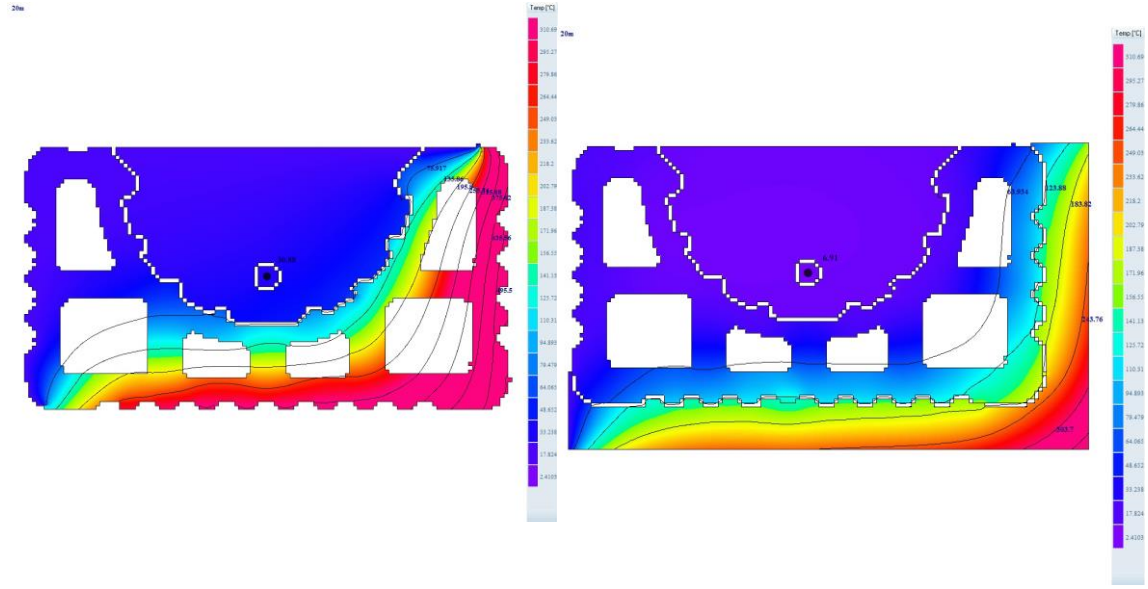


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

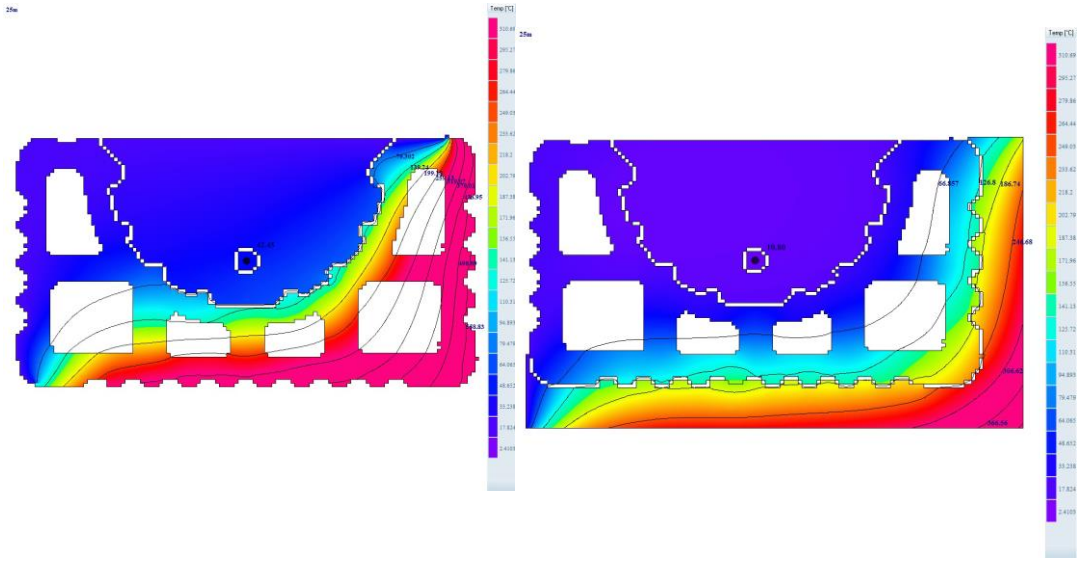
Vakolatlan és vakolt áthidalóban **15 perc után** kialakuló hőmérséklet:



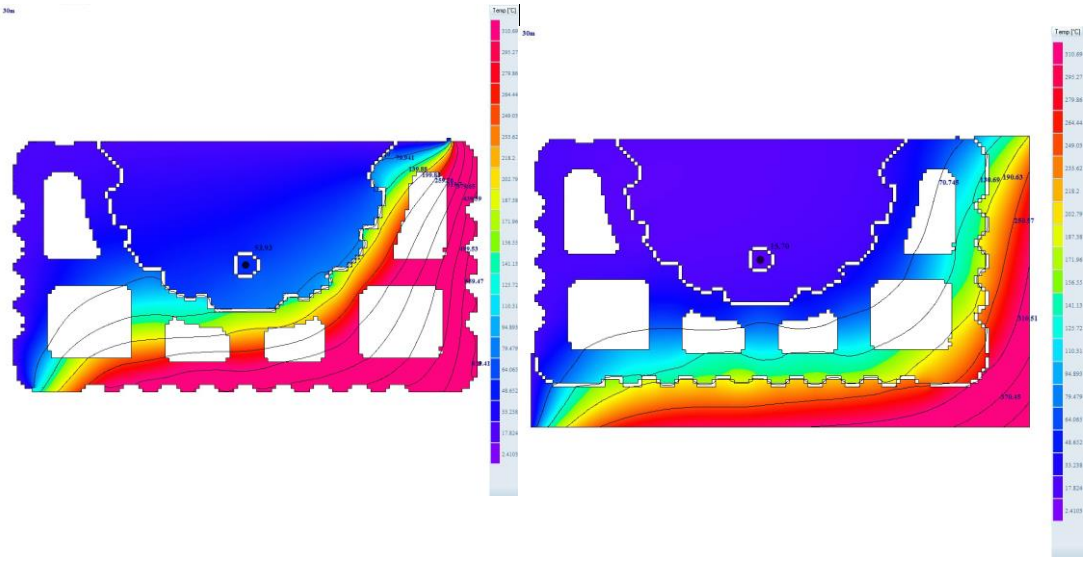
Vakolatlan és vakolt áthidalóban **20 perc után** kialakuló hőmérséklet:



Vakolatlan és vakolt áthidalóban **25 perc után** kialakuló hőmérséklet:

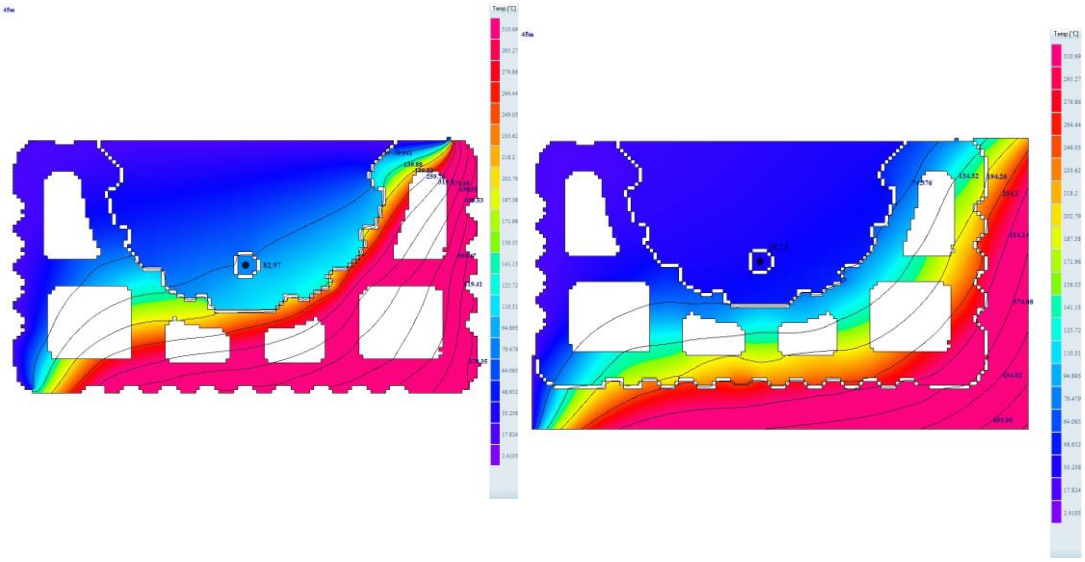


Vakolatlan és vakolt áthidalóban **30 perc után** kialakuló hőmérséklet:

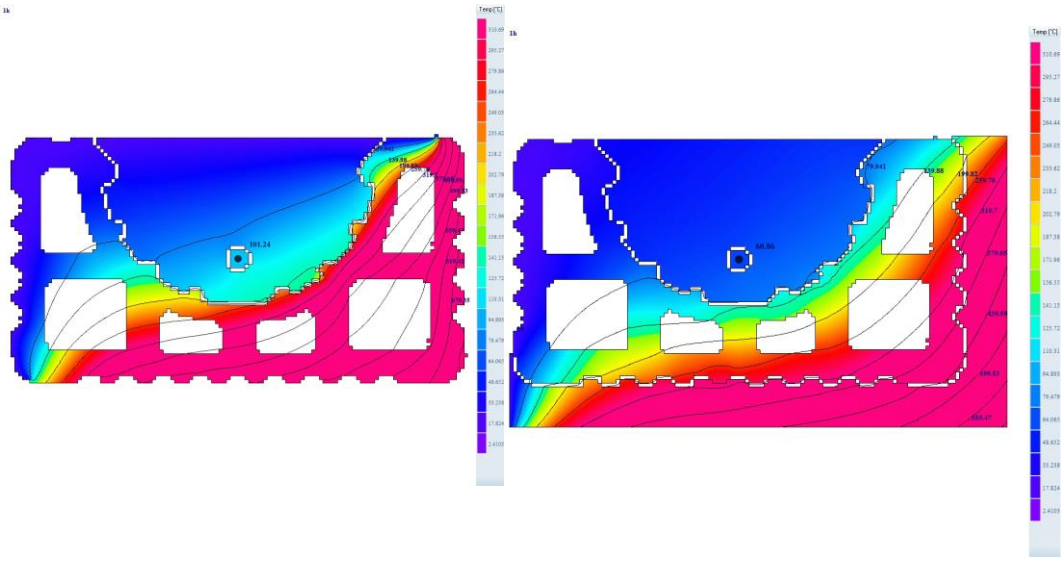


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Vakolatlan áthidalóban **45 perc után** kialakuló hőmérséklet:



Vakolatlan áthidalóban **60 perc után** kialakuló hőmérséklet:

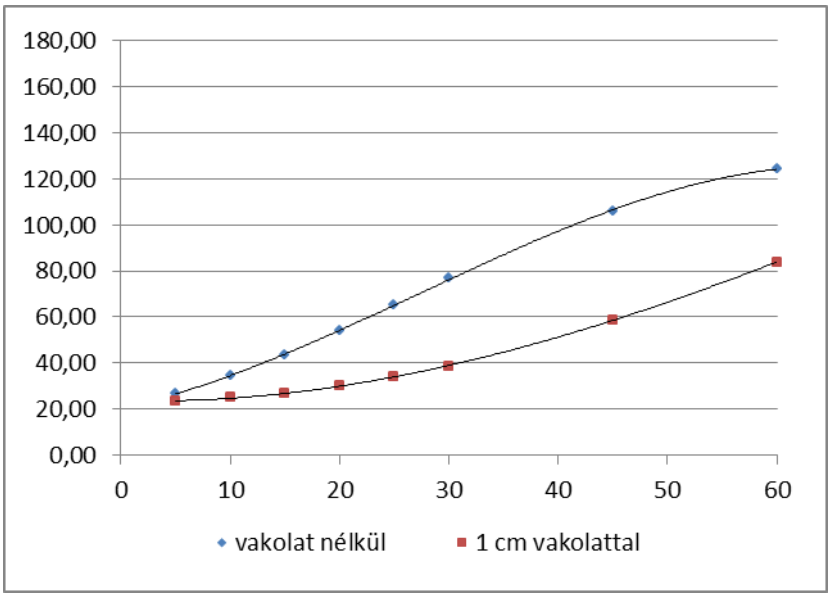


MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Az eredmények táblázatos összefoglalása:

Tűzterhelés eltelt idő	Tűz hőmérséklet ($T_{tűz}$)	induló alapanyag hőmérséklet	PÁPATESZÉRI "A 12" áthidaló			
			vakolat nélkül		1 cm javított mész vakolattal	
		$T0_o$	ΔT	T (T=T0o+ΔT)	ΔT	T (T=T0o+ΔT)
perc	C°	C°	C°	C°	C°	C°
5	576,4	23	3,83	**26,83**	0,41	**23,41**
10	678,4	23	11,47	**34,47**	1,86	**24,86**
15	738,6	23	20,30	**43,30**	3,99	**26,99**
20	781,4	23	30,88	**53,88**	6,91	**29,91**
25	814,6	23	42,45	**65,45**	10,80	**33,80**
30	841,8	23	53,93	**76,93**	15,70	**38,70**
45	902,3	23	82,97	**105,97**	35,73	**58,73**
60	945,3	23	101,24	**124,24**	60,86	**83,86**

Az eredmények grafikonos összefoglalása:



MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A számítási eredmények, valamint a 4. fejezetben leírtak alapján a BAKONYTHERM 10 és 12-es nyílásáthidalók tűzállósági határértéke, illetve tűzvédelmi osztálya az alábbi táblázat szerint vehető figyelembe.

Nyílásáthidaló típusa	Tűzállósági határérték	Tűzvédelmi osztály
BAKONYTHERM 10-es	**R 30**	**A1**
BAKONYTHERM 10-es vakolattal	**R 45**	
BAKONYTHERM 12-es	**R 45**	
BAKONYTHERM 12-es vakolattal	**R 60***	

* 1 cm javított mészhabarccsal vakolt szerkezetre vonatkozik

A táblázatban szereplő tűzállósági határértékek megállapításánál azt is figyelembe vettük, hogy a megadott − számítási eljárás során meghatározott − értékekben kellő biztonsági tartalék legyen. Ez azt jelenti, hogy ha az alábbi táblázatban megadott tűzállósági határértékhez tartozó acél-hőmérsékleteket megszorozzuk 1,35 nagyságú biztonsági növelő tényezővel; a feszítő pászmába hőmérséklete még akkor is alatta marad a pászmák esetében kritikus 138 °C-nak.
Az is megállapítható, hogy az utólagos vakolat jelentősen növeli az áthidalók tűzállósági határértékét. Az 12-es áthidaló esetében – 1 cm vakolat esetén – 60 perc után az acélbetét hőmérséklete 83,86 C°-os, ami közel azonos a vakolat nélküli esetben a 30 perc után kialakuló 76,93 C°acél hőmérséklettel.

A betonmag nyomott zónájának hőmérséklete egyik vizsgált esetben sem érte el a 100°C-ot, így a beton szilárdság csökkenésével nem kell számolni. A teherbírás csökkenést csak a feszítő pászma kilágyulása okozza.

Függetlenül attól, hogy a szerkezetek tűzállósági határértéke vakolatlan állapotban is teljesíti az R30, illetve R45 értéket a biztonság fokozása érdekében – minden olyan esetben, amikor tűzállósági követelmény is felmerül a szerkezetekkel szemben – a BAKONYTHERM 10 és 12-es nyílásáthidalókat vakolattal kell ellátni a beépítés során (legalább 1 cm vastagságú javított mészhabarcs vakolattal).

MÉRNÖK - MÁTRIX
ÉPÍTŐIPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ BT.
9022 GYŐR, ÁRPÁD ÚT 93/V. EMELET
email: info@mernokmatrix.hu
web: www.mernokmatrix.hu
tel/fax: +36 96/310-005
mobil: +36 30/22-78-496

Megjegyzés:

***R** – teherhordó képesség (teherbírási határállapot): a szerkezeti elemek azon képessége, hogy egy bizonyos ideig egy vagy több oldalukon fennálló meghatározott mechanikai igénybevétel mellett ellenállnak a tűz hatásának szerkezeti stabilitásuk bármilyen vesztesége nélkül.*

***30, 45, 60** – tűzállósági határérték (perc): a szerkezet ennyi ideig (percig) megőrzi a teherbírását a tűzhatás során.*

***A1** – nem éghető anyagok alkotják (beton, égetett kerámia), a betonacél megfelelő védelemmel (takarással) rendelkezik.*

A BAKONYTHERM 10-es és 12-es nyílásáthidalók alkalmazhatósági területére, beépíthetőségére a tűzállósági határérték alapján − a tűzállósági fokozat és az épület szintszámának függvényében − a hatályos OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat) ad meghatározást.

…….
Kántor László
statikus tervező
T-08-0106