



Dr. Takács Lajos Gábor, Szikra Csaba, Zsitva Attila

HŐ- ÉS FÜSTELVEZETÉSSEL ELLÁTOTT CSARNOKÉPÜLETEK LÉGPÓTLÁSRA IS FIGYELEMBE VETT DOKKOLÓKAPUINAK ÁRAMLÁSI VIZSGÁLATA

Absztrakt

Cikkünkben a hő- és füstelvezetéssel ellátott csarnoképületek légpótlásra is figyelembe vett dokkolókapuinak áramlási jellemzőit és tűzvédelmi kialakításait vizsgáljuk. A kutatások a légáramlás jellemzőire és a tűzvédelmi kialakításokra összpontosítanak. A légpótlás hatékonysága függ a dokkolók geometriai kialakításától és azok anyagától is. Vizsgálataink célja numerikus tűz- és füstterjedési szimuláció segítségével olyan tervezési módszert kidolgozni, amellyel rendeltetésszerű dokkolóhasználat mellett tűz esetén áramlási szempontból is megfelelő légmennyiség biztosítása igazolható. A tűzvédelmi problémák vizsgálatához adatgyűjtést végeztünk. Az adatgyűjtést kiterjed a vonatkozó jogi háttérre, a légpótlók kialakításának lehetőségeire, logisztikai adatok elemzésére és dokkolók közvetlen közelében kialakuló tüzesetek összegyűjtésére.

A vizsgálatok után a javaslataink alapján az alábbiakkal növelhető a dokkolók, a rakodás alatt álló kamionok és az épületek tűzbiztonsága:

- Ne a dokkoló kapuja, hanem a szimmetrikusan elhelyezett oldalsó nyílások, légpótló zsaluk legyenek a légpótló nyílások.
- A dokkolókon belüli is tűzjelzőt kell létesíteni, és ha az adott dokkolóban vagy a környezetében keletkezik a tűz, akkor az adott dokkolóhoz tartozó légpótló nyílás ne nyisson ki.
- Az épületben található beépített oltóberendezést a dokkolóházra is ki kell terjeszteni.
- Tűzgátló építményszerkezetekkel meg kell akadályozni a dokkolókon keresztüli tűzterjedést.

Kulcsszavak: hő-és füstelvezetés, légpótlás, dokkoló kapu, légpótló nyílások



INVESTIGATION OF THE AIR FLOW CHARACTERISTICS OF DOCK GATES USED AS AIR SUPPLY OPENINGS IN WAREHOUSES WITH SMOKE AND HEAT VENTILATION SYSTEM

Abstract

In our article smoke and heat ventilation characteristics of warehouse loading docks are investigated, which are often used as fresh air inlet sources. The tests are focusing on the air flow characteristics and the fire protection design. The efficiency of air inlet depends on the geometrical design and the materials of the dock. We used CFD simulations to reach our main goal: to develop a planning method for the calibration of the smoke and heat ventilation system. We collected data to the analysis of the fire protection problems. This covers the legal backgrounds, the ways of developing air-suppliers, the run-down of the logistics related data and the collection of cases of fire evolving near by the docking areas.

Based on these surveys the fire safety of the loading docks, trucks and buildings could be improved by the following points:

- The symmetrically placed openings with air-supply shutters in the sides of the loading docks should be the air-suppliers, not the gate of the docking area.
- A fire detection and alarm system should be installed within the docking area as well, in case a truck takes on fire, the relevant air-supply gate should not open, but the others should.
- The building's built-in fire extinguisher system should be expanded to the loading docks.
- The spreading of the fire through the docking areas should be prohibited with fire rated structures.

Keywords: smoke and heat ventilation, air supply, dock gate, air supply openings



1. BEVEZETÉS

Hő- és füstelvezetéssel ellátott csarnoképületek légpótlását gyakran a kamion dokkolókon keresztül oldják meg, ahol a légpótlás hatékonysága a geometriai kialakítás és anyaghasználat mellett nagymértékben függ a rakodási módoktól és raktározási rendtől is. A cikk a vonatkozó jogszabályok, tűzvédelmi műszaki irányelvek értelmében légpótlásra is figyelembe vehető kamion dokkolók tűzvédelmi, áramlástanai kérdéseivel, problematikájával foglalkozik. Vizsgálataink célja numerikus tűz- és füstterjedési szimuláció segítségével olyan tervezési módszert, illetve a tűz- és füstterjedési szimulációknál is alkalmazható modellezési módszert kidolgozni, amellyel rendeltetészerű dokkolóhasználat mellett tűz esetén áramlási szempontból is megfelelő légmennyiség biztosítása számítható, illetve igazolható.

2. VONATKOZÓ JOGI ÉS IRÁNYELVI HÁTTÉR

A természetes hő- és füstelvezetők legfontosabb teljesítményjellemezője a hatásos nyílásfelületük. A hő- és füstelvezetők hatásos nyílásfelületét, illetve az átfolyási tényezőt Európában az EN 12101-2 [1] szabványban rögzített vizsgálattal állapítják meg. Azonban a légpótlásra igénybe vett dokkolókat méretük és változatos kialakításuk miatt nem lehet szabványos vizsgáló berendezésbe elhelyezni, ezért hatásos nyílásfelületük egyszerű táblázatos módszerrel állapítható meg (hazánkban az OTSZ [2] 9. melléklet 4 sz. táblázata).

A hazai Országos Tűzvédelmi Szabályzat [2] 197. §-a követelményeket támaszt a természetes légpótló, illetve a füstmentesítést biztosító nyílások nyílászáróival szemben, amely értelmében azok szabad mozgását folyamatosan biztosítani kell, és e nyílásokat eltorlaszolni tilos. Logisztikai raktározási területeken bevett gyakorlat, hogy a kamion dokkolókon keresztül adják meg a szükséges légpótló felületeket. Megfelelő használati szabályok hiánya miatt előfordulhat, hogy a létesített dokkolók nagy része, vagy akár az összes egyidőben használatban van, így pont a kamionok fognak torlaszként viselkedni, ezzel megakadályozva a friss levegő biztosítását.



A Hő- és füst elleni védelem TVMI (3.3:2020.01.22) 9.1.1. pontja [3] ezt hivatott szabályozni. Eszerint a légpótlásra figyelembe vett vezérelt dokkoló kapuk esetén, számítani kell arra, hogy a dokkoló kapuk keresztmetszetét leszűkítik az éppen rakodás alatti tehergépjárművek. Ezért az ilyen esetek fennállása esetén javasolt, hogy a vezérelt dokkoló kapuk legfeljebb 50%-a kerüljön csak légpótlásra figyelembe véve.

A TVMI 4.3.1. pontja szerint a természetes légpótlás a vonatkozó szabvány szerint minősített hő- és füstelvezető szerkezetek alkalmazásával, vagy közvetlen kültéri kapcsolattal rendelkező szabad nyíláson keresztül, az alábbiak útján történhet:

- *az érintett helyiségek közvetlenül a szabadba nyíló nyílászáróin, szabad nyíláson,*
- *legfeljebb 20 m² alapterületű előtér, szélfogó helyiség nyílászáróin, vagy*
- *méretezett légcsatornán, légaknán, angolaknán keresztül.*

Megjegyzés:

A homlokzati közlekedő vagy szélfogó, vagy előtéri helyiségen keresztüli légpótlás akkor megfelelő a jogszabályi előírások teljesítésére, ha a légpótlásra tervezett helyiség légterében éghető anyag nincs elhelyezve, a helyiségen belül nem jöhet létre olyan hő- és füstfelszabadulás, amely a légpótlási igénnyel rendelkező helyiségbe a beérkező frisslevegő helyett füstöt juttatna. A tervezett megoldás során vizsgálandó, hogy a helyiségen keresztüli légpótlás a felületeken keresztül bejusson a kijelölt térbe (pl. geometriai felületek megfelelősége, átöblíthetőség biztosítása).

A fenti megjegyzés fontos eleme, hogy éghető anyag ne legyen elhelyezve a légpótlásra tervezett helyiségben, jelen esetben a dokkoló légterében. Legtöbb esetben már maga a dokkoló is éghető anyagokból, ponyvaszerkezetekből épül fel.

A megvizsgált logisztikai adatok alapján a gyakorlatban – a kiélezett szállítási határidők miatt – nem tartják be a jogszabályban meghatározott legfeljebb 50%-os dokkoló kapu légpótlást. Így három műszakos beosztás mellett egyes esetekben akár 85-90%-os kihasználtsággal is alkalmazzák a kamion dokkolókat.



3. KIINDULÁSKÉNT FIGYELEMBE VETT TÜZESETEK

A raktárcsarnokok általában csekély dolgozói létszámmal működnek, akik helyismerettel rendelkeznek, így egy tűz esetén az életvédelmi szempontok nem jelennek meg olyan élesen, mint lakó- és közösségi épületek esetén, emellett viszont a raktárkészletben, járművekben és az épületben károk keletkezhetnek. A raktárvezetők felelnek a szükséges tűzvédelmi előírások betartásáért. A dokkolókkal, raktár tüzekkel kapcsolatos tüzeseteket kielemezve megállapítható, hogy túlnyomó többségben maga a kigyulladt, felforrósodott kamion okozza a tüzekeket. A megvizsgált adatok alapján levont következtetések birtokában megállapítható, hogy a rakodóállásba beparkoló kamion jelenti a legnagyobb veszélyforrást a dokkolóállásokban álló kamionokra és magára az épültre is. A felhevült, izzó fékrendszer, a motortérből kiinduló tüzek és a forró lámpatest is lehet adott esetben gyújtóforrás.

Az amerikai Nemzeti Tűzvédelmi Szövetség (NFPA) adatai alapján az amerikai önkormányzati tűzoltóságok évente átlagosan 37 000 raktárcsarnokban bekövetkezett tüzesethez (lásd 1-2. kép) kaptak riasztást, ezek a tüzek évente 16 halálesetet és 273 sérülést okoztak, az anyagi kár pedig meghaladja az évi 1,2 milliárd dollárt [4].



1-2. ábra Amerikai tüzesetek (forrás: internet)

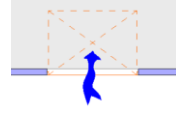
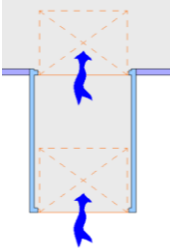
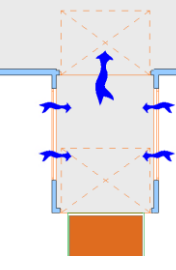
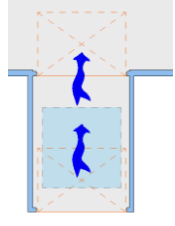
Forrás: <https://www.pe.com/2018/08/22/fire-at-costco-distribution-center-in-jurupa-valley-causes-4-million-in-damage/>

https://www.hsssearch.co.uk/page_596348.asp



4. A DOKKOLÓK VIZSGÁLT TÍPUSAINAK BEMUTATÁSA

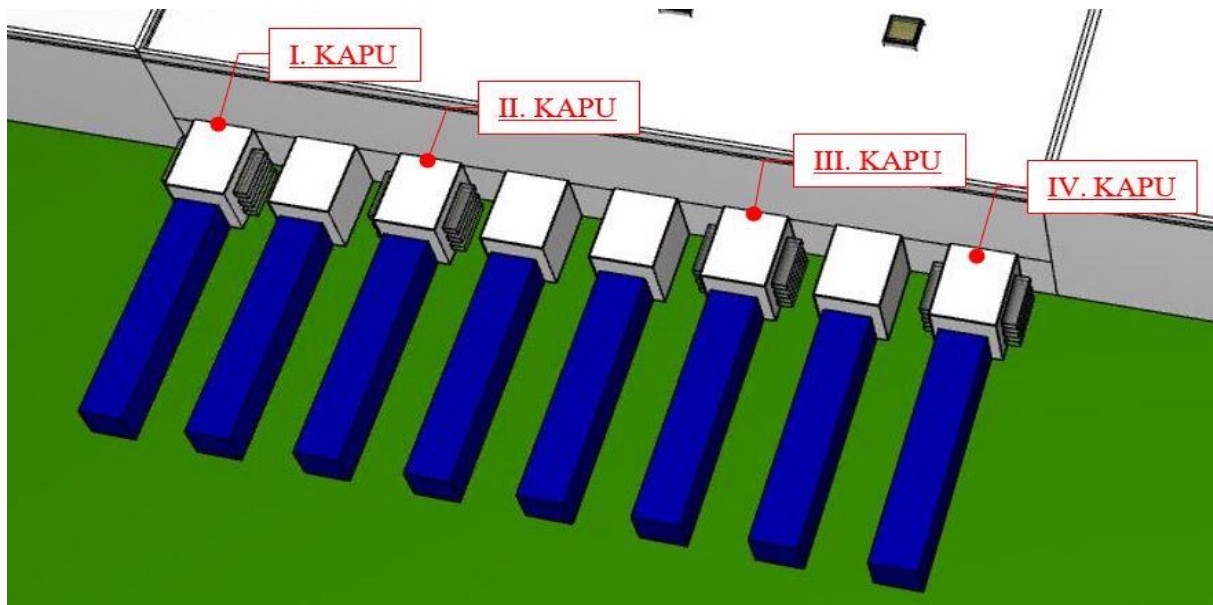
A vizsgálataink fő célja a különböző kapuk, dokkoló típusok légpótlóként történő vizsgálata, optimalizálása. Az első esetben a természetes légpótlás a homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapukon keresztül biztosított, a második módozatban a légpótlás kamion dokkolókon keresztül történik, a harmadik verzióban a dokkolók oldalára elhelyezett légpótló zsaluk viselkedését vizsgáltuk és végül a dokkolók tetejére elhelyezett kupolán keresztüli légpótlás hatékonyságát ellenőriztük.

	I. modell	II. modell	III. modell	IV. modell
Légpótlás típusa	Homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu	Dokkolón elhelyezett légpótló kapuk (két kapun keresztül)	Egyedileg tervezett légpótló geometria a dokkoló oldalán elhelyezve	Egyedileg tervezett légpótló kupola
1 db légpótló hatásos nyílásfelülete	9,0 m ²	9,0 m ² homlokzati fal síkjában	9,0 m ² homlokzati fal síkjában (9,0 m ² a dokkolók oldalán)	9,0 m ² homlokzati fal síkjában (9,0 m ² a dokkolók tetején)
Sematikus ábra				

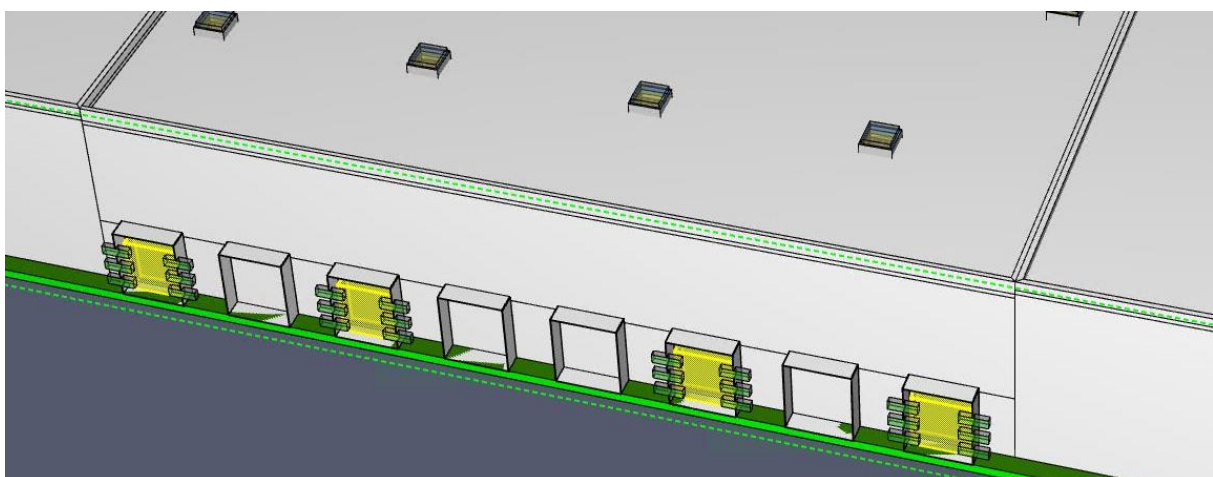
1. táblázat Kutatási mátrix



A négy vizsgálati modell típust oldalszéllel és anélkül is vizsgáltuk. Oldalszeles vizsgálat esetén a hatóság által kért homlokzatra 45°-os szögben érkező 5 m/s-os szelet modelleztünk. A vizsgálatainkban a kupola nyílászárnyait nem nyíló elemként modelleztük, hanem a működését leegyszerűsítve a kupolafedőt eltűnő elemként vezéreltük.



3. ábra. A vizsgálati dokkolók elnevezései. A modellben 8 db dokkoló szerepel, de csak négyen keresztül biztosítottuk a légpótlást.



4. ábra A légmennyiség mérő elemek (a metszősíkot a dokkolókon keresztül felvéve). Mind a négy modellnél ugyanazon a 3x3 méteres felületen hasonlítottuk össze a belépő légpótló levegő mennyiségét



5. A SZIMULÁCIÓS MODELL ISMERTETÉSE

A kutatásunk során felhasznált csarnoktér 3.000 m² alapterületű, vasbeton szerkezetű csarnok épület, amelybe a jelenleg érvényes tűzszimulációs irányelvi gyakorlat alapján modelleztük a hő- és füstelvezetést, amelyet a tűzjelző berendezés vezérel. Beépített oltóberendezést, füstkötényt, füstszakaszolást nem feltételeztünk. A csarnok átlagos belmagassága 10 m.

A vizsgált épületben természetes működésű hő- és füstelvezetést és természetes légpótlást feltételeztünk. A hő- és füstelvezetők: 1,50x1,50 m geometriai méretű, 2,25 m² geometriai felületű, legalább 1,4 m² ($c_{v, \min} = 0,62$) hatásos nyílásfelületű kupolák, amelyekből 16 db tervezett.

A légpótló kapuk mérete 4 db 3,00x3,00 m. A hő- és füstelvezető szerkezeteket és a légpótló nyílásokat pontszerű optikai füstérzékelők hozzák működésbe. Az MSZ EN 12101 követelménye szerint a hő- és füstelvezetőknek 60 másodpercen belül teljes mértékben ki kell nyílniuk. Ezt a modellben 60 másodperccel késleltetett vezérléssel modelleztük. Vannak füstelvezető kupolatípusok, amelyek ennél jóval gyorsabban kinyitnak, de a biztonság javára ezt állítottuk be a modellben. A légpótló nyílásokat hasonló okokból láttuk el 60 másodperces késleltetéssel. A geometriai nyílásfelületből számítható hatásos nyílásfelület csak kapuknál és EN 12101-4 szerint minősített termékeknél (pl. füstelvezető zsaluk, ablakok) szabályozott, a dokkolóknál nem szabályozott (súrlódási ellenállás).

A tárolást (polcos) 8,5 méter magasságig modelleztük, a tűzfészket a padlóra ($\pm 0,00$ m) helyeztük el. A CFD elveire épülő szimulációs programok számára a védett tér fajlagos hő-felszabadulása helyett teljesítmény jellegű információra van szükség. A nemzetközi szakirodalom a védett térben tárolt anyagok alapján definiálja a mértékadó teljesítmény görbét. Raktár funkció lévén a csarnoképületben 10 MW csúcsteljesítményű tűzfészkekkel modelleztünk [5]. A 10 MW teljesítményt a fejlődő szakaszban 9 perc alatt éri el a tűzfészek, majd ettől kezdve 9-30 perc között konstans teljesítményű. Reakcióként poliuretánt állítottunk be (GM 27 reakcióval).



A tartószerkezeteket érő hőmérséklet kitét vizsgálata az FDS modellünkben elhelyezett hőmérő elemekkel történik. A hőmérsékleti adatok elemzésével azt vizsgáltuk, hogy a légpótlás, valamint a hő- és füstelvezetés hatékonysága hatással van-e a gáztéri hőmérsékletekre, mivel ezek határozzák meg a tartószerkezetre jutó hőmérséklet kitétet, így azok tűzeseti méretezését is.

A modellezést 8 db cellahálóval (MESH) végeztük el, amelyek alapbeállításban 50x50x50 cm, de a légpótló nyílások közelében 25x25x25 cm méretűek.

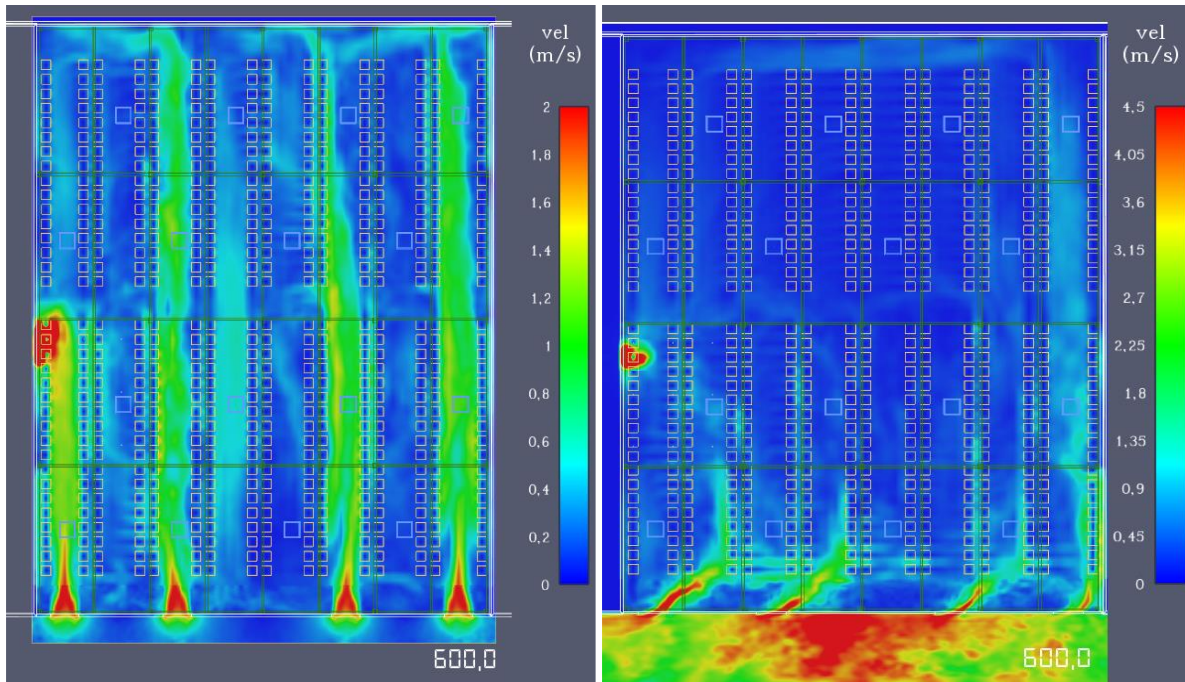
A csarnoktérbe bejutó levegő paramétereit minden esetben a homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu nyílásán keresztül mértük.

6. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEINK

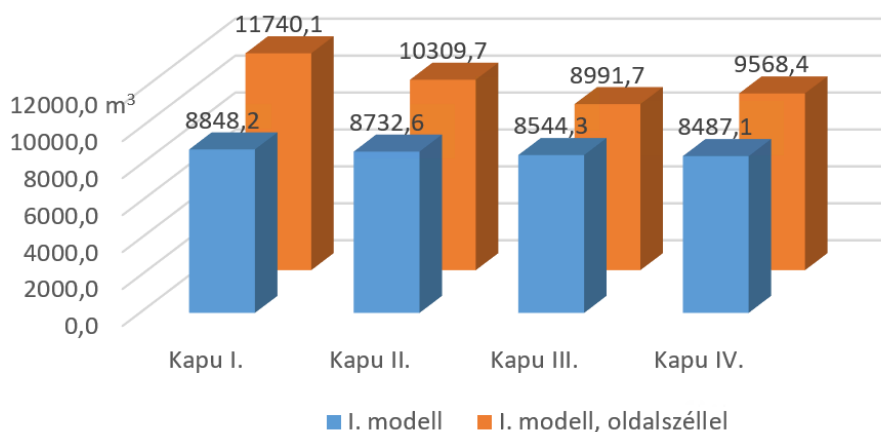
Azt vizsgáltuk, hogy a különböző geometriával kialakított légpótló szerkezetek milyen hatékonysággal biztosítják a szükséges légpótlást változatlan épület, raktározás, hő- és füstelvezetés kialakítás valamint tűz időbeli lefolyása mellett.



6.1 I. modell: Homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu



5./a-b ábra Vízszintes sebességmező 2 m magas síkon, 600 s időpillanatban, oldalszél nélküli és 5 m/s oldalszéllel indított futtatásnál

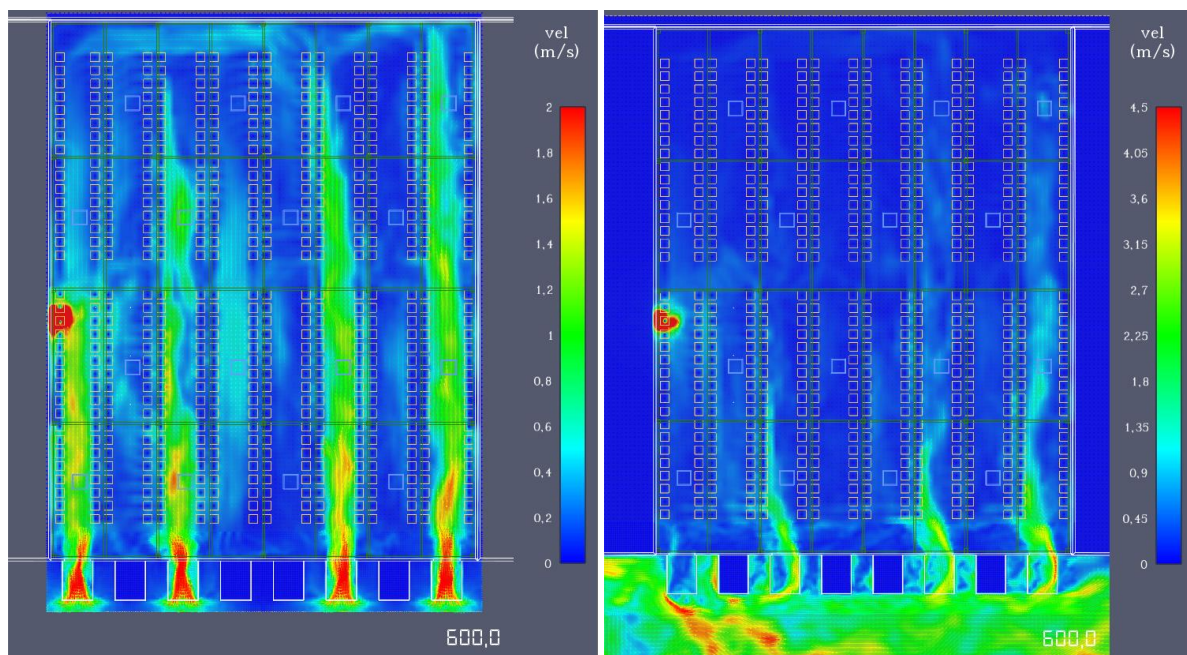


6. ábra Az egyes kapukon átáramló légtérfogat az 1000s alatt

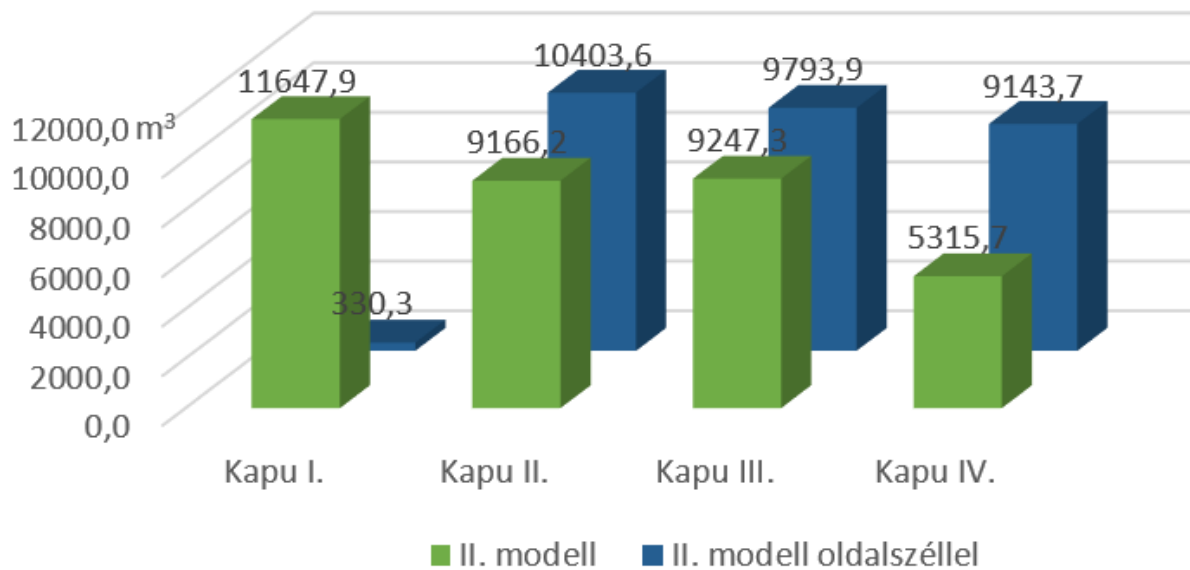


Az 1000 s alatt a négy kapun keresztül összesen 34.612,197 m³ levegő áramlott át, amíg az oldalszéllel indított futtatásnál ez megnövekedett 40.609,909 m³-re. A mérési eredményekből megfigyelhető, hogy az 5 m/s oldalszél 17%-kal megnöveli a beáramló levegő mennyiségét. Kimondható, hogy az eredmény az elvárásainknak megfelelő, vagyis a kapott értékek az oldalszeles vizsgálatnál nagyobbak.

6.2 II. modell: Dokkolón keresztül biztosított légpótlás (dupla kapun keresztül)



7./a-b ábra Vízszintes sebességmező 2 m magas síkon, 600 s időpillanatban, oldalszél nélküli és 5 m/s oldalszéllel indított futtatásnál

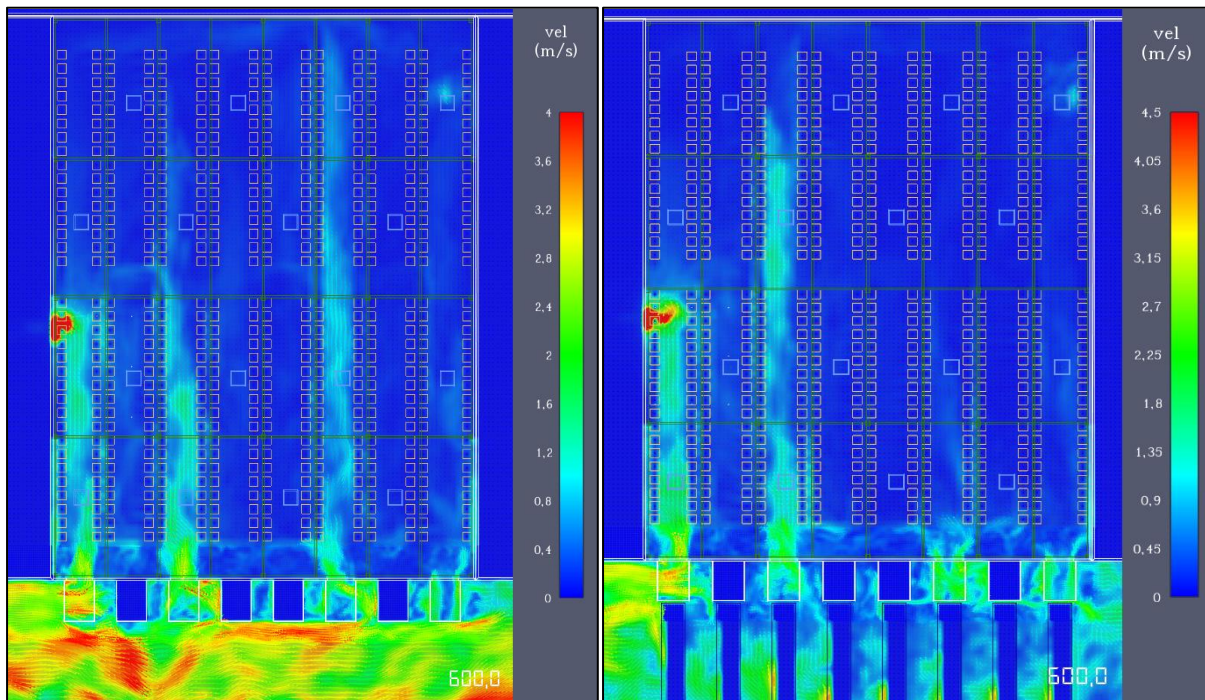


8. ábra Az egyes kapukon átáramló légtérfogat az 1000s alatt

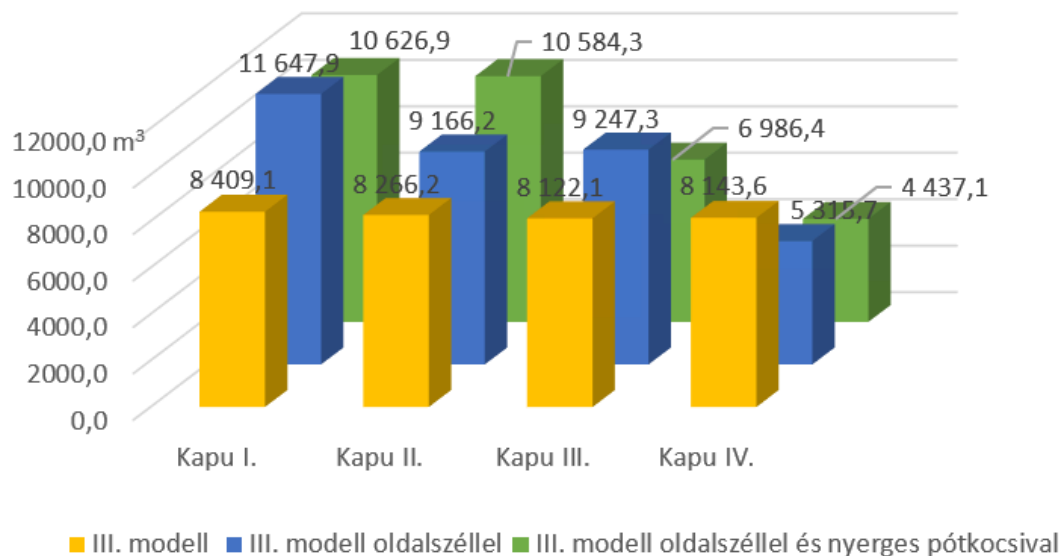
A szélmentes futtatásnál az 1000 s alatt a négy kapun keresztül összesen 35.377,069 m³ levegő áramlott át, amíg az oldalszéllel indított futtatásnál ez lecsökkent 29.671,386 m³-re. A mérési eredményekből megfigyelhető, hogy az 5 m/s oldalszél 16%-kal csökkenti a beáramló levegő mennyiségét. A szélmentes futtatásnál a légpótló levegő dokkolókon keresztül a kapukra merőlegesen tud bejutni, turbulens áramlatok nem alakulnak ki (Bernoulli egyenlet, energiamegmaradás). Továbbá megfigyelhető, hogy oldalszél nélkül a tűzfészekhez közelebb lévő légpótlók hatékonyabban működnek.



6.3 III. modell: Légpótlás a dokkolók oldalán elhelyezett zsalukkal



9./a-b ábra Vízszintes sebességmező 2 m magas síkon, 600 s időpillanatban, oldalszéllel indított futtatásoknál. a: oldalszéllel, b: oldalszéllel és nyerges pótkocsival

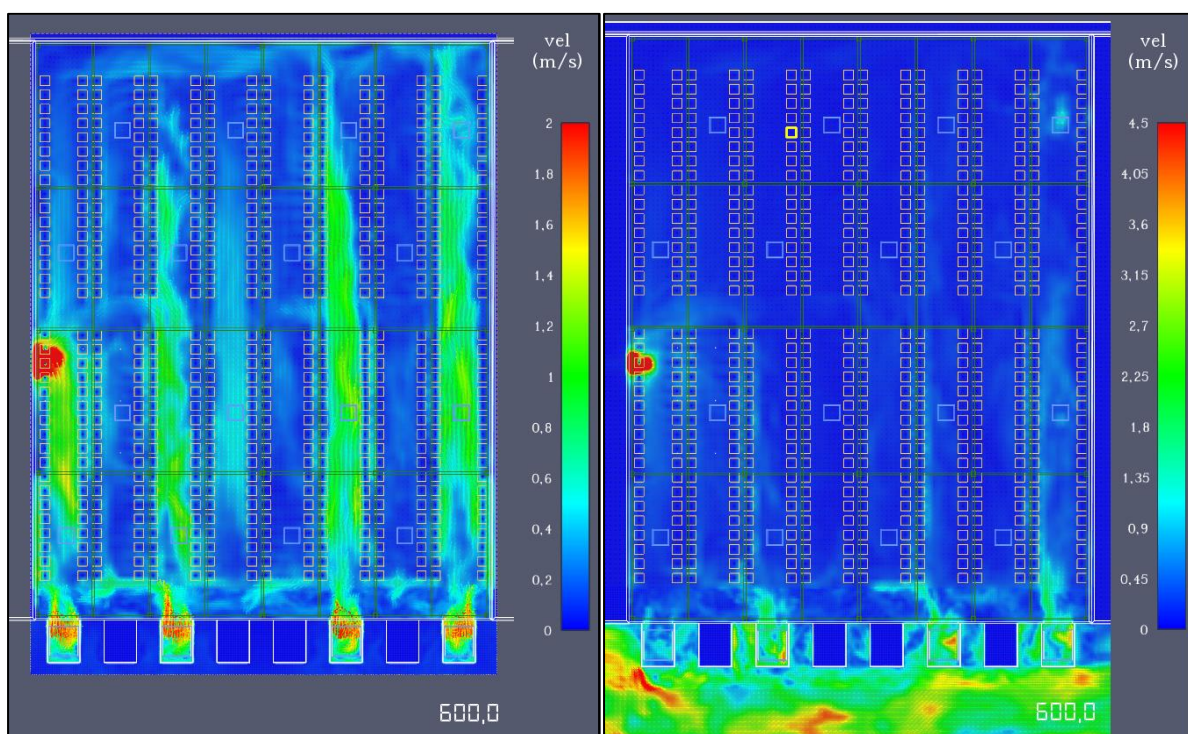


10. ábra. Az egyes kapukon átáramló légtérfogat az 1000s alatt

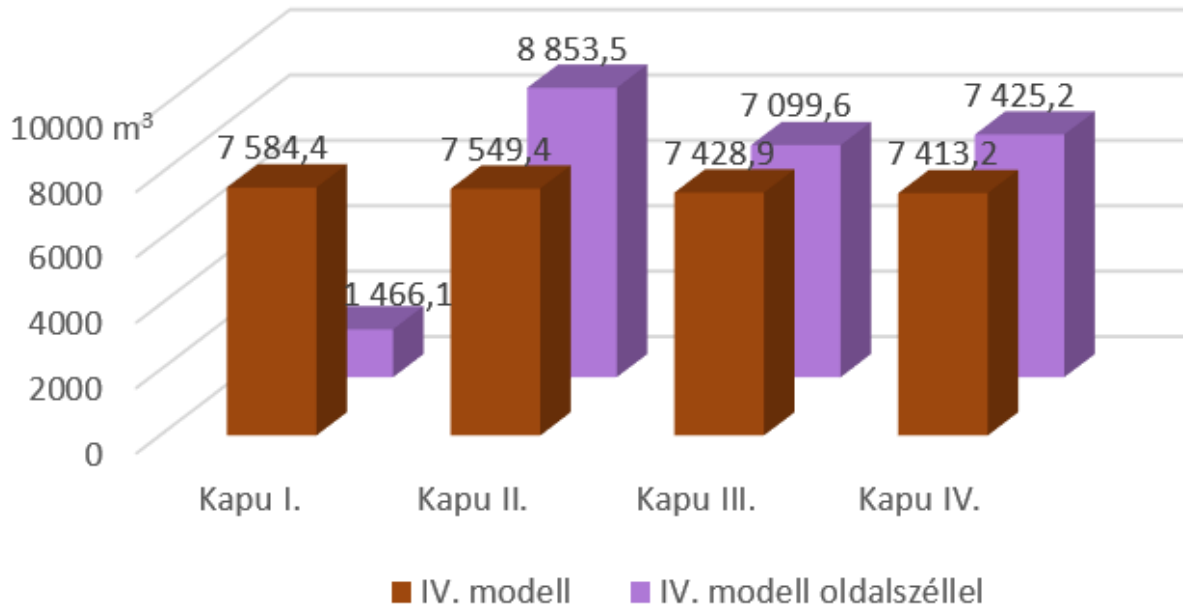


Az 1000 s alatt a négy kapun keresztül összesen 32.941,38 m³ levegő áramlott át, amíg az oldalszéllel indított futtatásnál ez megnövekedett 35.377,069 m³-re és a nyerges szerelvény + oldalszeles futtatásnál ez a mennyiség 32.634,67 m³, vagyis közel az oldalszél nélküli futtatás értékéhez. Kijelenthető, hogy ez a kialakítás oldalszélnél és kamionokkal eltorlaszolt rakodóterülettel is megbízható eredményt hoz, ellentétben a többi kialakítással.

6.4 IV. modell: Légpótlás a dokkolók oldalán elhelyezett zsalukkal



11./a-b ábra Vízszintes sebességmező 2 m magas síkon, 600 s időpillanatban, oldalszél nélküli és 5 m/s oldalszéllel indított futtatásnál

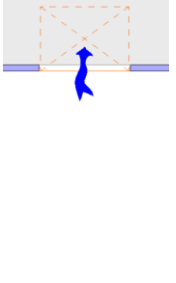
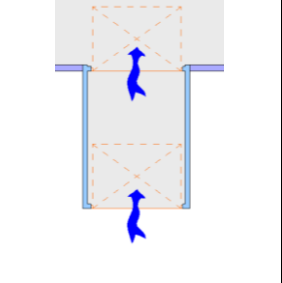
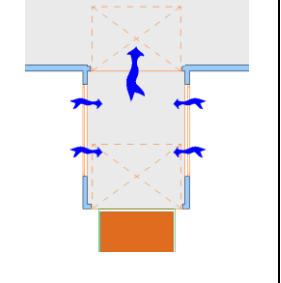
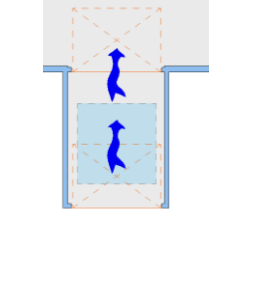


12. ábra Az egyes kapukon átáramló légtérfogat az 1000s alatt

Az 1000 s alatt a négy kapun keresztül összesen 29.975,96 m³ levegő áramlott át, amíg az oldalszélel indított futtatásnál a 90 °-ban felfelé nyíló kupolaszárny szélterelő hatása miatt ez lecsökkent 24.844,36 m³-re.

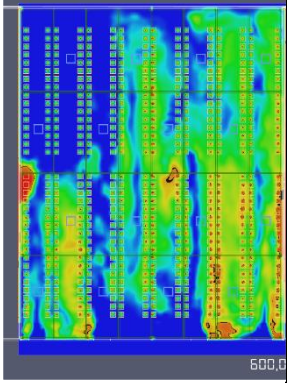
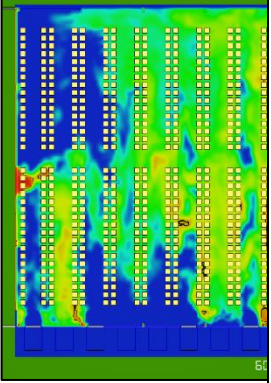
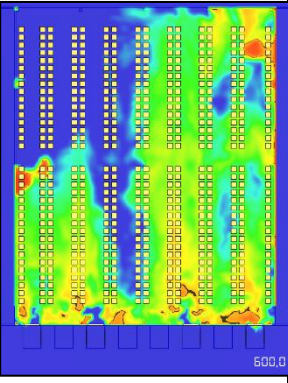
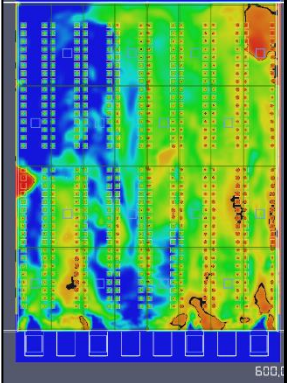
	I. modell	II. modell		III. modell		IV. modell	
Légpótlás típusa	Homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu	Dokkolón elhelyezett légpótló kapuk (két kapun keresztül)		Egyedileg tervezett légpótló geometria a dokkoló oldalán elhelyezve		Egyedileg tervezett légpótló kupola	
Maximális légtérfogatára	13,85 m ³ /s	17,05 m ³ /s	+23 %	13,72 m ³ /s	-1%	12,4 m ³ /s	-10%



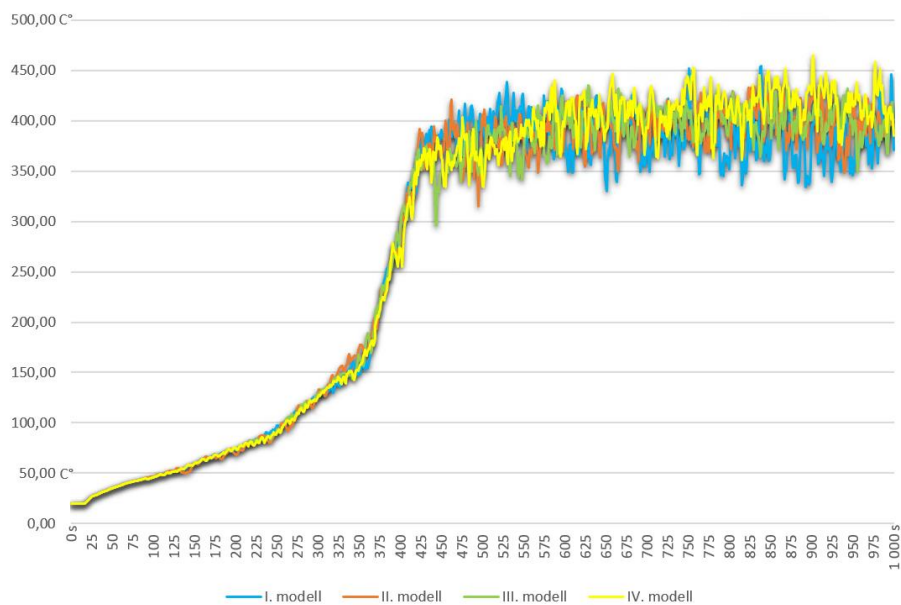
m a II. kapun keresztül							
Összes légtérfogat a II. kapun keresztül, 1000 s alatt	8 723,7 m ³	9 166,2 m ³	+5%	8 266,2 m ³	-5%	8 549,5 m ³	-2%
Összes átáramló légtérfogat a I-IV. kapun keresztül, 1000 s alatt	34 612, 2 m ³	35 377,1 m ³	+2%	32 941 m ³	-5%	29 976,0m ³	-13%
Legmagasabb kialakuló hőmérséklet a tető alsó síkjánál (+9,85 m)	454,2 C°	435,3 C°	-4%	435,0 C°	-4%	465,4 C°	+2%
Sematikus ábra							

2. táblázat Szélmentes vizsgálatok eredményei



I. modell	II. modell	III. modell	IV. modell
Homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu	Dokkolón elhelyezett légpótló kapuk (két kapun keresztül)	Egyedileg tervezett légpótló geometria a dokkoló oldalán elhelyezve	Egyedileg tervezett légpótló kupola
			

13. ábra A látható úthossz képei a 600 s időpillanatban, szélmentes futtatásoknál



14. ábra. A tűz helyszín felett kialakuló hőmérsékletek a tető alsó síkjánál, a szélmentes futtatásoknál

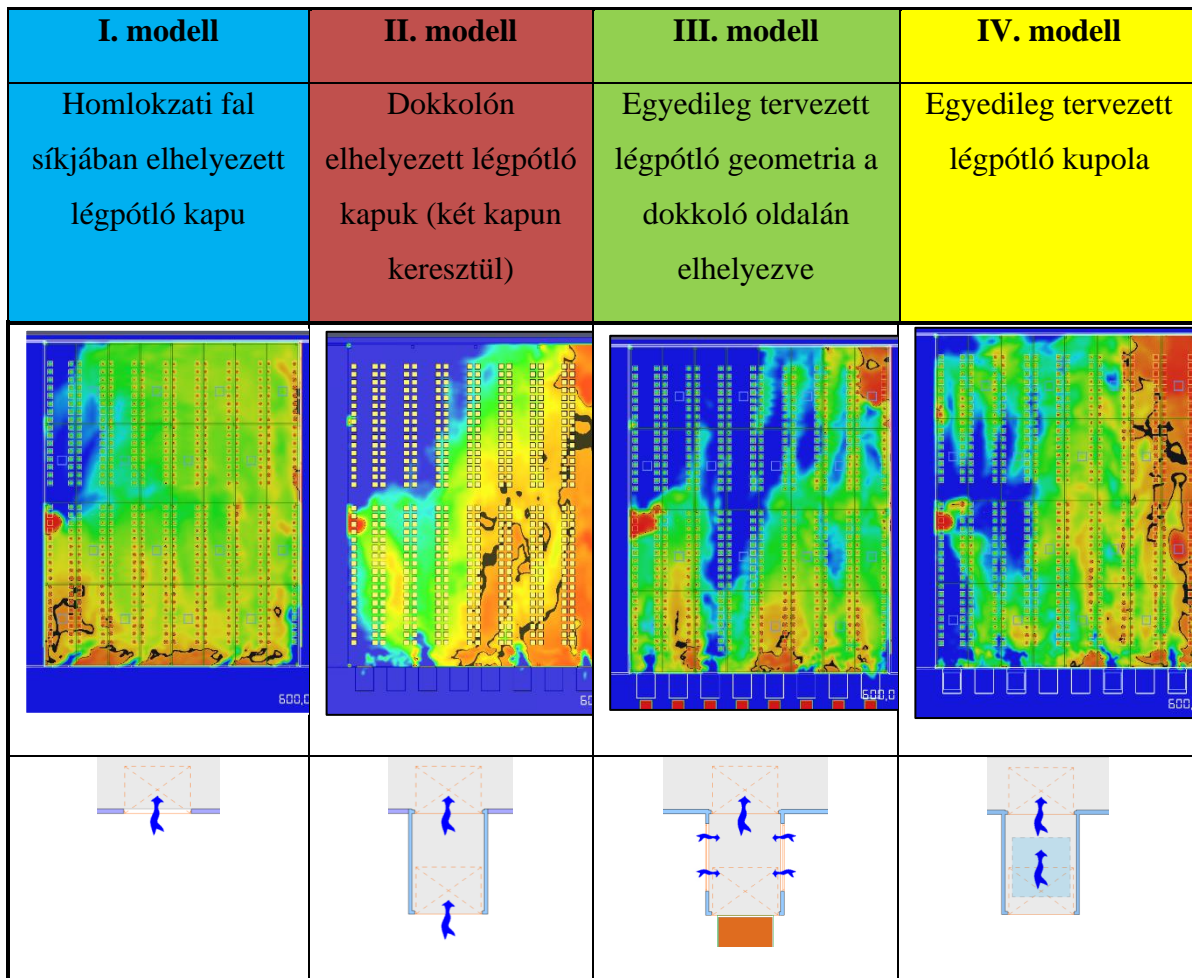


	I. modell	II. modell		III. modell				IV. modell	
Légpótlás típusa	Homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapu	Dokkolón elhelyezett légpótló kapuk (kettő kapun keresztül)		Egyedileg tervezett légpótló geometria a dokkoló oldalán elhelyezve				Egyedileg tervezett légpótló kupola	
				Nyerges pótkocsi nélkül	Nyerges pótkocsival				
Maximális légtérfogat áram a II. kapun keresztül	17,34 m ³ /s	16,92 m ³ /s	-2,5%	17,05 m ³ /s	-2%	17,02 m ³ /s	-2%	16,71 m ³ /s	-4%
Összes légtérfogat a II. kapun keresztül, 1000 s alatt	10 301 m ³	10 404 m ³	+1%	9 166 m ³	-11%	10 584 m ³	+2,5%	8853,51 m ³	-14%
Összes átáramló légtérfogat a I-IV. kapun keresztül, 1000 s alatt	40 610 m ³	29 671 m ³	-27%	35 377 m ³	-13%	32 635 m ³	-20%	24 844 m ³	-39%
Legmagasabb kialakuló	392,73 C°	389,05 C°	-1%	435,27 C°	+11%	441,68 C°	+12%	407,12 C°	+4%

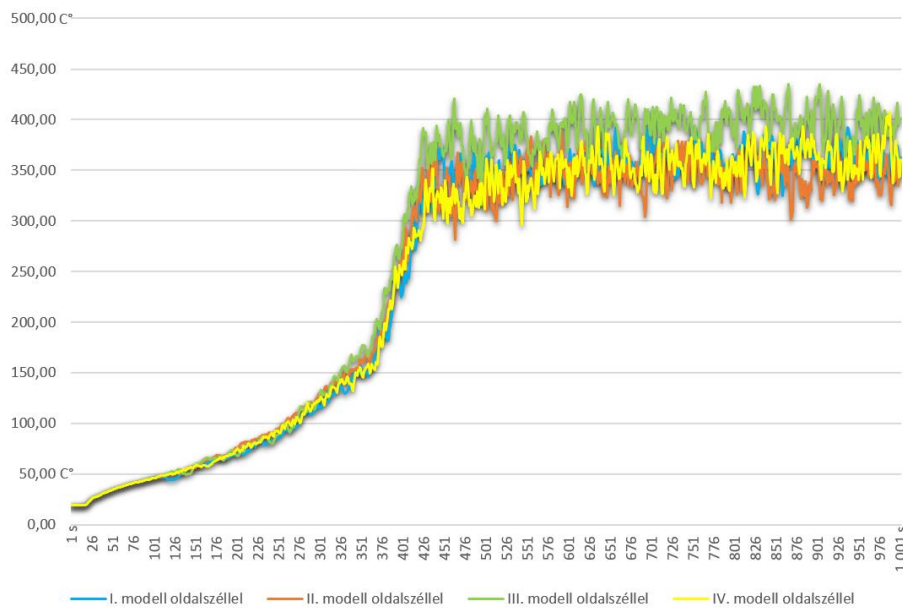


hőmérséklet a tető alsó síkjánál (+9,85 m)									
Sematikus ábra									

3. táblázat Oldalszeles vizsgálatok eredményei



15. ábra A látható úthossz képei a 600 s időpillanatban, oldalszeles futtatásoknál



16. ábra. A tűzhelyszín felett kialakuló hőmérsékletek a tető alsó síkjánál, az oldalszeles futtatásoknál

Vizsgálataink eredményeképp megállapítható, hogy az áramlástanilag kedvezőtlenebb modell – a dokkolók oldalán légpótló zsaluk alkalmazásával – az oldalszél esetén is garantált légpótlás miatt megbízhatóbb megoldást jelent, mint a jelenleg hazai gyakorlatban elterjedt I. és II. modell. A kevésbé hatékony áramlástanai jelenségek ellenére a III-as modell a dokkolókra ráálló kamionok ellenőrizhetetlen hányada miatt megbízhatóbbnak mondható. A homlokzati fal síkjában elhelyezett légpótló kapuk és a dokkolókapukon keresztül érkező légpótlás esetén a levegő a kapura közel merőlegesen lép be a csarnoktérbe, amíg a légpótló zsalus megoldásnál a légpótló levegő irányváltása és a súrlódás turbulenciát kelt a dokkolón belül, amely a mozgási energiáját csökkenti.

A II. és IV. modellnél az oldalszél az épületet elérve a homlokzattal közel párhuzamosan halad, a dokkolót elérve onnan leválik és a visszaáramlás depressziót okoz, ezért az I. kapunál a légpótló levegő gyakorlatilag nem tud bejutni a csarnoképületbe.

A IV. modellnél az 1000 másodperces futtatás alatt 39%-kal kevesebb légpótló levegő jutott az épületbe, mint az I. modellnél, de az oldalszeles futtatásoknál az egyenletesebben beáramló



levegő miatt sem kavarodik fel a füst a csarnoktérben, a láthatósági vizsgálatok képei szebb képet mutatnak.

Mindegyik futtatásnál az oldalszél esetén a kialakuló maximális hőmérsékletek tekintetében csökkenés, a bejutó levegő mennyiségében növekedés figyelhető meg, azonban a láthatóság a felkavarodó és leáramló füst miatt romlik.

Az oldalszél a csarnokon belül is tereli a füstöt, ezért, ha a tűzhelyszín nem az oldalszél felőli, hanem az oldalszélnek kitett oldalon helyezkedik el, akkor a kialakítás nem felel meg a beavatkozási feltételeknek. Továbbá megfigyelhető, hogy oldalszél nélkül futtatásoknál a tűzfészekhez közelebb lévő légpótlók hatékonyabban működnek.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatok után a javaslataink alapján az alábbi pontokkal növelhető a dokkolók, a kamionok és az épületek tűzvédelmi biztonsága:

- Ne a dokkoló kapuja, hanem a szimmetrikusan elhelyezett oldalsó nyílások, légpótló zsaluk legyenek a légpótlók.
- A dokkolón belül is tűzjelzőt kell létesíteni, így ha az adott dokkolóban vagy a környezetében keletkezik a tűz, akkor az adott dokkolóhoz tartozó légpótló nyílás ne nyisson ki.
- Az épületben található beépített oltóberendezést a dokkolóházra is ki kell terjeszteni.
- Tűzgátló építményszerkezetekkel meg kell akadályozni a dokkolókon keresztüli tűzterjedést.

HIVATKOZÁSOK

[1] EN 12101-2. *Smoke and Heat Control System*

[2] *Országos Tűzvédelmi szabályzat „OTSZ 5.0”* (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)



- [3] TvMI 3.2:2017.12.01 *Hő- és füst elleni védelem 5.1.1*
- [4] Forrás: internet: Fire Safety Solutions For Your Loading Dock.
<https://www.ssents.com/blog/fire-safety-solutions-loading-dock>
- [5] PyroSim User's Manual. Thunderhead Engineering, 2017.
- [6] Szikra Csaba - Dr. Takács Lajos Gábor: *Tartószerkezetekre jutó tűzeseti hőmérsékleti kitét meghatározása CFD szimulációs környezetben, beépített oltóberendezéssel védett épületekben* Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2016, Csíksomlyó, Romania, 2016. június
- [7] Szikra Csaba - Dr. Takács Lajos Gábor: *Természetes hő- és füstelvezetők hatásos nyílásfelületének megközelítésének meghatározása CFD szimulációs környezetben* Proceedings of ÉPKO, International Conference of Civil Engineering and Architecture 2016, Csíksomlyó, Romania, 2015. június

Dr. Takács Lajos Gábor egyetemi docens

BME Építészmérnöki Kar Épületszerkeztani Tanszék

email: lajos.takacs@takacs-tetra.hu

ORCID: Orcid ID: 0000-0002-2943-5038

Szikra Csaba tanszéki mérnök

BME Építészmérnöki Kar Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

email: csaba.szikra@edu.bme.hu

ORCID: 0000-0001-6794-0943

Zsitva Attila okl. építészmérnök, tűzvédelmi tervezési szakmérnök

email: zsitva.attila@takacs-tetra.hu

ORCID: 0000-0003-1852-1819