



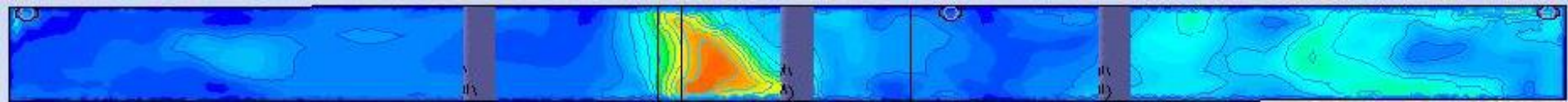
INŽENJERSKA KOMORA CRNE GORE
ENGINEERS CHAMBER OF MONTENEGRO



4. Stručni skup sa međunarodnim učešćem iz oblasti klimatizacije, grijanja i hlađenja “energijA+”, Crna Gora, Podgorica, Hotel “Ramada”, 15-16. septembar 2022. godine

VENTILACIJA PODZEMNIH GARAŽA SUSTAVI, NUMERIČKA ANALIZA, SIGURNOST

Željko Špiljar

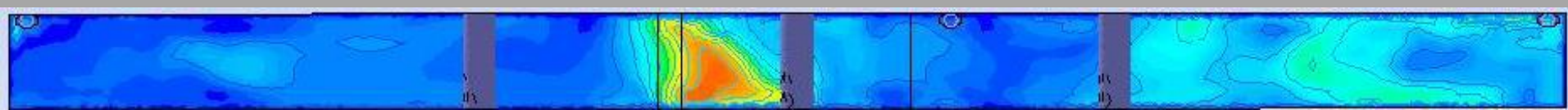


Zakonska regulativa

1. Zakonska regulativa na državnom nivou u zemljama u okruženju, europske norme (države u Europskoj uniji)
2. Što se događa sa standardom EN 12101-11
3. Je li ispravno primijeniti propis BS 7346-7 u državi koja nije članica EU.
4. Kako pravilno primjenjivati propise? Da li se više 'pitaju' lokalni propisi ili EN?
5. Postoje li neka ograničenja u propisima na dozvoljenu minimalnu visinu garaže u kojoj je moguće predvidjeti JET impulsne ventilatore? Primjeri u praksi sa garažama visine 2.4, 2.6, 2.70 metara, garaže sa AB platnima i slično.
6. Postoje li naznake u vezi proračuna i smjernica za garaže u kojima će se nalaziti vozila na električni pogon, punjači u garažama da li su dozvoljeni i sl.

ASHRAE

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers



ASHREA

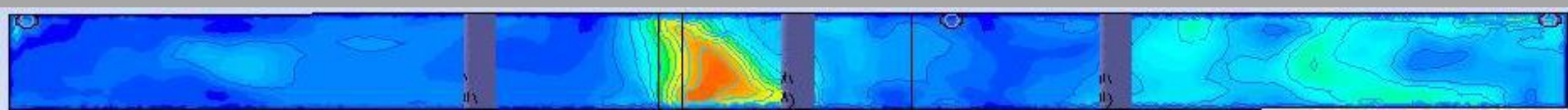
American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

Mehanička ventilacija podzemne garaže

- odsisni sustav
- sustav dobave vanjskog zraka
- kombinacija oba sustava

Održavanje razine ugljikovog monoksida ispod vrijednosti **35 ppm u sat vremena**

Šest izmjena zraka na sat za svakodnevnu ventilaciju

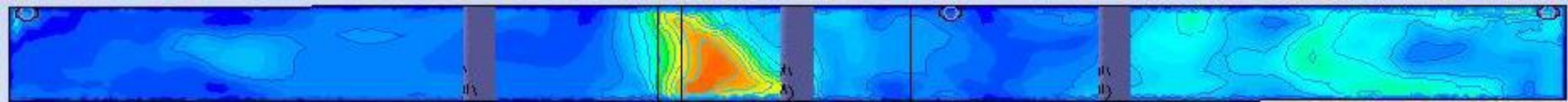


TRVB

Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband

Tehničke smjernice za preventivnu zaštitu od požara – Republika Austrija



TRVB N-106/90

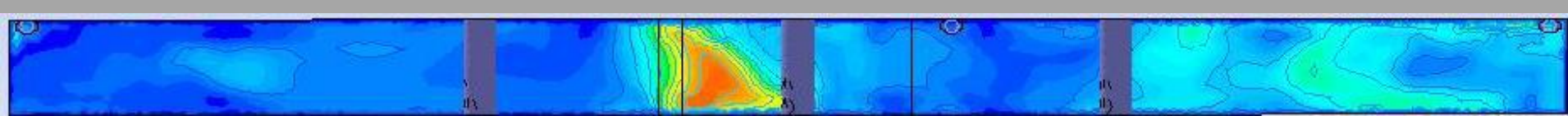
Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz Brandschutz in Mittel- und Großgaragen

Za **podzemne garaže** površine iznad 100 m²

PODZEMNE GARAŽE – garaže čiji pod najgornje razine koja služi za parkiranje leži više od **1,3 m** ispod razine okolnog terena

Ukupna površina podzemne garaže jednaka je površini parkirnih mjesta, voznih puteva i sporednih prostoriya

Sporedne prostorije čine s garažom jednu funkcionalnu sredinu a **NE KORISTE** se za parkiranje vozila



TRVB N-106/90

Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz Brandschutz in Mittel- und Großgaragen

SREDNJE GARAŽE

površina 100 - 1500 m²

VELIKE GARAŽE

površina veća od 1500 m²

Podzemne garaže smiju imati najviše **četiri (4)** podzemne razine

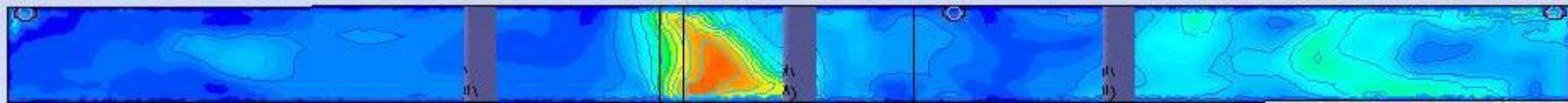
Maksimalne površine požarnih odjeljaka

do 1500 m²

bez dodatnih protupožarnih sustava

do 3000 m²

s dodatnim protupožarnim sustavima



TRVB N-106/90

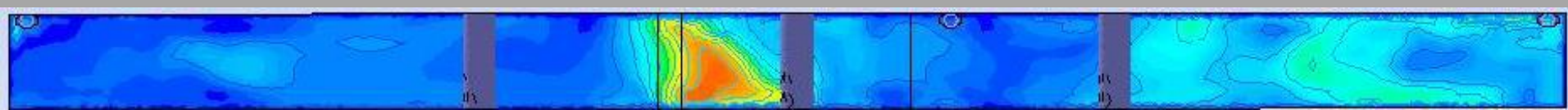
Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz Brandschutz in Mittel- und Großgaragen

Dodatni protupožarni sustavi

vatrodojavni sustavi i mehaničko odimljavanje

sprinkler instalacija

aparati za gašenje požara pjenom



TRVB N-106/90

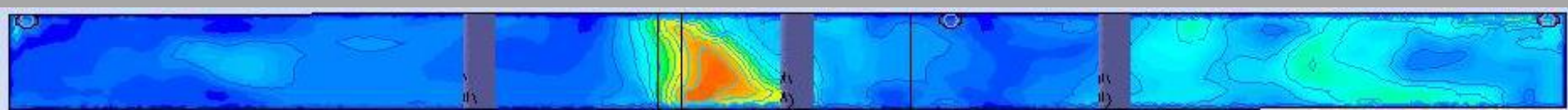
Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz Brandschutz in Mittel- und Großgaragen

Maksimalna duljina požarnih odjeljaka - 80 m i NE SMIJE se prekoračiti

Svaka razina podzemne garaže je zaseban požarni odjeljak

Podzemne garaže s više od 3 požarna odjeljka moraju obvezno imati vatrodojavni sustav

Podzemne garaže s više od dvije razine moraju obvezno imati dodatne protupožarne sustave



TRVB N-106/90

Technischen Richtlinien Vorbeugender Brandschutz Brandschutz in Mittel- und Großgaragen

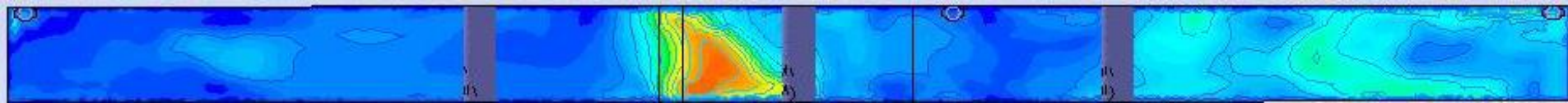
Podzemne garaže bez automatskog sustava za gašenje požara i više od 2 razine kao i podzemne garaže za autobuse moraju obvezno imati sustav **mehaničkog odimljavanja**

Sustav mehaničkog odimljavanja sastoji se od **sustava za dobavu vanjskog zraka i sustava za odsis zraka iz podzemne garaže**

Kapacitet sustava mehaničkog odimljavanja – **minimalno 12 izmjena na sat**

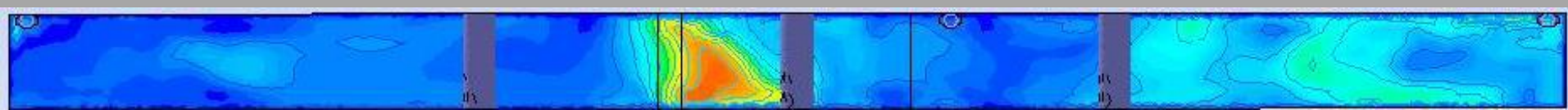
Odsisni ventilatori moraju imati otpornost na visoke temperature **400°C / 90 min**

Ventilatori za dobavu vanjskog zraka **ne moraju** imati otpornost na visoke temperature ako se nalazi izvan požarnog odjeljka podzemne garaže



Hermann Recknagel

Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik



Hermann Recknagel

Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

MALE GARAŽE

površina do **100 m²**

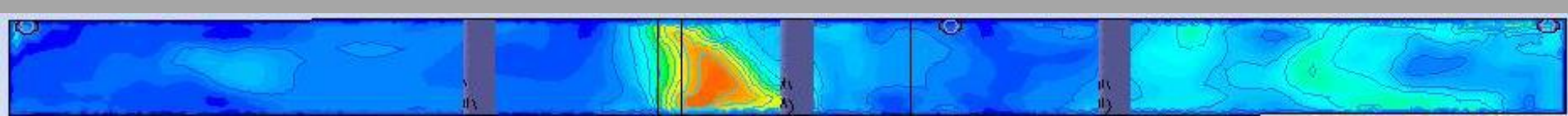
SREDNJE GARAŽE

površina do **1000 m²**

VELIKE GARAŽE

površina veća od **1000 m²**

Površina po parkiranom vozilu 25 m²



Hermann Recknagel

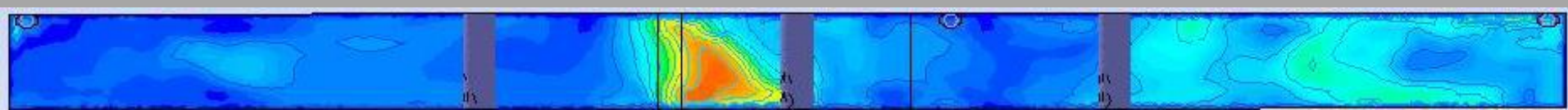
Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

Za podzemne garaže s **malim prometom** (garaže u stambenim građevinama)

$6 \text{ m}^3/\text{h}$ po m^2 površine podzemne garaže

Za podzemne garaže s **velikim prometom**

$12 \text{ m}^3/\text{h}$ po m^2 površine podzemne garaže



Hermann Recknagel

Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

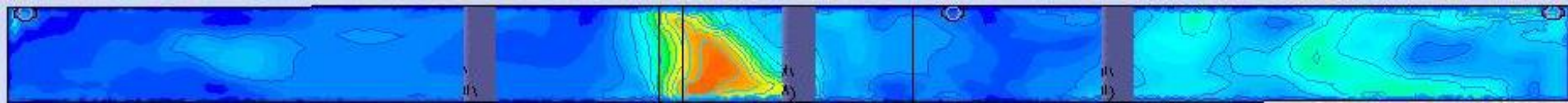
Odsisni ventilatori - dva ventilatora – **50 %** kapaciteta svaki

Dovod vanjskog zraka

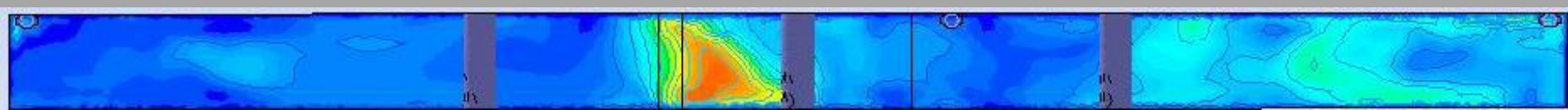
Dozvoljen je dovod zraka iz drugih prostorija građevine ako zrak ne sadrži otrovne niti zapaljive tvari

Nije dozvoljen dovod zraka iz prostora kuhinje, sanitarnih čvorova, prostorija s tuševima i kemijskih pogona

Izračun kapaciteta sustava svakodnevne ventilacije prema maksimalnim dopustivim koncentracijama (MDK) ugljikovog monoksida – **VDI 2053**



Approved documents B and F of the building regulations of England and Wales



Approved documents B and F of the building regulations of England and Wales

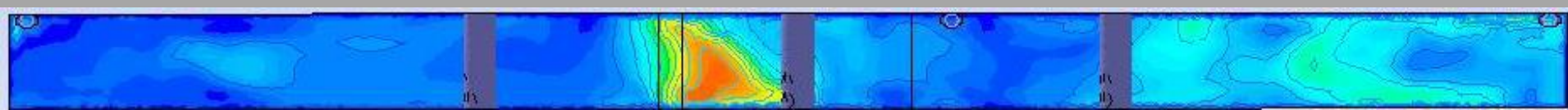
Za svakodnevnu ventilaciju

6 izmjena zraka na sat

(za održavanje razine koncentracije ugljikovog monoksida ispod 50 ppm)

Za odimljavanje

10 izmjena zraka na sat



Approved documents B and F of the building regulations of England and Wales

Odsisni ventilatori sustava mehaničkog odimljavanja moraju imati otpornost na visoke temperature **300°C / 60 min**

Odsisni ventilatori - dva ventilatora – **50 %** kapaciteta svaki

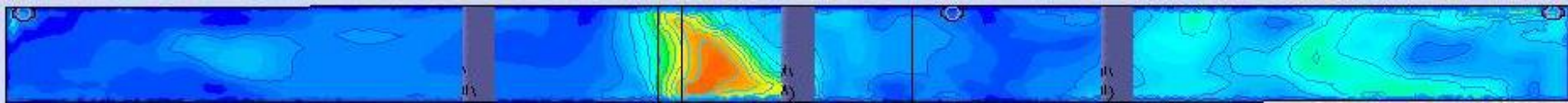
Dozvoljen je izračun kapaciteta ventilatora prema izračunu masenog protoka dima

Izračun **kapaciteta** odsisnih ventilatora – prema izračunu **masenog protoka dima**

$$M = 0,19 \times P \times Y^{3/2} \text{ [kg/s]}$$

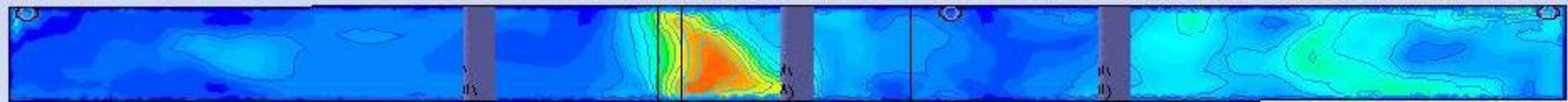
P - opseg požara (uobičajeno - opseg vozila) [m]

Y – visina bezdimne zone [m]



OiB

Österreichisches Institut für Bautechnik



OIB-Richtlinie 2.2

Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks

Protupožarna zaštita u garažama, natkrivenim parkirnim mjestima i parkirnim etažama

Članak 8.

Dodatni zahtjevi za garaže i parkirne etaže za parkiranje vozila pogonjena ukapljenim plinom

8.1.

Iznad ovih garaža i parkirnih etaža se ne smiju nalaziti prostorije za boravak

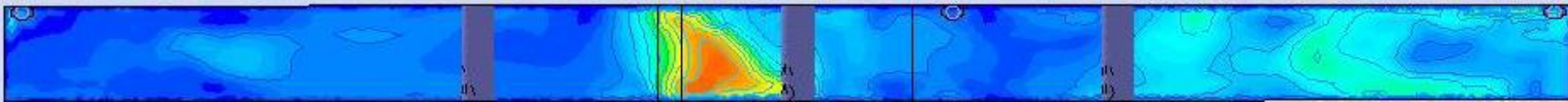
Najniža točka parkiranja i vožnje nakon izgradnje se ne smije nalaziti ispod zemljišta koje je okružuje

Za garaže s korisnom površinom većom od 50 m² mora se osim toga izraditi protupožarni koncept prema članu 9.

8.2.

Ako garaža ne udovoljava zahtjevima sukladno točki 8.1. mora se staviti oznaka

NIJE DOZVOLJEN ULAZ VOZILIMA NA AUTO-PLIN



OIB-Richtlinie 2.2

Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks

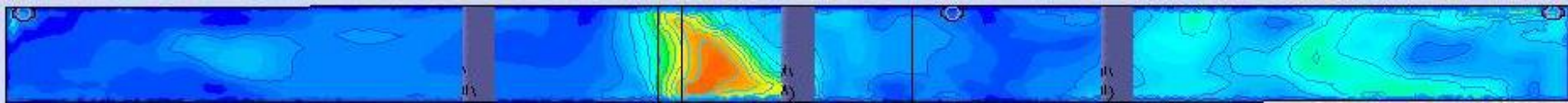
Protupožarna zaštita u garažama, natkrivenim parkirnim mjestima i parkirnim etažama

Površina požarnog odjeljka	Broj izmjena zraka	Otpornost na povišene temperature	PP sustav
250 – 1600 m ²	12 min.protok 36.000	400°C / 90 min	NE
1600 – 4800 m ²	12	400°C / 90 min	PPG
1600 – 4800 m ²	3	400°C / 90 min	SPR
4800 - 10000 m ²	3	400°C / 90 min	ADP + SPR

ADP – automatska dojava požara s prosljeđivanjem alarma

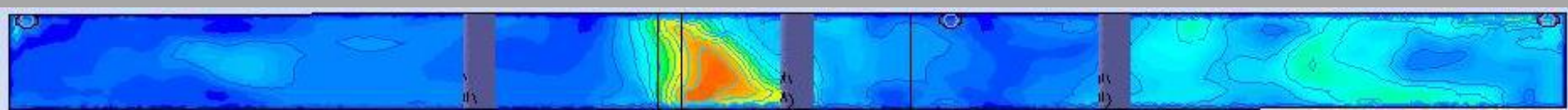
PPG – proširena pomoć pri gašenju (TRVB S 122)

SPR – sprinkler instalacija



VDI

Verein Deutscher Ingenieure

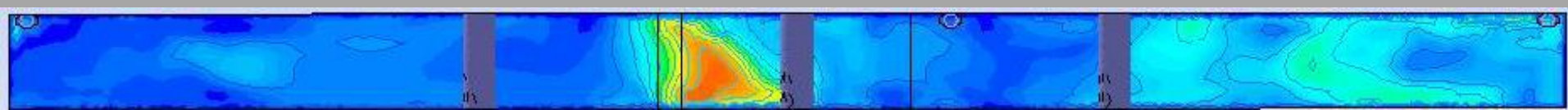


VDI 2053

Raumluftechnische Anlagen für Garagen und Tunnel – Garagen

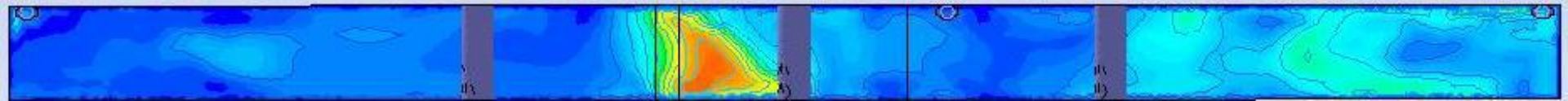
Air treatment systems for garages and tunnels - Garages

Izračun kapaciteta sustava svakodnevne ventilacije prema maksimalnim dopustivim koncentracijama (MDK) ugljikovog monoksida



NFPA

National Fire Protection Association



NFPA 88A

Standard for Parking Structures

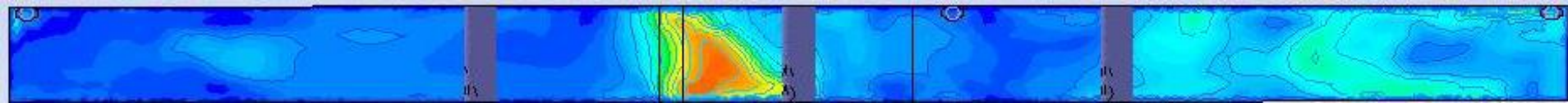
SVAKODNEVNA VENTILACIJA

18 m³/h po m² površine podzemne garaže

Sustav mehaničke ventilacije prema **NFPA 90A - Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems**

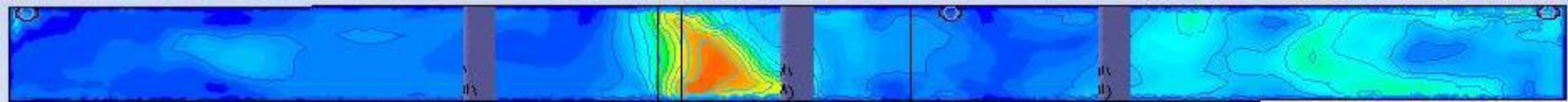
A.5.3.2.

A.5.3.2 This ventilation requirement is also intended to address vehicles that use natural gas [compressed natural gas (CNG) or liquefied natural gas (LNG)]. A natural gas leak should pose no greater risk than leaks of conventional motor fuels.



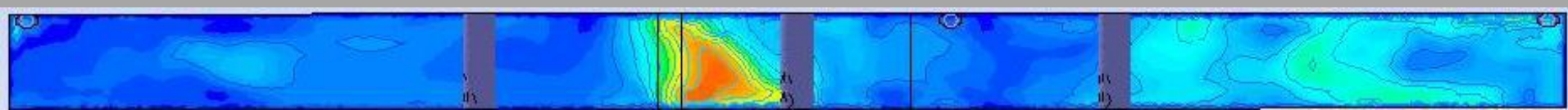
British Standard

bsi.



British Standard BS 7346-7:2013

**Components for smoke and heat control systems.
Code of practice on functional recommendations and
calculation methods for smoke and heat control
systems for covered car parks**



British Standard BS 7346-7:2013

3.26.

Jet fan – fan designed to transfer momentum into the air as part of an impulse ventilation system (A jet fan is also known as an impulse fan)

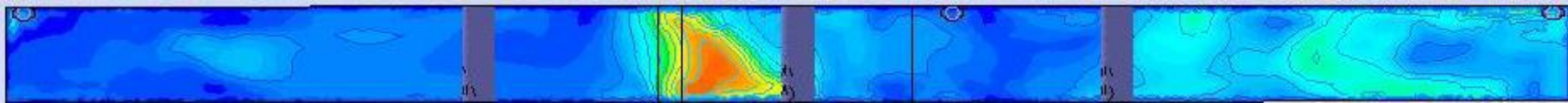
3.26.

Impuls Ventilation System (IVS)

3.7.

Computational Fluid Dynamics Model (CFD model)

Standard **ne obuhvaća** garaže s vertikalnim pokretnim platformama (*engl. stacking systems*)



British Standard BS 7346-7:2013

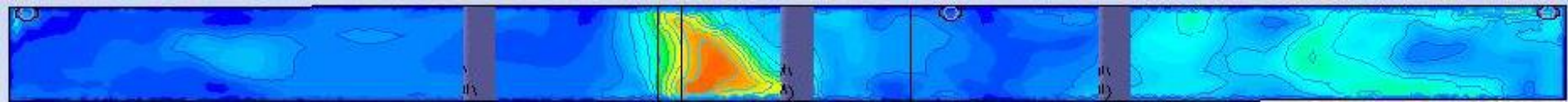
SVAKODNEVNA VENTILACIJA

6 izmjena zraka na sat

Na mjestima zadržavnja vozila s upaljenim motorom (kod izlaza, ulazno/oilaznim rampama)

10 izmjena zraka na sat - lokalno

za održavanje razine koncentracije ugljikovog monoksida ispod 30 ppm u osamsatnom periodu ili na mjestima zadržavnja vozila s upaljenim motorom ispod 90 ppm u 15-minutnom periodu

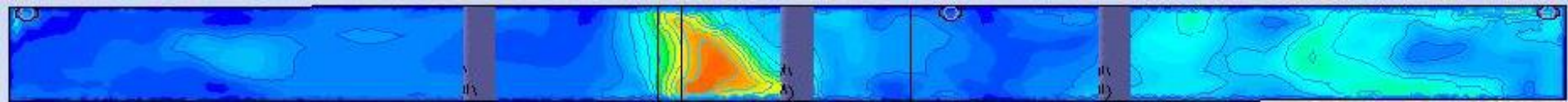


British Standard BS 7346-7:2013

MEHANIČKO ODIMLJAVANJE

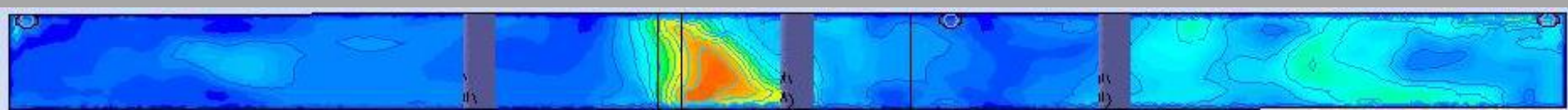
10 izmjena zraka na sat

Odsisni ventilatori sustava mehaničkog odimljavanja moraju imati otpornost na visoke temperature **300°C / 60 min**



British Standard BS 7346-7:2013

- 9.
Impuls Ventilation to achieve smoke clearance
- 10.
Impuls Ventilation to assist fire-fighting access
- 11.
Impuls Ventilation to protect means of escape
- 15.2.
CFD modelling



Europski standard HRN EN 12101-5

Sustavi za upravljanje dimom i toplotom – 5.dio: Upute za funkcionalne preporuke i metode proračuna sustava za odvođenje dima i topline

SHEVS Sustav odimljavanja i odvođenja topline

engl. Smoke and Heat Exhaust Ventilation System

Zahtjevi

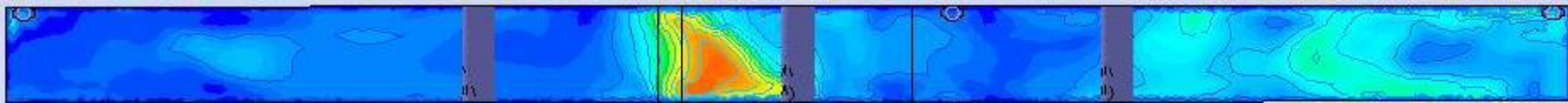
štititi evakuacijske puteve

štititi građevinu

pomoć vatrogasnim postrojbama

kontrola temperature dimnih plinova

kombinacija gore navedenog



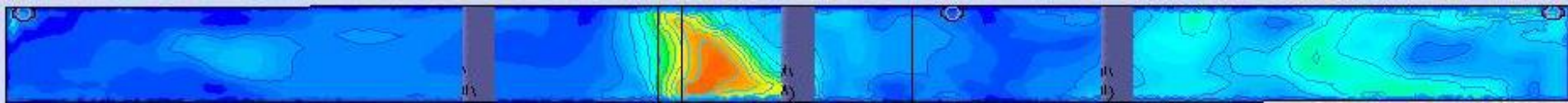
Europski standard HRN EN 12101-5

Sustavi za upravljanje dimom i topline – 5.dio: Upute za funkcionalne preporuke i metode proračuna sustava za odvođenje dima i topline

Izračun **kapaciteta** odsisnih ventilatora – prema izračunu **volumnog protoka dima**

$$V = \frac{M \times T}{\rho \times T_{ok}} [m^3/s]$$

M	maseni protok dima [kg/s]
T	prosječna temperatura dimnih plinova [K]
ρ	gustoća [m^3/s]
T_{ok}	temperatura okoline [K]



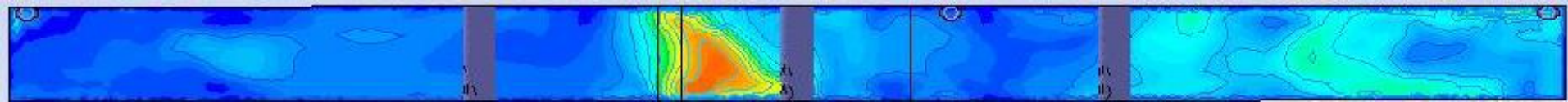
Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitu garaža za putničke automobile od požara i eksplozija

Službeni list Crne Gore broj 9/2012 od 10.2.2012.

Na osnovu člana 88 stav 3 Zakona o zaštiti i spašavanju ("Službeni list CG", br. 13/07 i 32/11),
Ministarstvo unutrašnjih poslova donijelo je

**Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitu
garaža za putničke automobile od požara i
eksplozija**

*Pravilnik je objavljen u "Službenom listu CG", br. 9/2012 od
10.2.2012. godine.*



Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitu garaža za putničke automobile od požara i eksplozija

MALE GARAŽE

površina do **400 m²**

SREDNJE GARAŽE

površina do **1500 m²**

VELIKE GARAŽE

površina veća od **1500 m²**

Za podzemne garaže s **malim prometom**

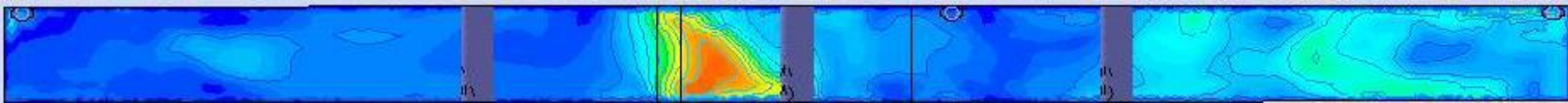
6 m³/h po m² površine podzemne garaže

Za podzemne garaže s **velikim prometom**

12 m³/h po m² površine podzemne garaže

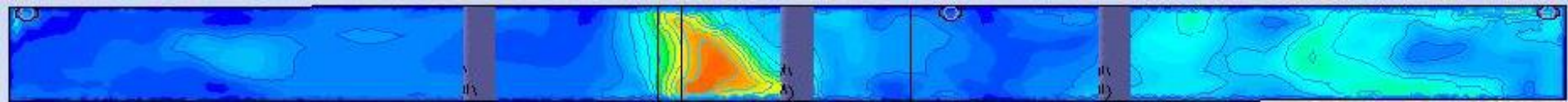
Odsisni ventilatori - dva ventilatora – **50 %** kapaciteta svaki

Odsisni ventilatori sustava mehaničkog odimljavanja moraju imati otpornost na visoke temperature **400°C / 90 min**



Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima

Narodne novine broj 92/1993 od 7.9.1993.



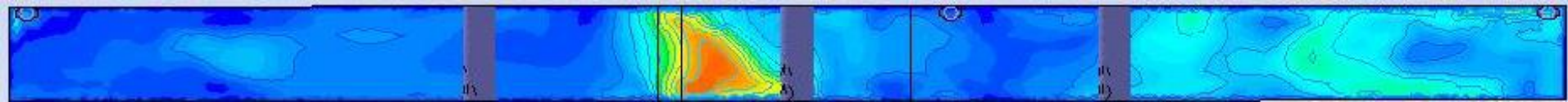
Pravilnik o maksimalno dopustivim koncentracijama štetnih tvari u atmosferi radnih prostorija i prostora i o biološkim graničnim vrijednostima

Maksimalno dopustiva koncentracija (MDK) štetnih tvari je ona najviša koncentracija štetnih plinova, para i aerosola pri temperaturi od 20°C i tlaku zraka od 1013 mbar, u zraku radnih prostorija i prostora, koja prema sadašnjim saznanjima ne dovodi do oštećenja zdravlja pri svakodnevnom osamsatnom radu uz normalne mikroklimatske uvjete i umjereno fizičko naprezanje

Maksimalno dopustiva koncentracija (MDK) ugljikovog monoksida

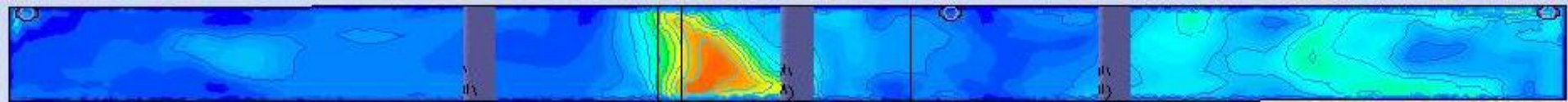
30 ppm

33 mg/m³



Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima

Narodne novine broj 13/2009 od 26.1.2009.

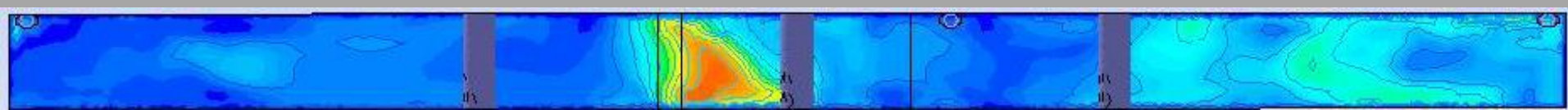


Pravilnik o graničnim vrijednostima izloženosti opasnim tvarima pri radu i o biološkim graničnim vrijednostima

Granična vrijednost izloženosti na radu (GVI) je granica od prosjeka vremenski izmjerenih koncentracija (prosječna koncentracija) tvari (plinova, para, aerosola, prašine) u zraku na mjestu rada u zoni disanja radnika u odnosu na određen ciljani period. Smatra se da utvrđena granična vrijednost izloženosti (Prilog I) pri temperaturi od 20 °C i tlaku zraka od 1013 mbara prema sadašnjim saznanjima ne dovodi do oštećenja zdravlja pri svakodnevnom osmosatnom radu (uz normalne mikroklimatske uvjete i umjereno fizičko naprezanje), a izražena je u ml/m³ (ppm), odnosno u mg/m³ ili u broju vlakana /cm³;

Kratkotrajna granična vrijednost izloženosti (KGVI) je ona koncentracija kemikalije kojoj radnik može bez opasnosti od oštećenja zdravlja biti izložen kroz kraće vrijeme. Izloženost takvoj koncentraciji opasne tvari može trajati najviše 15 minuta i ne smije se ponoviti više od četiri puta tijekom radnog vremena. Između dvije izloženosti toj koncentraciji mora proći najmanje 60 minuta. Vrijednosti kratkotrajne izloženosti se izražavaju u ml/m³ (ppm) ili mg/m³;

30 ppm / 200 ppm

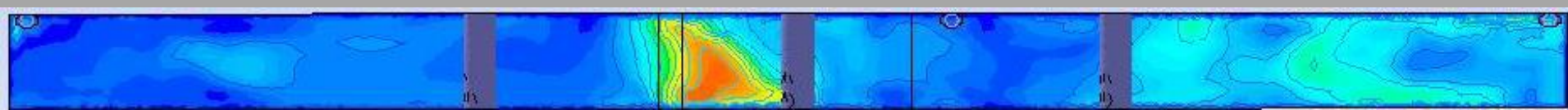


DIN 24166

Ventilatoren; Technische Lieferbedingungen

Fans; technical delivery conditions

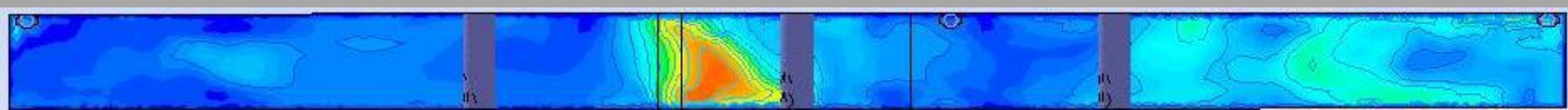
Klasa	1	2	3
PROTOK	$\pm 2,5 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
PAD TLAKA	$\pm 2,5 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 10 \%$
SNAGA MOTORA	$\pm 3 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 16 \%$
RAZINA BUKE	+ 3 dB	+ 4 dB	+ 6dB



EN 12101-11:2022

Smoke and heat control systems - Part 11: Horizontal flow powered ventilation systems for enclosed car parks

- Za projektiranje, montažu, ispitivanje sustava mehaničkog odimljavanja podzemnih garaža
- Sa sprinkler instalacijom / bez sprinkler instalacije
- Jedna ili više razina podzemne garaže
- Za automobile i vozila do 3,5t
- Za vozila – diesel/benzin/struja/ukapljeni i stlačeni prirodni plin/
- Pretpostavka – snaga požara je identična za sva vozila
- Vozila na vodik nisu obuhvaćena
- Nije za svakodnevnu ventilaciju
- Pretpostavka – požar samo od vozila
- Samo za vozila parkirana jedna do drugih



HRN EN ISO 13350:2015

Ventilatori - Ispitivanje značajka impulsnih ventilatora

HRN EN ISO 5801:2017

Ventilatori - Ispitivanje značajka pomoću standardiziranih zračnih kanala

HRN EN ISO 3741:2011

Akustika Određivanje razina zvučne snage i razina zvučne energije izvora buke uporabom zvučnoga tlaka - Precizne metode za odječne komore

HRN EN 12101-3:2015

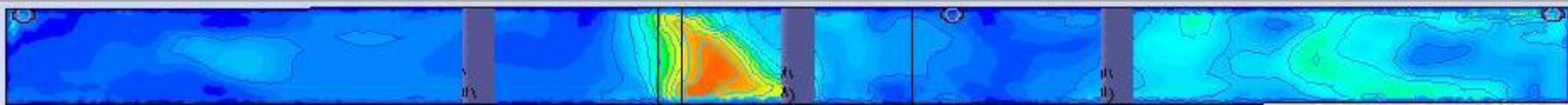
Sustavi za upravljanje dimom i toplotom - 3. dio: Specifikacija za ventilatore sa strojnim pogonom za upravljanje dimom i toplotom

HRN EN ISO 12100:2011

Sigurnost strojeva - Opća načela za projektiranje - Procjena i smanjivanje rizika

HRN EN 60204-1:2018

Sigurnost strojeva - Električna oprema strojeva - 1. dio: Opći zahtjevi



HRN EN ISO 12499:2009

Industrijski ventilatori - Mehanička sigurnost ventilatora – Zaštita

HRN EN IEC 61000-6-1:2019

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 6-1: Norme srodnih područja - Otpornost za stambena, poslovna i lakoindustrijska okruženja

HRN EN IEC 61000-6-2:2019

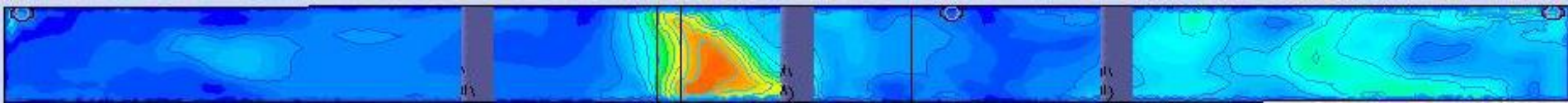
Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 6-2: Norme srodnih područja - Otpornost za industrijska okruženja,

HRN EN 61000-6-3:2008/A1:2011/Ispr.1:2014

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 6-3: Norme srodnih područja - Norma emisije za stambenu, poslovnu i lakoindustrijsku okolinu,

HRN EN 61000-6-4:2008/A1:2011

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) - Dio 6-4: Norme srodnih područja - Norma emisije za industrijsku okolinu



HRN ISO 14695:2005 (BS 848-6:2003)

Industrijski ventilatori - Metode mjerenja vibracija ventilatora

HRN EN ISO 19011:2018

Smjernice za provođenje audita sustava upravljanja

HRN EN ISO 1461:2010

*Vruće pocinčane prevlake na željeznim i čeličnim predmetima -
Specifikacije i ispitne metode*

ISO 13347-1:2004 (BS 848-2-1:2004)

*Industrial fans. Determination of fan sound power levels under
standardized laboratory conditions. General overview*

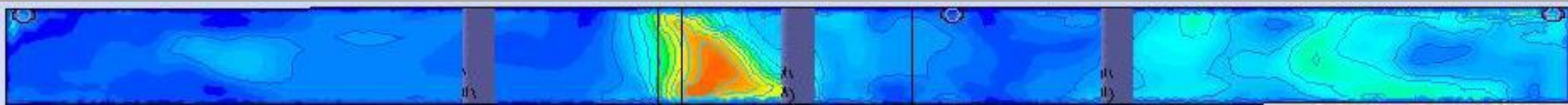
ISO 21927-3: 2006+A1:2010

*Smoke and heat control systems. Specification for powered smoke and
heat exhaust ventilators*

Direktiva o strojevima 2006/42/EC

Direktiva Europskog Parlamenta 2004/10/EC

British Standards Institution – BSI Certificate FM0155.



BS 848

Fan Performance Tesing

BS 848-2:1985

Fans for general purposes. Methods of noise testing

Building Services Research and Information Association - BSRIA, HRN ISO 5136)

Akustika – Određivanje zvučne snage koju u kanal zrače ventilatori i drugi ventilacijski uređaji – Metoda mjerenja u kanalu

BS 848-2.5

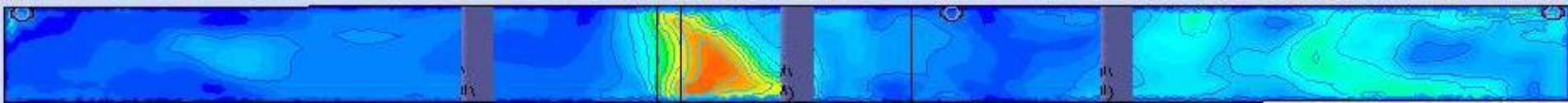
Acoustics - Determination of sound power radiated into a duct by fans and other air-moving devices - In-duct method

AMCA 210

Laboratory Methods of Testing Fans for Ratings

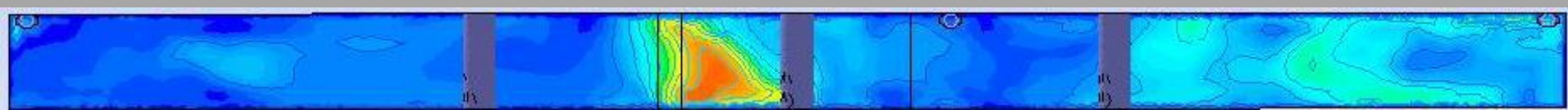
AMCA 300

Reverberant Room Methods for Sound Testing of Fans (AMCA – Air Movement and Control Association)



O CFD simulacijama

1. Realna opravdanost primijene CFD simulacija. Može li stvarno prikazati realno stanje. Kolika je subjektivnost onoga tko radi simulaciju.
2. Tko je dužan uraditi simulaciju? Projektant ili izvođač radova ili oboje? Zašto bi se CFD simulacija morala uraditi samo za sustave s JET impulsnim ventilatorima ili je to poželjno i za sustave s ventilacijskim kanalima?
3. Ukratko opisati koliko je naporan posao izrade CFD simulacije, koliko traje, faza ventilacije i faza odimljavanja. Što sve treba obuhvatiti? Aproksimacije.
4. Navesti koji su to kvantitativni parametri kojima se potvrđuje da je neka CFD simulacija zadovoljila parametre.
5. Neki pozitivni primjeri pravilno odabranih JET ventilatora (usmjeravanje, veličina, pozicije itd.)
6. Negativni primjeri nepravilno odabranih JET ventilatora (grede i druge prepreke, vrtložna strujanja)
7. Značaj dovoda vanjskog zraka (prinudno ili prirodno), dozvoljene brzine ubacivanja itd.



Računalna dinamika fluida

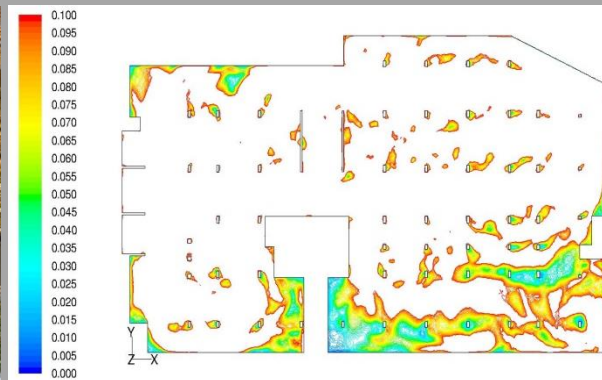
2006



ALMERIA ZAGREB

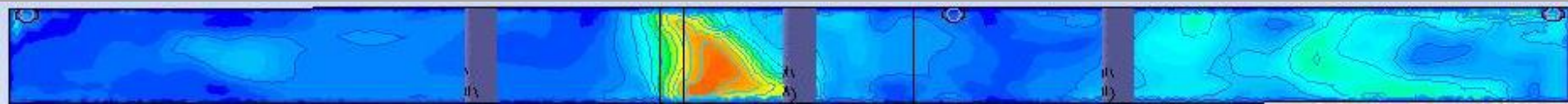
prva garaža u Republici
Hrvatskoj
sa sustavom ventilacije
garaže mlaznim
potisnim ventilatorima

2008

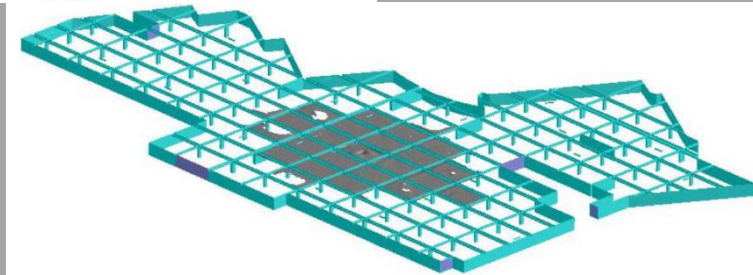
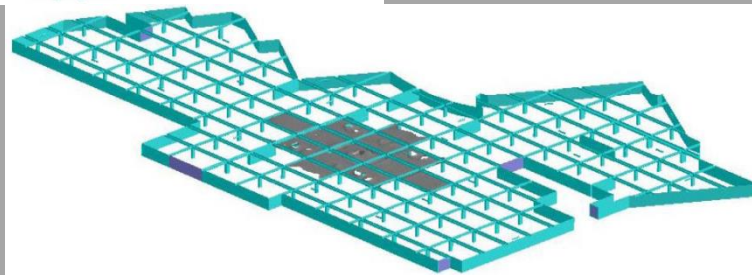
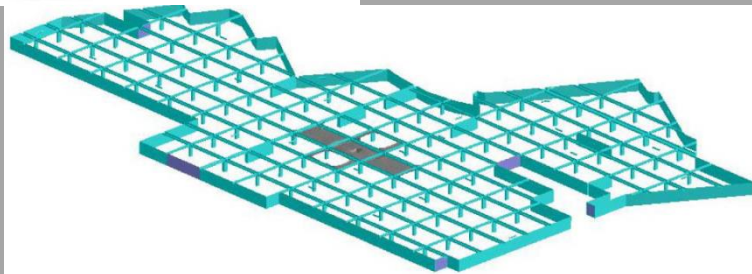
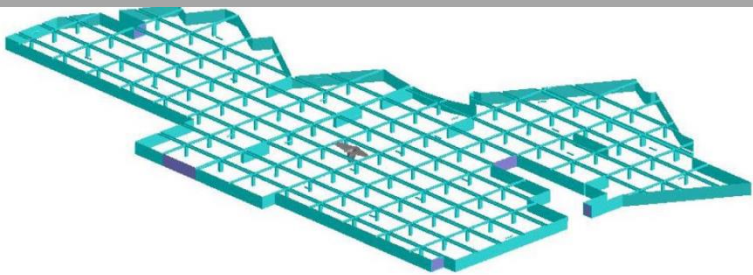


BOLNICA SVETI DUH ZAGREB

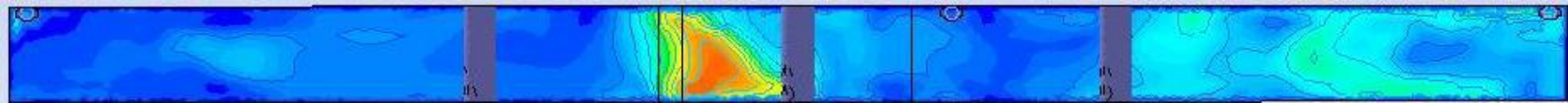
prva numerička analiza
ventilacije podzemne garaže u
Republici Hrvatskoj



Prikaz širenja dima

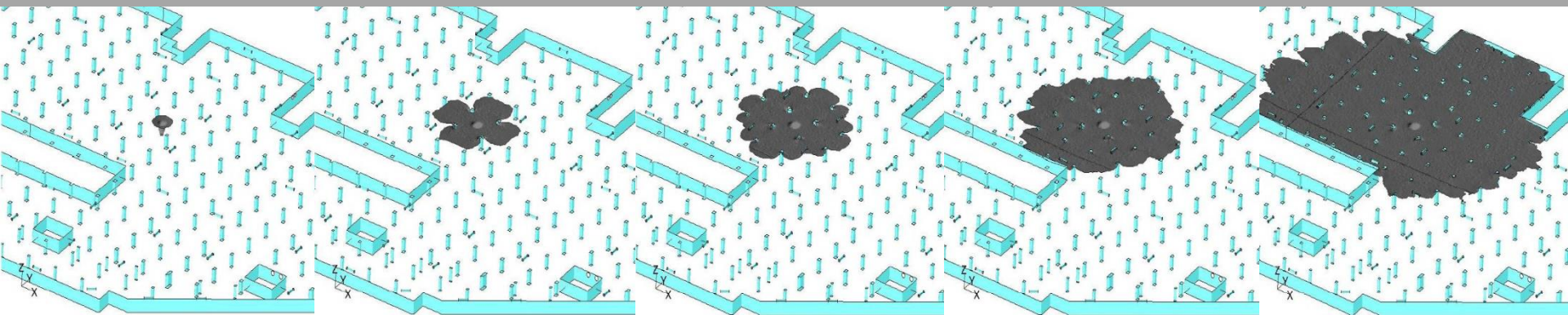


120/180/240/360 sekundi

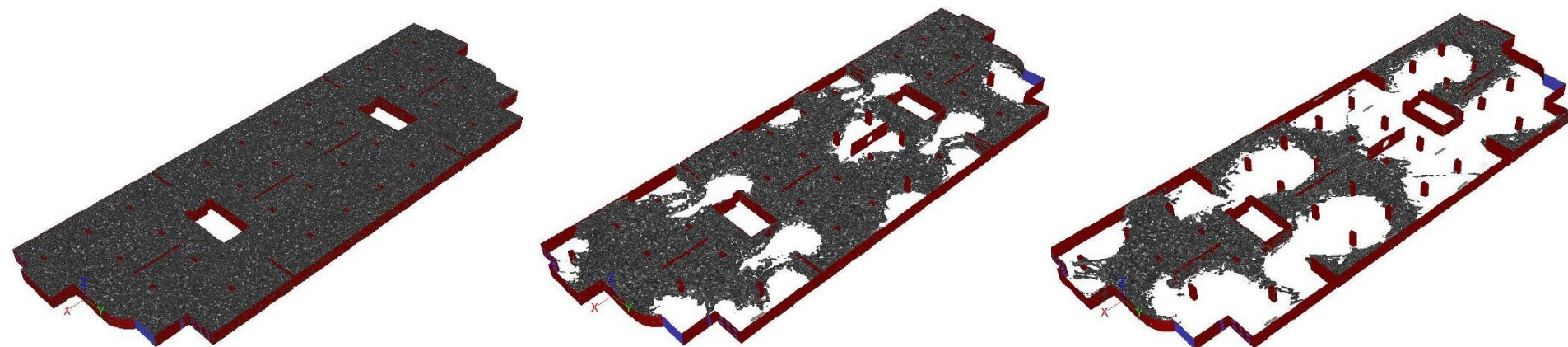


Prikaz širenja dima

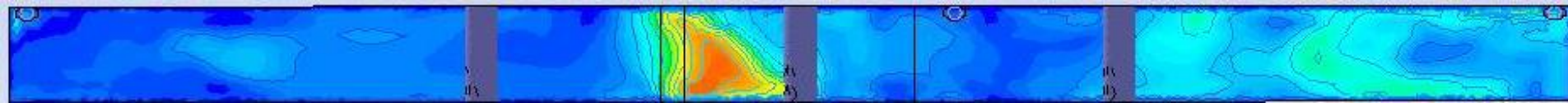
Metoda numeričkog modeliranja – razvoj požara i širenje dima



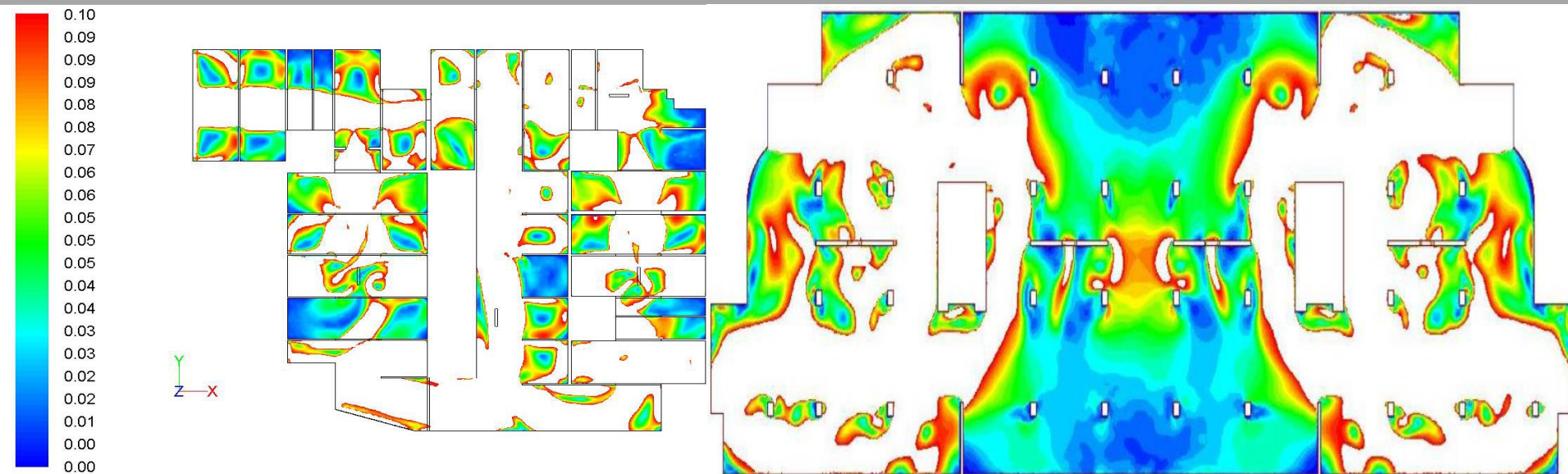
Metoda numeričkog modeliranja – cijeli volumen podzemne garaže ispunjen dimom



Comparison between numerical modelling methods to estimate mechanical ventilation smoke extraction efficiency in underground car parks - 11th International Tunneling and Underground Structures Conference, Ljubljana, Slovenija, 23.11.2017.



Prikaz polja nepokretnog zraka

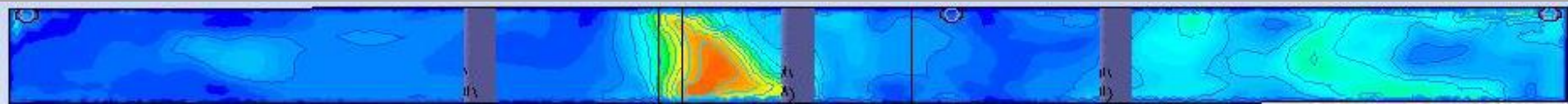


Prikazuju se:

površine polja nepokretnog zraka
brzine kretanja zraka i dimnih plinova

Kritična brzina

ispod koje ekstrakcija ugljikovog monoksida nije dostatna iznosi **0,1 m/s**,
kod odimljavanja **0,2 m/s**



Prikaz temperaturnih polja i temperatura razvijenih požarom

Temperature razvijene požarom bez ugrađene sprinkler instalacije nakon **90** i **240** sekundi

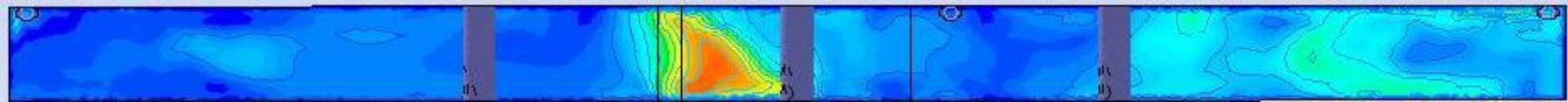
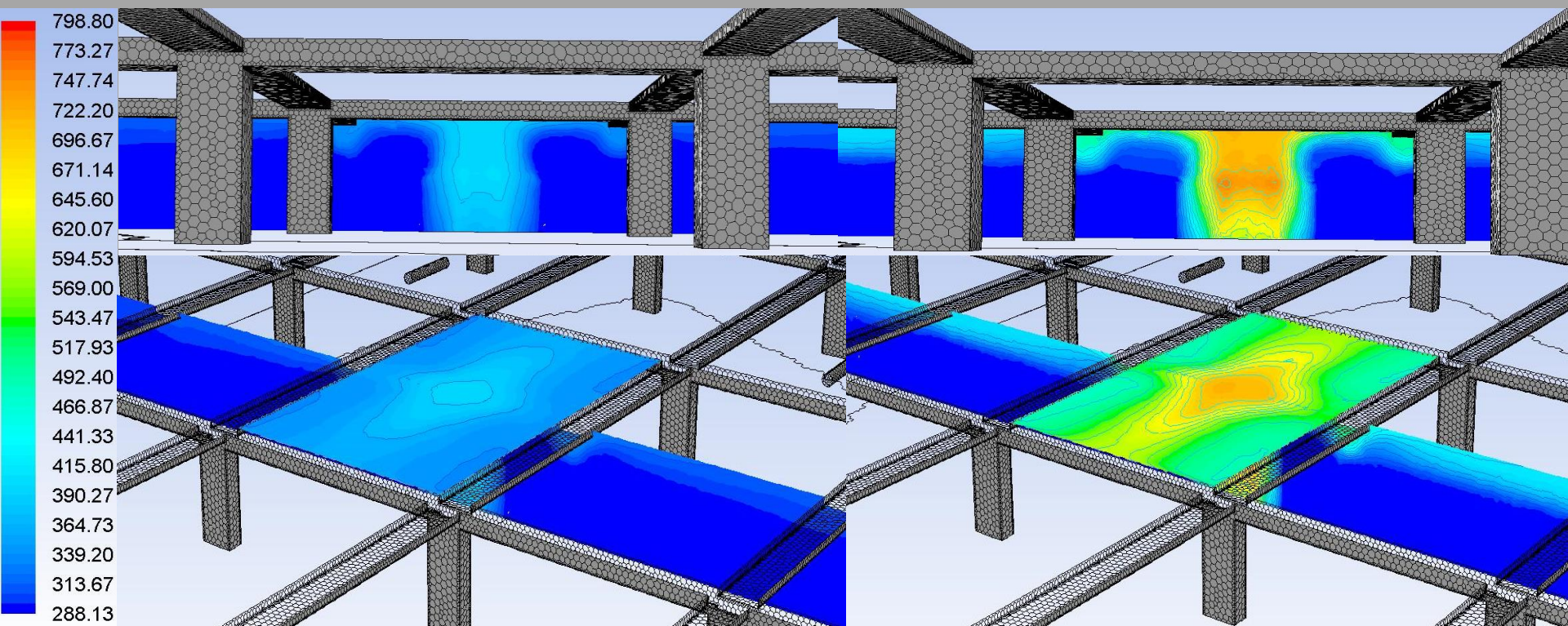
Karakteristike požara:

oslobođena snaga požara 4 MW

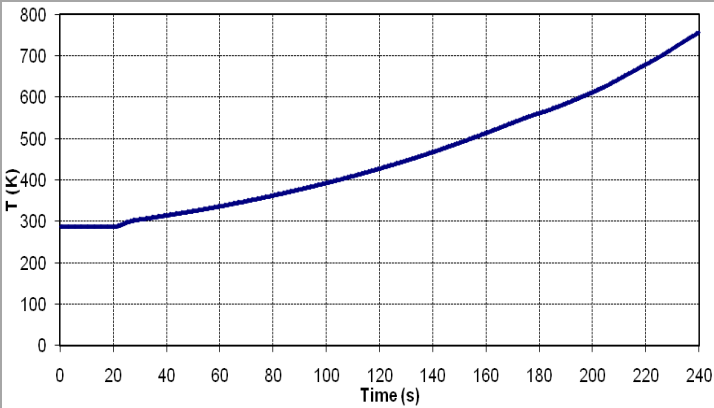
koeficijent gubitka zračenja 25%

volumen požara 9 m³

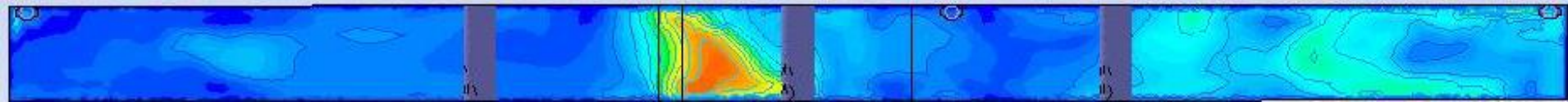
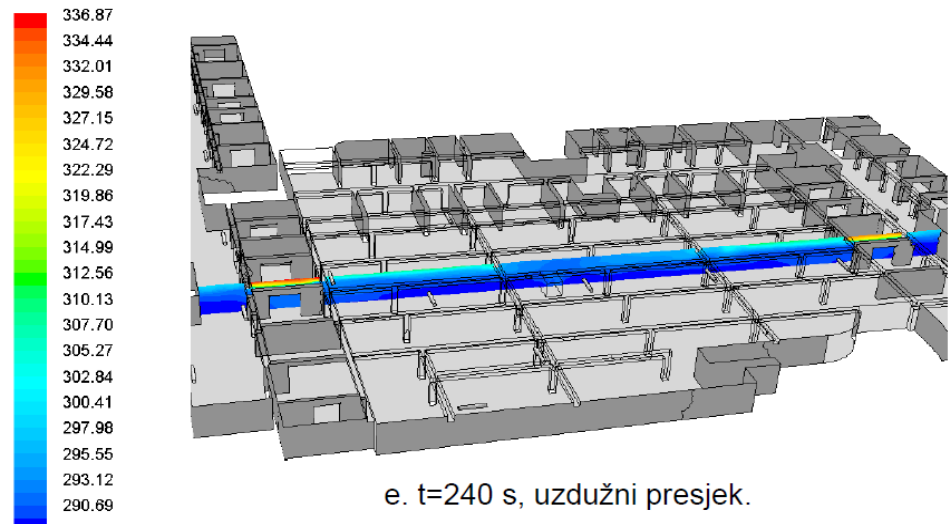
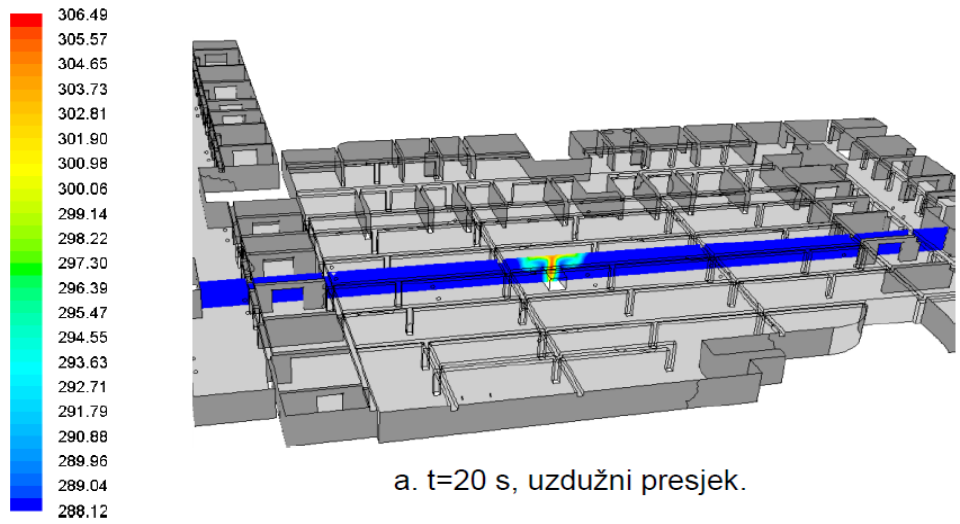
koeficijent razvoja požara 177,7 W/s² (ultra brzi razvoj požara)



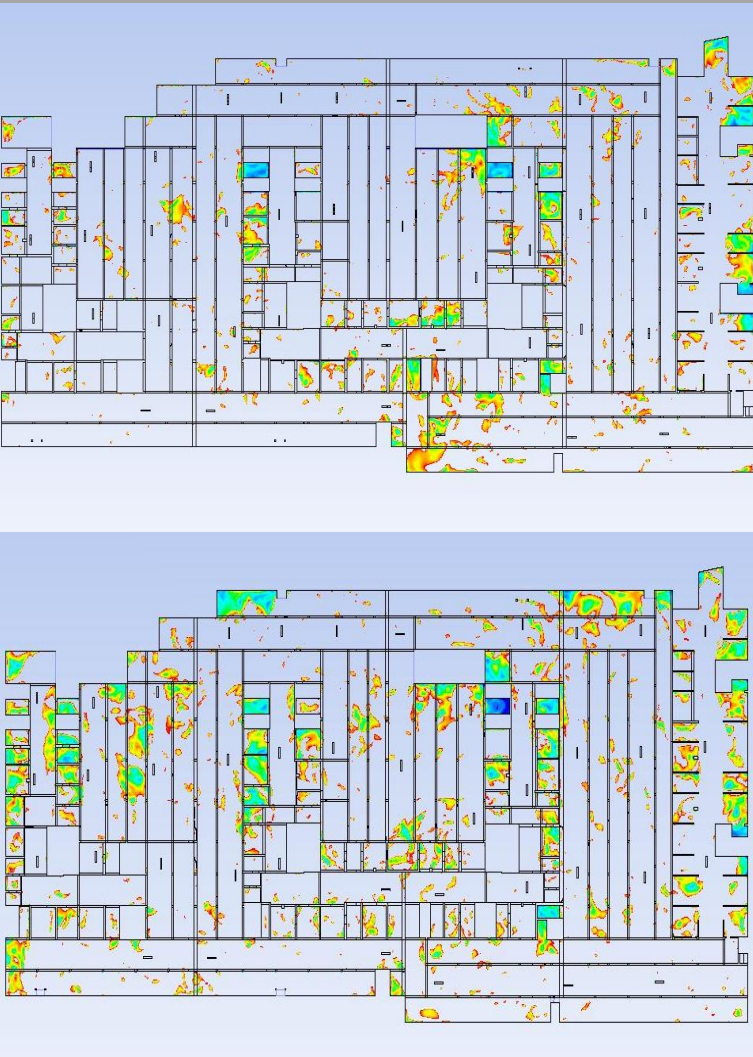
Prikaz temperaturnih polja i temperatura razvijenih požarom



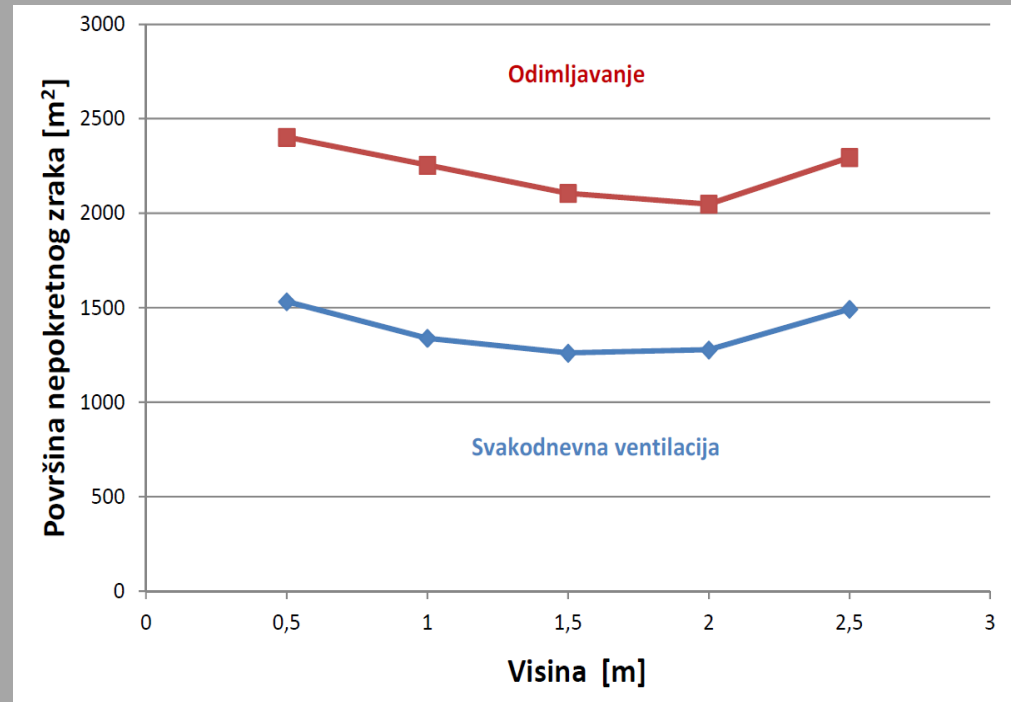
U podzemnoj garaži bez ugrađene sprinkler instalacije temperature razvijene požarom oslobođene snage **4 MW**, mogu dosegnuti oko **750 K** (500°C), a s ugrađenom sprinkler instalacijom oko **430 K** (160°C)



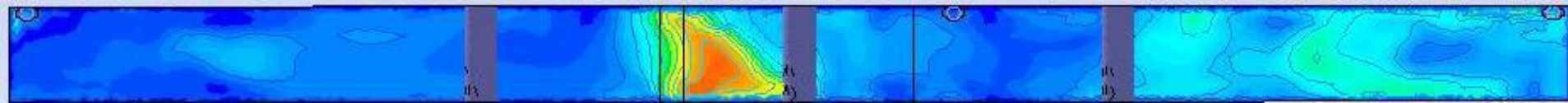
Usporedba istog sustava za svakodnevnu ventilaciju i odimljavanje (prva i druga brzina)



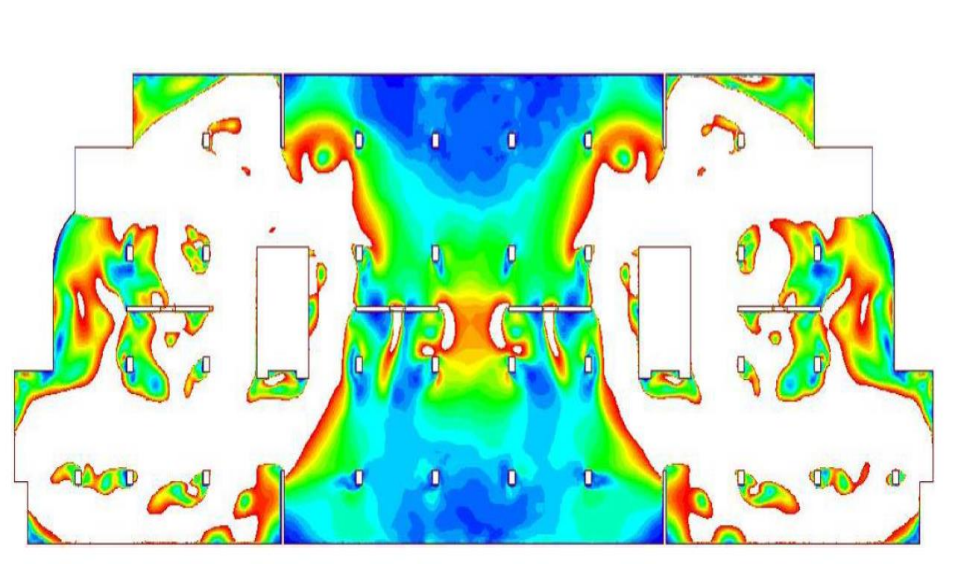
1. brzina (“niža” brzina) – svakodnevna ventilacija



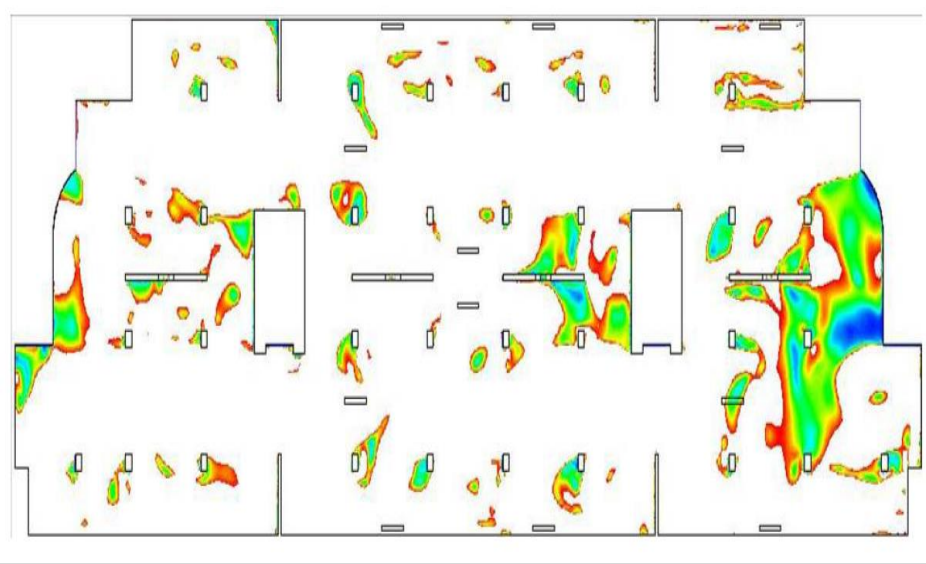
2. brzina (“viša” brzina) - odimljavanje



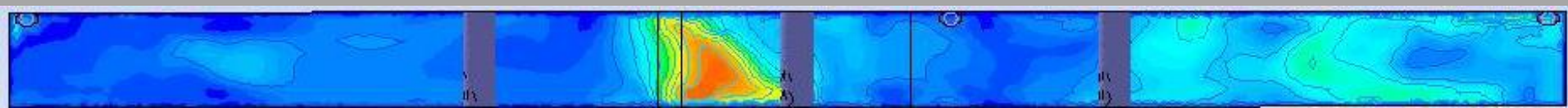
Usporedba različitih sustava mehaničkog odimljavanja



Sustav samo odsisnim ventilatorima



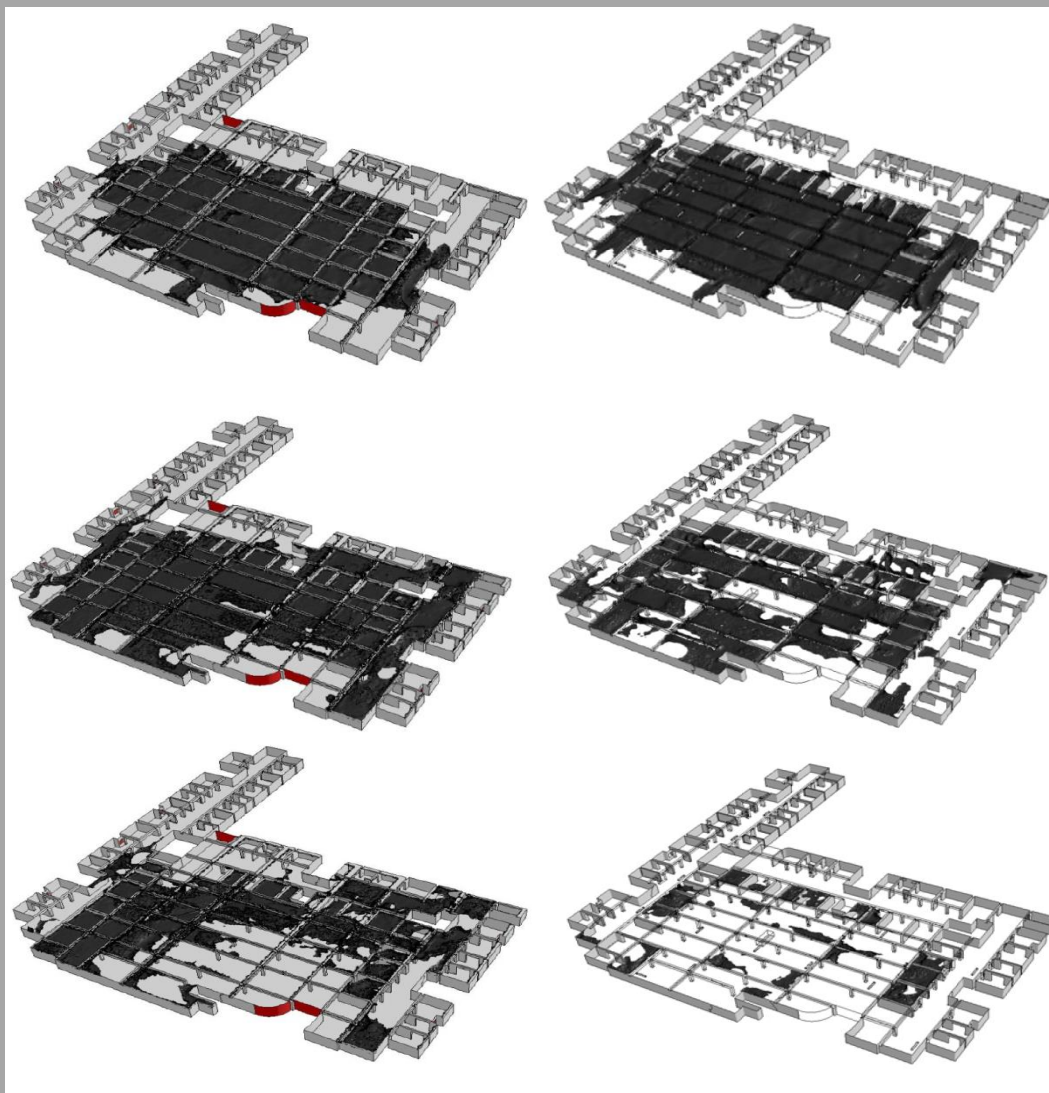
Sustav mlaznim potisnim ventilatorima



Usporedba različitih sustava mehaničkog odimljavanja

Sustav ventilacijskim
kanalima

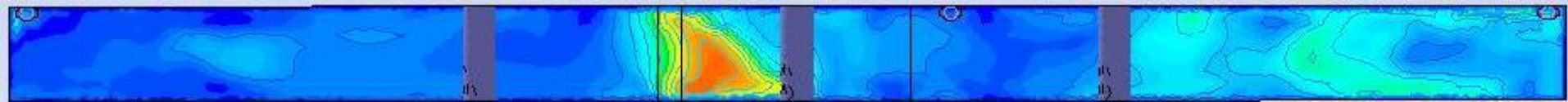
Sustav mlaznim
potisnim ventilatorima



140 s

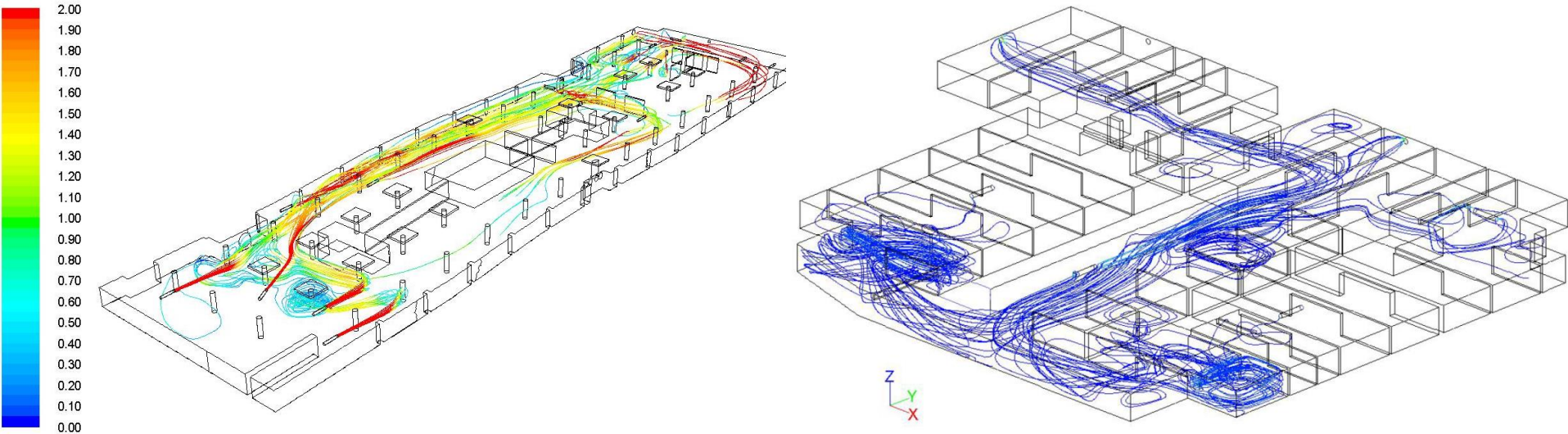
200 s

Usporedba sustava odimljavanja podzemnih garaža – Specijalistički studij Požarnog inženjerstva - Građevinski fakultet Zagreb – Završni rad



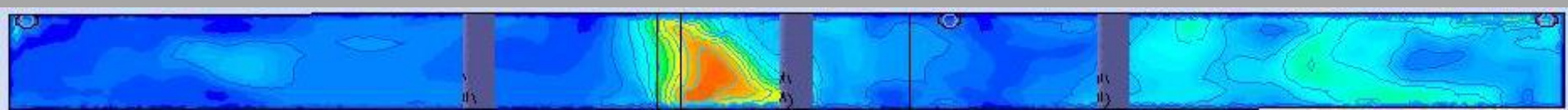
Analiza strujnica

Strujnice su zamišljene linije koje pokazuju *smjer* i *brzinu strujanja* zraka ili dimnih plinova po volumenu garaže

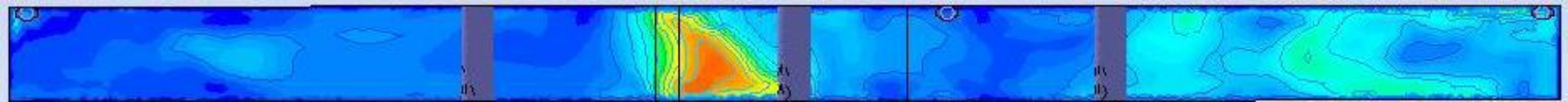
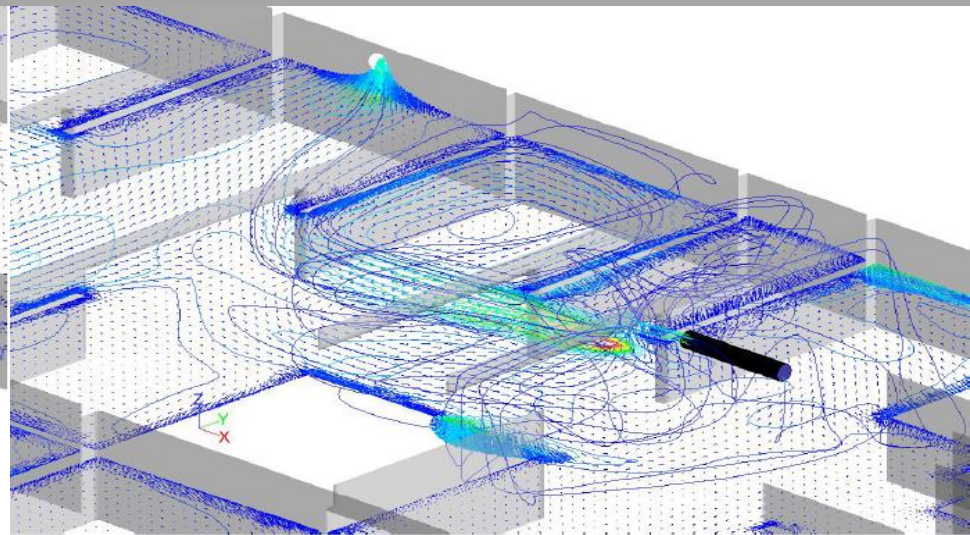
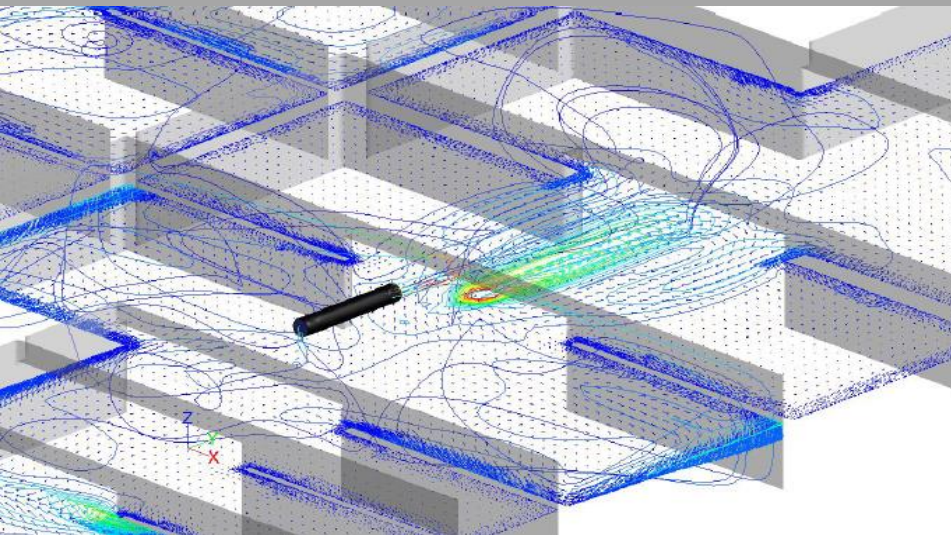
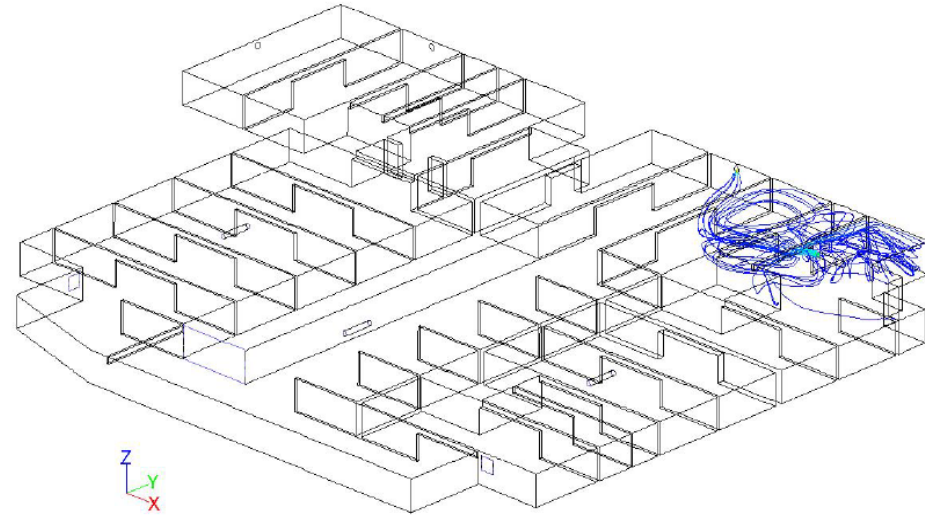
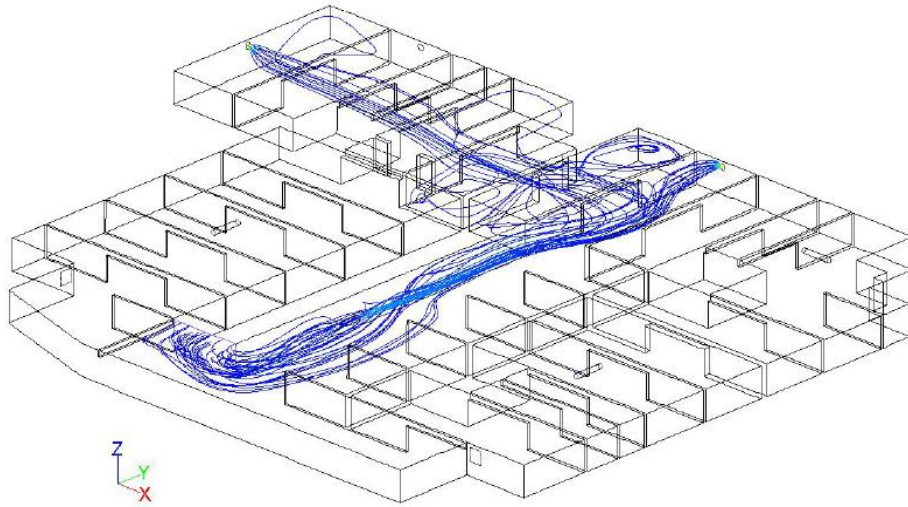


Analizom **strujnica** moguće je:

- odrediti uspješnost djelovanja svakog ventilatora posebno*
- odrediti brzine kretanja zraka s ulazno-izlaznih rampi i okana za dobavu svježeg zraka*
- promijeniti položaj ventilatora*
- promijeniti broj ventilatora*
- odrediti međusobni utjecaj pojedinih ventilatora*

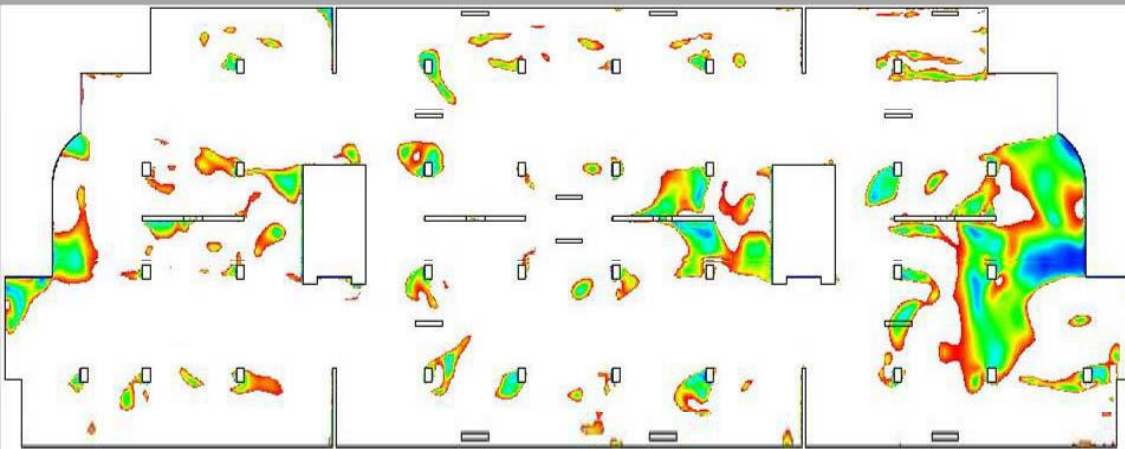


Analiza strujnica

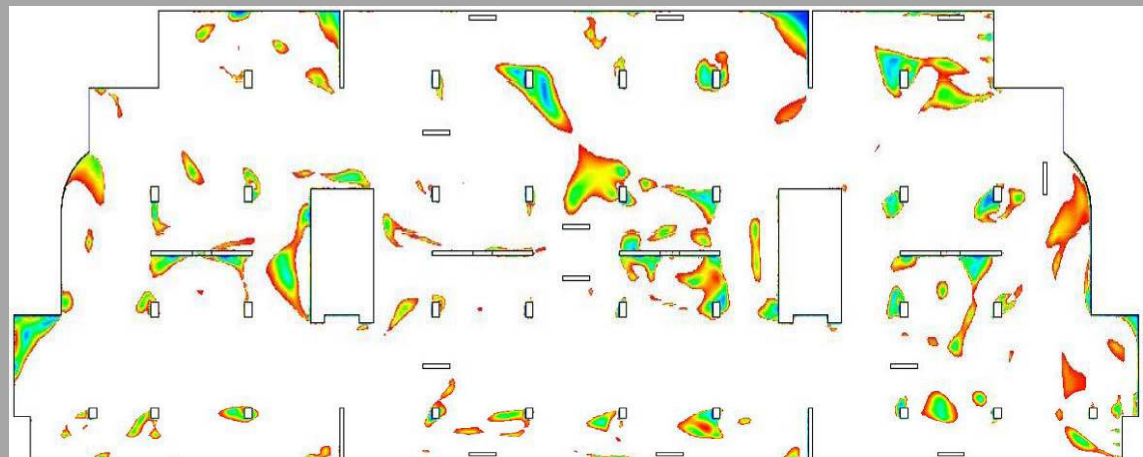


Optimizacija sustava ventilacije i odimljavanja

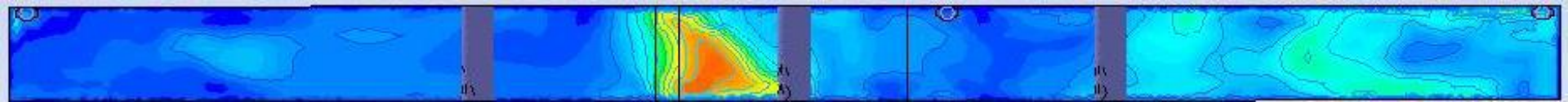
Utjecaj položaja ventilatora



Prvobitno stanje

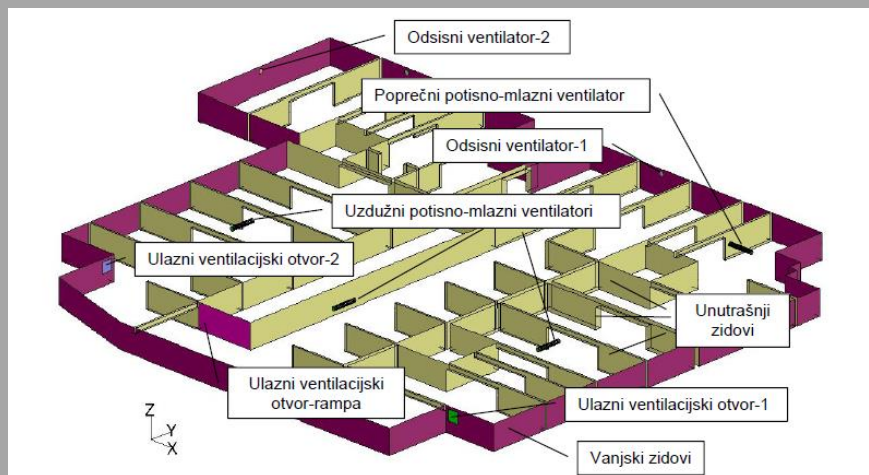


Izmijenjeno stanje

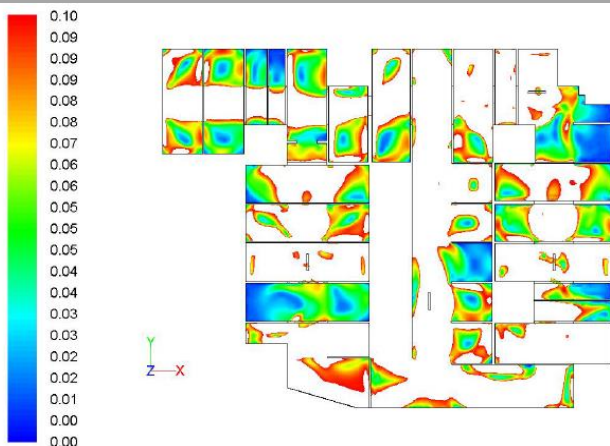


Analiza sustava ventilacije

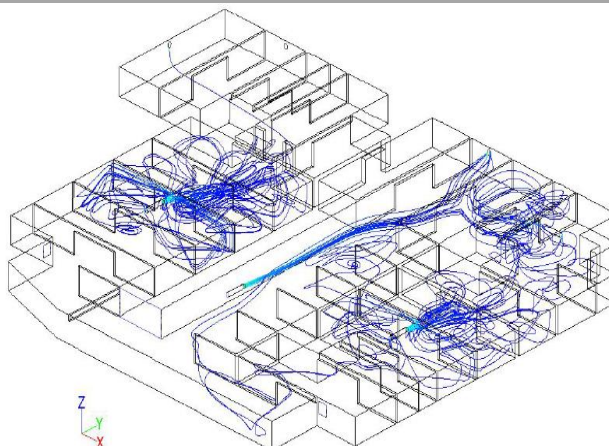
Sustav svakodnevne ventilacije mlaznim potisnim ventilatorima u podzemnoj garaži s pregradnim zidovima



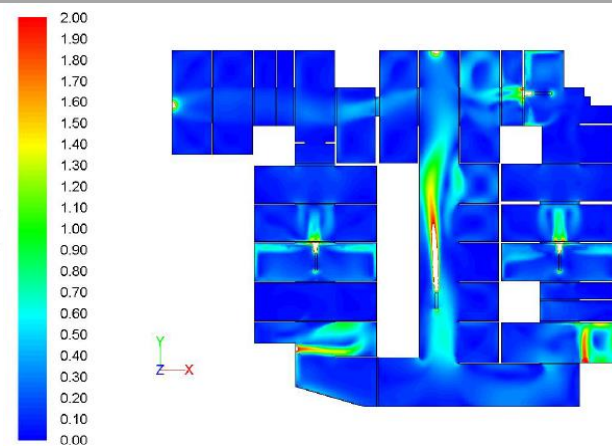
Polja nepokretnog zraka



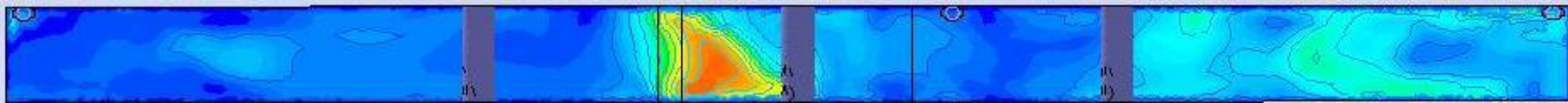
Analiza strujnica



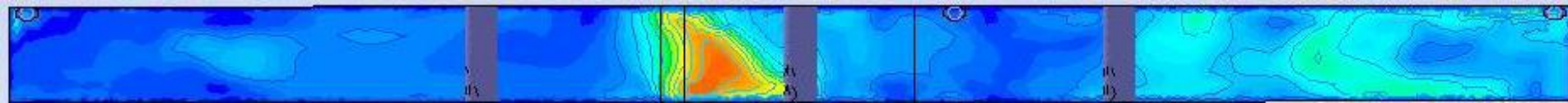
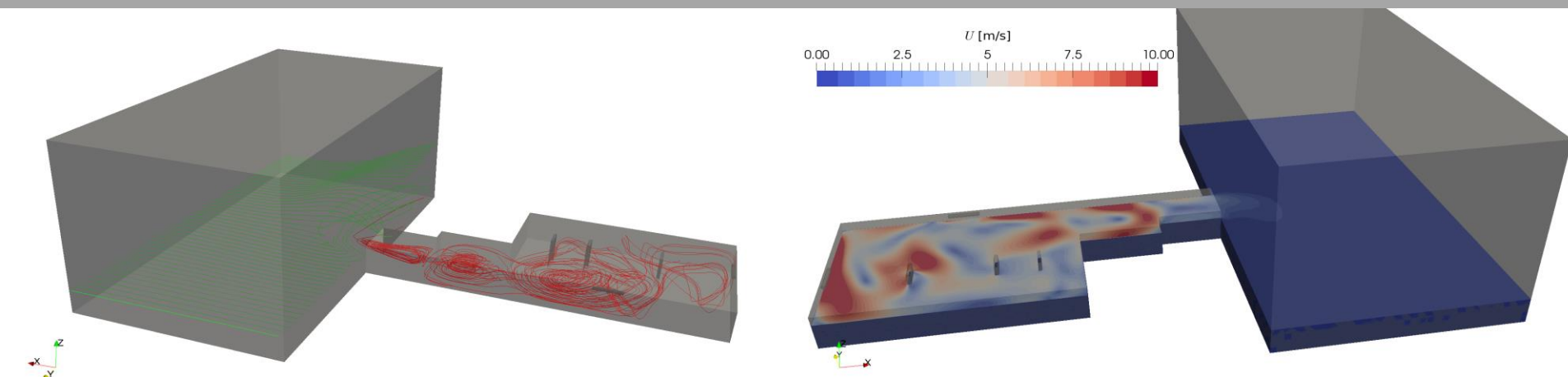
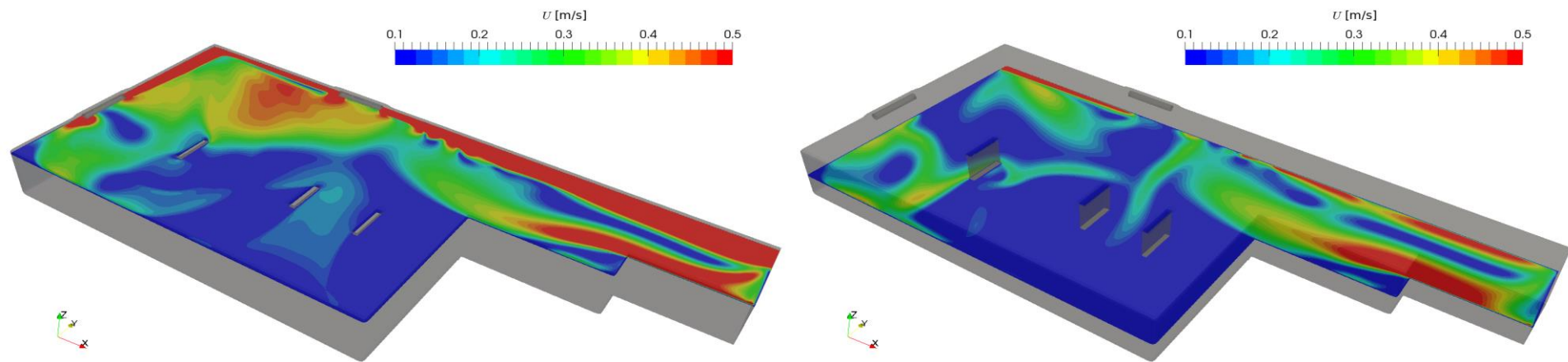
Raspored polja brzina strujanja zraka



Jet Fan Ventilation System Extraction Efficiency in an Underground Car Park with Partition Walls - JSDEWES - The Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems

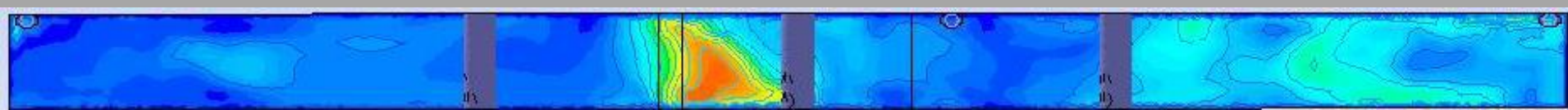


Ventilacija malih podzemnih garaža u stambenim objektima



U praksi

1. Postoje li nekakve statistički pokazatelji o požarima i smrtnosti u zemljama Europske unije, zemljama u okruženju? Zbog čega najčešće stradaju osobe u požarima nastalim u garažama? Koliko uticaj imaju loš projekt, izvedeno stanje ili održavanje sistema?
2. Scenarij i interakcija sprinkler instalacija i sistema za ventilaciju i odimljavanje. Što se događa u praksi a kakav scenarij se uzima u CFD simulacijama. Da li aktiviranje JET impulsnih ventilatora u slučaju požara dodatno pospješuje aktiviranje više sprinkler mlaznica ili manje (korisno dati neke reference). Da li su sprinkler instalacije dozvoljene u velikim garažama u kojima su projektirani/izvedeni JET ventilatori, primjer Engleska.
3. Jako bi bilo interesantno prikazati neke fotografije pravilno i nepravilno izvedenih sistema
4. Znakovi evakuacije pravilno i nepravilno postavljanje, primjeri

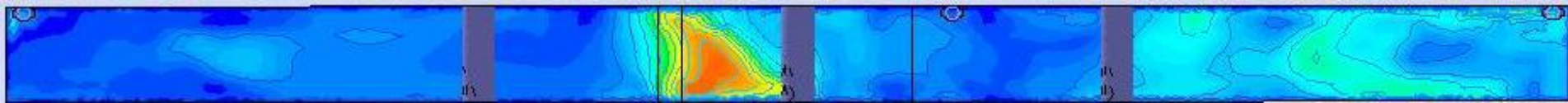


UGLJIKOV MONOKSID

Ugljikov je monoksid (ugljik (II) oksid) otrovan plin iz skupine kemijskih zagušljivaca, bez boje, okusa i mirisa, nastaje nepotpunim izgaranjem tvari koje sadrže ugljik

Ugljikov je monoksid uzrok trovanja **50000** ljudi godišnje u **Sjedinjenim Američkim Državama**. Klinička slika osoba otrovanih ugljikovim monoksidom kreće se od glavobolja i vrtoglavica do padanja u komu i smrtnog ishoda, sa **stopom smrtnosti** između **1-3 %**.

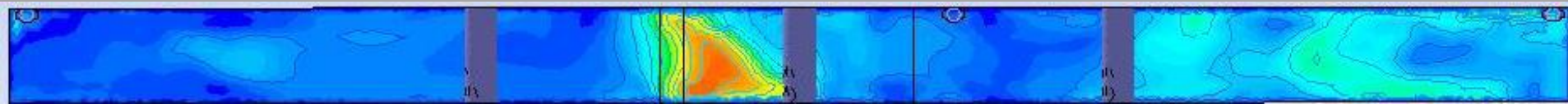
U **Kraljevini je Danskoj** u desetogodišnjom razdoblju od **1995. do 2015.**, ugljikov monoksid bio uzrok trovanja **22930** osoba, od čega je **21238** (92%) primljeno na bolničko liječenje, a **2102** (9,2%) su osobe preminule u roku trideset dana nakon trovanja



UGLJIKOV MONOKSID

U turskoj provinciji **Aydin**, u razdoblju od **2002-2012.** godine, 33 su osobe preminule od posljedica trovanja ugljikovim monoksidom, prosječne starosti preko 60 godina, a 75,8% preminulih bili su muškarci, a u turskom gradu **Adani**, tokom četrnaest godina, između 2002. i 2015. godine zabilježena su 74 incidenta trovanja ugljikovim monoksidom, a otrovane su 154 osobe

Studija **češkog** Instituta za forenzičku medicinu iz grada **Hradec Kralove** tokom šezdesetgodišnjeg razoblja **1947-2006.**, zabilježila je **1233** smrtna slučaja povezana trovanjem ugljikovim monoksidom. Nesretni slučaj bio je uzrok smrti u 45% slučajeva, 40% samoubojstva, 1% ubojstva, dok je za 14% slučajeva uzrok smrti ostao nerazjašnjen

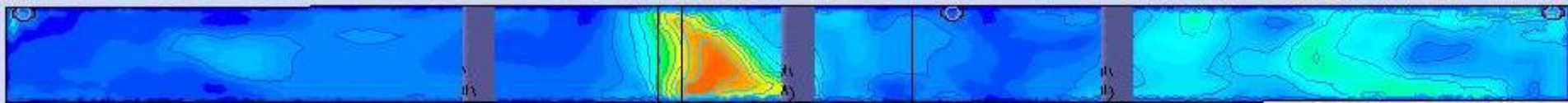


UGLJIKOV MONOKSID

Osmero mladih osoba preminulo je od posljedica trovanja ugljikovim monoksidom na proslavi Nove godine 2021. u Posušju, u Bosni i Hercegovini

Na području **Policijske uprave zagrebačke** u razdoblju od **2016. do 2019.** evidentiran je **31** slučaj trovanja ugljikovim monoksidom i svake godine u prosjeku jedna je osoba smrtno stradala od posljedica trovanja

Da i visoko tehnološki razvijene zemlje imaju veliku smrtnost trovanjem ugljikovim monoksidom, pokazuje primjer **Japana**, gdje godišnje smrtno strada između **2000 i 5000** osoba



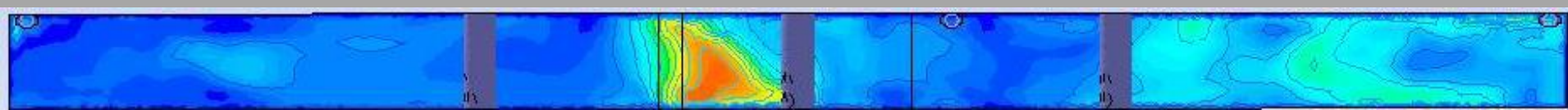
POŽAR

Prema podacima zemlje koje nisu tehnološki visoko razvijene, kao primjerice, **afričke zemlje**, imaju najveći broj smrtno stradalih osoba u požarima na 100000 stanovnika

Obala Bjelokosti ima 14,53 smrtno stradale osobe na 100000 stanovnika; Angola 11,18; Sierra Leone 10,86

Nasuprot tome, Italija ima 0,19; Australija 0,22; Japan 0,52; a SAD 0,73

Republika Hrvatska ima 0,57 smrtno stradalih osoba na 100000 stanovnika u požarima.

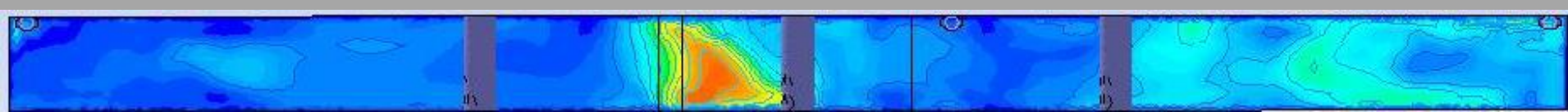


POŽAR

Prema podacima **Building Research Establishment** (BRE) iz Velike Britanije u razoblju 1994-2005., u podzemnim garažama u Velikoj Britaniji dogodila su se **3096** požara, a od tog 1592 požara nastala su zapaljenjem vozila

U navedenim požarama dvije osobe smrtno su stradale, a 87 osoba bilo je povrijeđeno

U podzemnim garažama stambenih građevina izbilo je samo 5,5% od ukupnog broja požara u podzemnim garažama, ali je u tim požarima stradalo 26% od ukupnog broja unesrećenih osoba



POŽAR

Općenito se smatra kako su požari cestovnih vozila otprilike **20%** od ukupnog broja požara

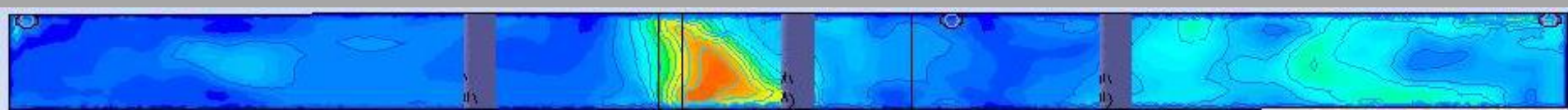
Stoga je bitno smanjiti uzroke nastanka požara cestovnih vozila

Iako ima više uzroka zapaljenja vozila, rijetko kada je to samo jedan

Najčešće je to kombinacija više uzroka, mehaničkih i kemijskih te ljudskog faktora

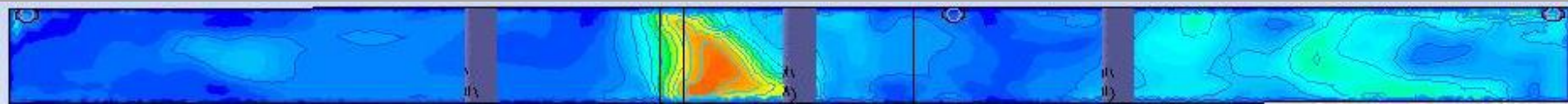


Garaža Ulica Viktora Vide, Split, lipanj 2017.

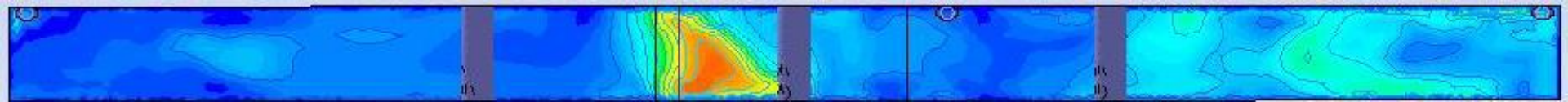


Najčešći uzroci požara cestovnih vozila

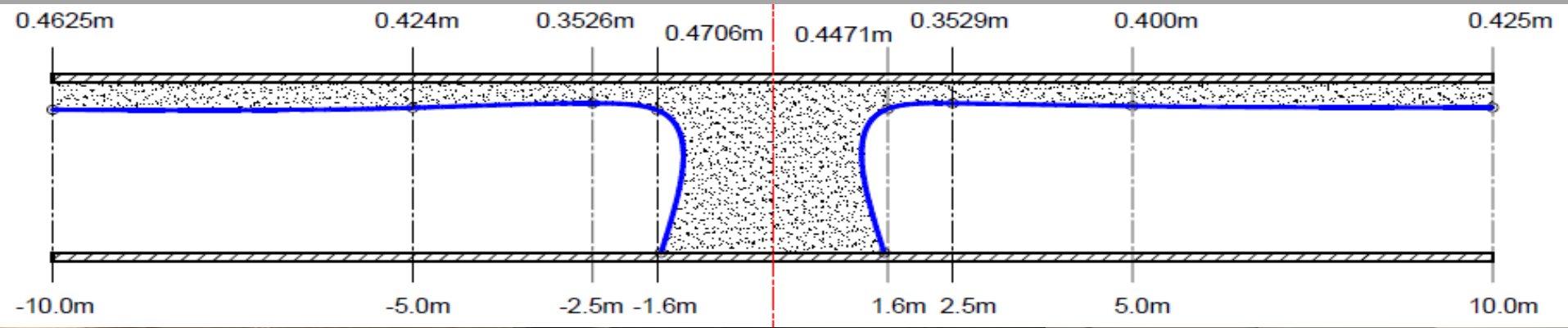
- nedostaci u izradi vozila
- loše održavanje vozila
- sudar vozila
- namjerno zapaljenje vozila
- zapaljenje električnih i hibridnih baterija te katalizatora vozila
- pregrijavanje motora
- zapaljenje gorivih tekućina
- greška na električnim instalacijama
- curenje goriva



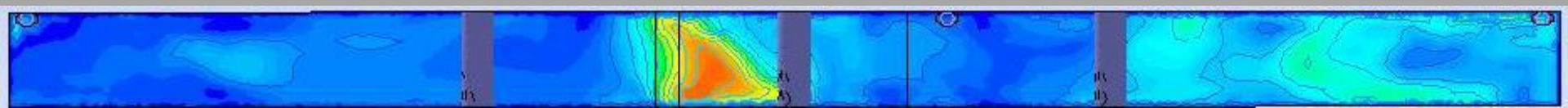
Najčešći uzroci požara cestovnih vozila



Položaj znakova za evakuaciju u podzemnim garažama

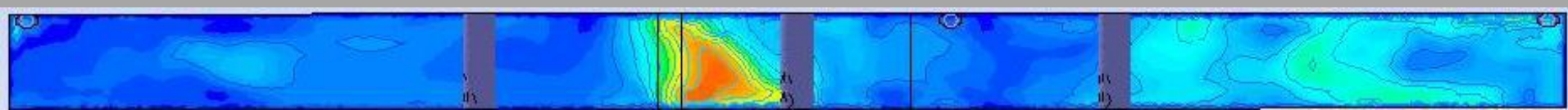


Analysis of smoke stratification and smoke layer thickness in underground car parks – Thermal Science



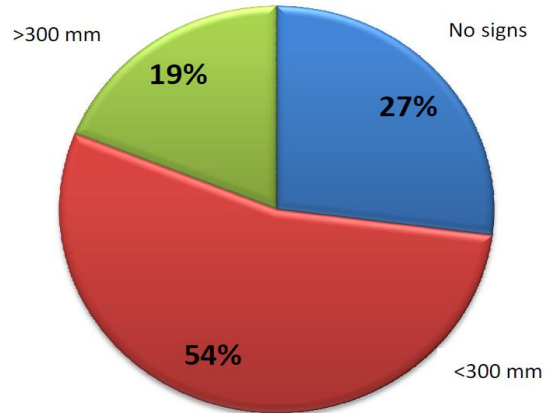
Položaj znakova za evakuaciju u podzemnim garažama

HRVATSKA	43
ZAGREB	37
OSTALI GRADOVI	6
BOSNA I HERCEGOVINA	4
VELIKA BRITANIJA	4
SLOVENIJA	3
CRNA GORA	3
NJEMAČKA	2
KINA	2
SLOVAČKA	2
AUSTRIJA	1
ITALIJA	1
INDIJA	1
ARGENTINA	1
UKUPNO	67

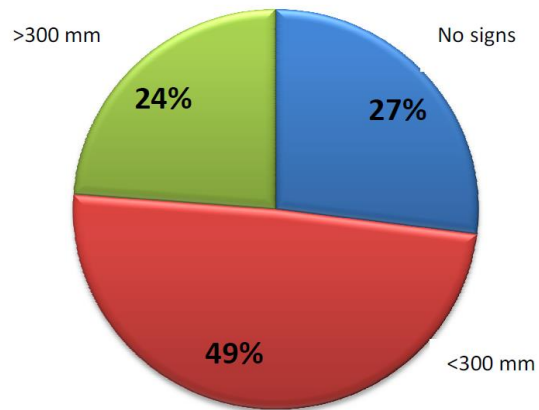


Položaj znakova za evakuaciju u podzemnim garažama

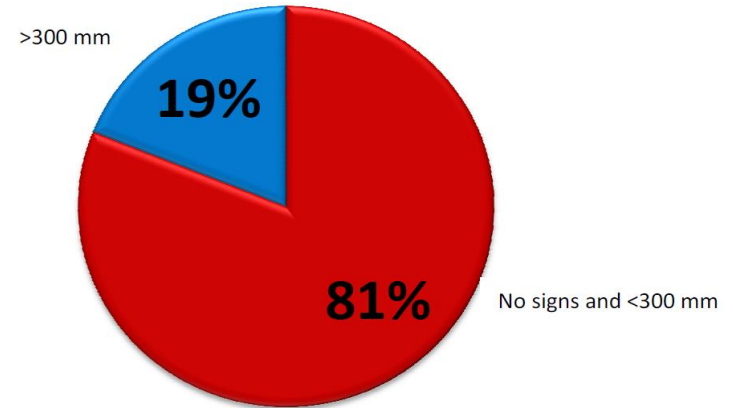
ZAGREB



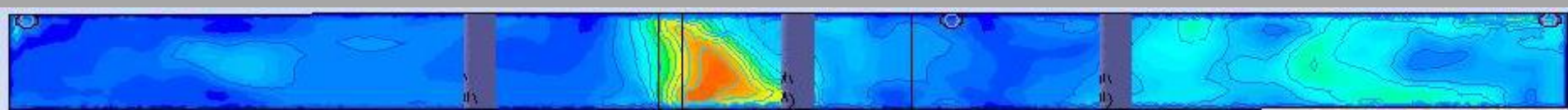
TOTAL



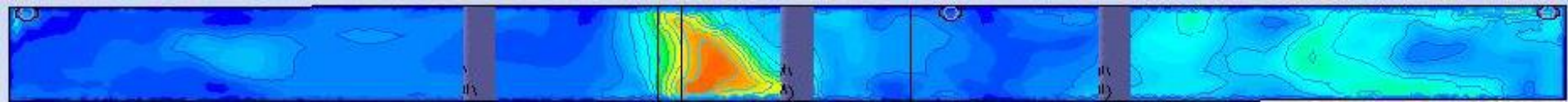
ZAGREB



TOTAL



A PRESENTATION ON CAR PARK VENTILATION



Željko ŠPILJAR

INVENTO VENTILACIJA d.o.o.

Zagreb

zeljko.spiljar@invento-vent.hr

zeljko@invento-pro.hr

