



Hrvatska komora inženjera strojarstva
Croatian chamber of mechanical engineers



STROJARSKI SUSTAVI AKTIVNE ZAŠTITE OD POŽARA NOVOG PUTNIČKOG TERMINALA MEĐUNARODNE ZRAČNE LUKE ZAGREB

Doc.dr.sc. Miodrag Drakulić, dipl.ing.stroj.

CTP Projekt d.o.o.

Centar za tehničke sustave i požarno inženjerstvo

Općenito o projektu (1)

- Pod pojmom izgradnje Nove zračne luke Zagreb podrazumjevamo Novi putnički terminal (NPT) Međunarodne zračne luke Zagreb (MZLZ) →

"Zračna luka Franjo Tuđman"

- Autori projekta (**I nagrada** - natječaj 2008. godine):
 - akademik Branko Kincl, dipl.ing.arh.
 - akademik Velimir Neidhardt, dipl.ing.arh.
 - prof.dr.sc. Jure Radić, dipl.ing.građ.

Općenito o projektu (2)

1. nagrađeni rad



Općenito o projektu (3)

1. nagrađeni rad



Općenito o projektu (4)

IZVEDENO STANJE 7. mjesec 2016.



Općenito o projektu (5)

Ostali sudionici natječaja

II nagrada: Shigeru Ban
Drvena konstrukcija!



Općenito o projektu (6)

Ostali sudionici natječaja

III nagrada: Norman Foster



Općenito o projektu (7)

Ostali sudionici natječaja



V. nagrada:

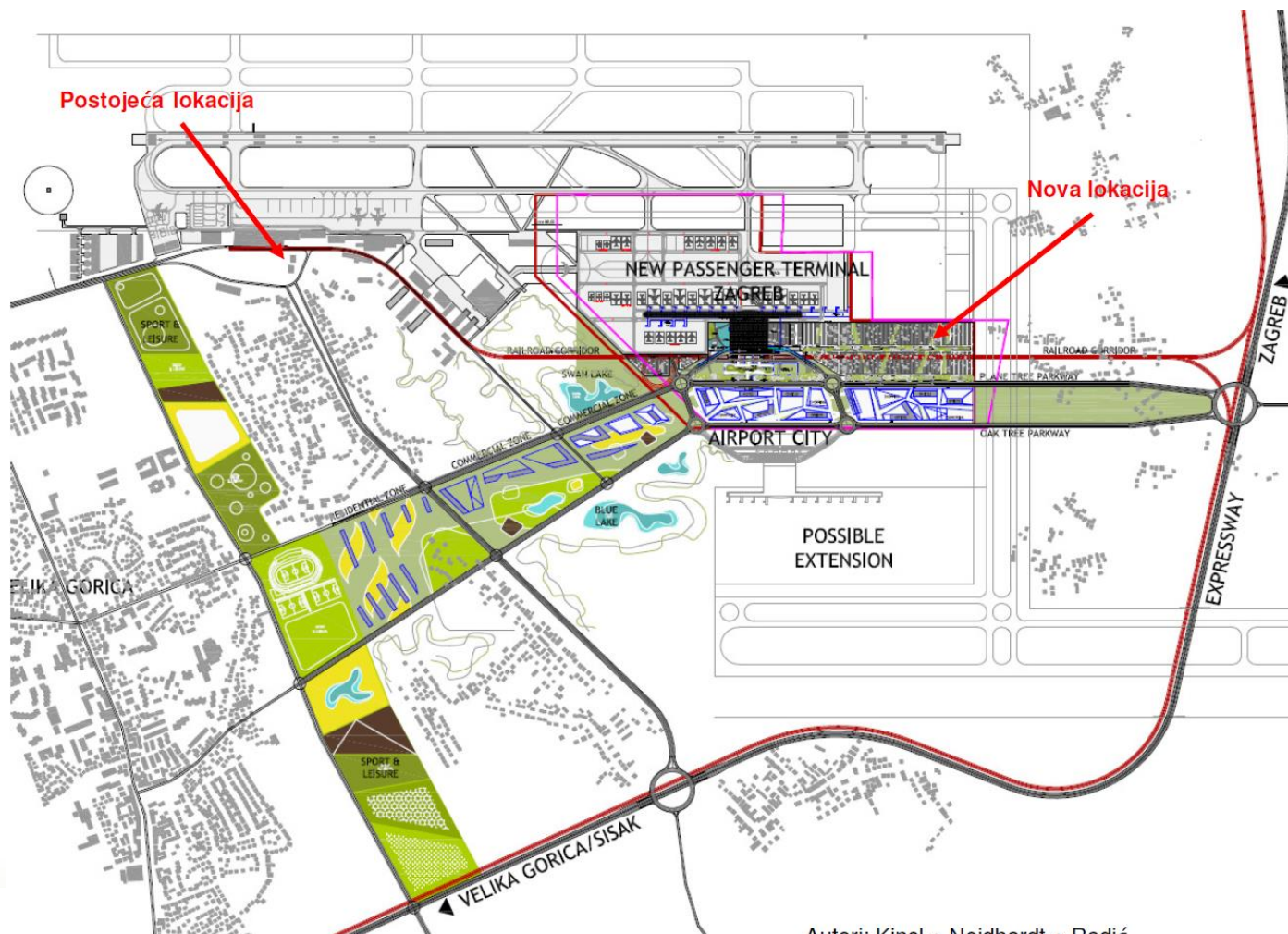
Zaha Hadid



Općenito o projektu (8)

- 1. koncesionar: francuski konzorcij ZAIC (Aerports de Paris, IFC, BBI, TAV Airports, Viadukt...)
- Operater/koncesionar: Međunarodna zračna luka Zagreb d.d.
- Trajanje koncesije: 30 godina
- Ukupna površina novog terminala: cca 65.000 m²
- Ukupna investicija: 331 mil. EUR
 - 243 mil. EUR dizajn i izgradnja
 - 88 mil. EUR održavanje aerodromske infrastrukture
- Glavni izvođač radova: BBI (Bouygues Batiment Inter.)

Zahvat u prostoru (1)



Autori: Kincl + Neidhardt + Radić

Zahvat u prostoru (2)



Prometni parametri

- Sadašnji kapacitet: cca 2 mil. putnika/godišnje
- Planirani kapacitet I faza: cca 5 mil. putnika/god.
- Planirani kapacitet II faza: cca 8 mil. putnika/god.
- Planirani poč. gradnje II faze: 2022. godina

Zaštita od požara – projektni tim

PROJEKT SUSTAVA ZAŠTITE OD DIMA / SMOKE PROTECTION SYSTEMS PROJECT

doc. dr. sc. Miodrag Drakulić, dipl.ing.stroj.

PROJEKT STABILNIH SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA / FIXED FIRE PROTECTION SYSTEMS

Branimir Cindori, dipl.ing.stroj.; Josip Deković, dipl.ing.stroj.;

Đuro Mak, dipl. ing. el.; Aleksandar Štetić, dipl. ing. el.

PROJEKT SUSTAVA VATRODOJAVE I PLINODOJAVE / FIRE AND GAS DETECTION SYSTEMS PROJECT

mr. sc. Mladen Lozica, dipl.ing.el.

STUDIJA PRIRODNOG ODIMLJAVANJA / STUDY OF NATURAL SMOKE MANAGEMENT

doc. dr. sc. Miodrag Drakulić, dipl.ing.stroj.

POŽARNI ZAPOVEDNI CENTAR – TEHN. ZAHTJEVI / FIRE COMMAND CENTER – TECHN. REQUIREMENTS

mr. sc. Mladen Lozica, dipl.ing.el.; Damir Brodar, dipl.ing.el.

PRORAČUN EVAKUACIJE / FIRE ESCAPE CALCULATION

Tončinić Goran, dipl.ing.arh.

ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA / FIRE PROTECTION ELABORATE

Tončinić Goran, dipl.ing.arh.

+ suradnici u različitim fazama projekta

(Tomislav i Krešimir Vučinić d.i.s., dr.sc. Dubravko Matijašević d.i.s., Damir Ruljančić i.s. i dr.)

Legislativni okvir (1)

ZAKON O ZAŠTITI OD POŽARA (NN 92/10)
FIRE PROTECTION ACT (NN 92/10)

DOMAĆA REGULATIVA / DOMESTIC REGULATIONS

...

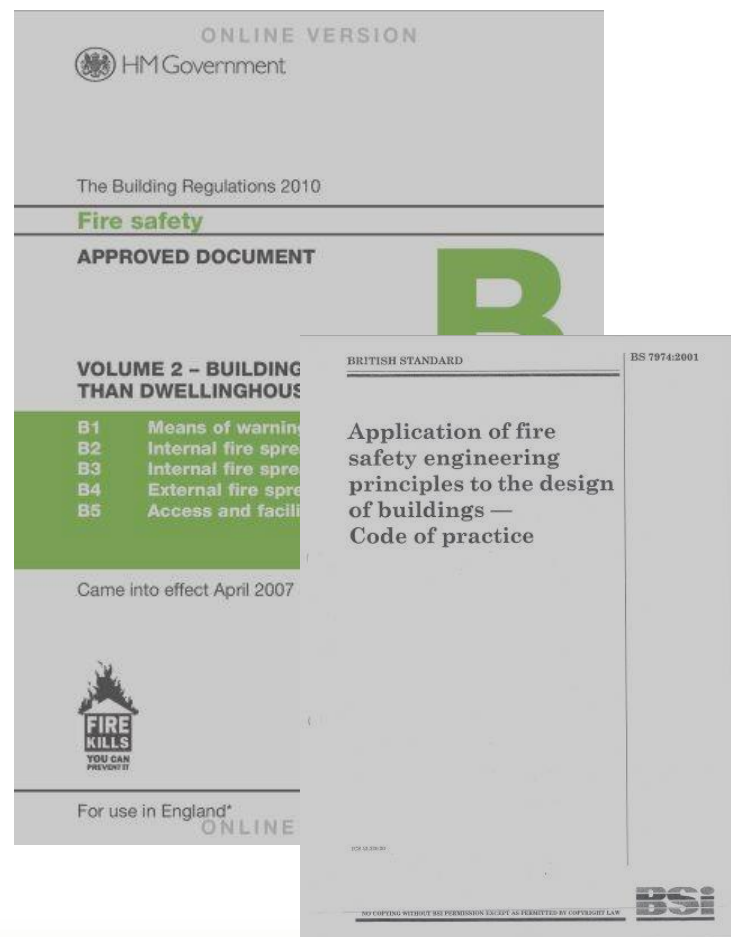
PRIZNATA PRAVILA TEHNIČKE PRAKSE / RECOGNIZED RULES OF ENGINEERING PRACTICE

...

PRIZNATE METODE PRORAČUNA I MODELA / RECOGNIZED CALCULATION METHODS AND MODELS

Legislativni okvir (2)

- Karakteritika ovog projekta je primjena inozemne tehničke regulative, kao priznatih pravila tehničke prakse.
- Po prvi puta primjena Britanskih standarda iz područja zaštite od požara, po zahtjevu Koncesionara i uz suglasnost nadležnog ministarstva (Ministarstvo unutarnjih poslova).
- Za projektiranje ukrcajnih avio mostova i odvodnju avio stajanki korištena je američka regulativa NFPA 415.



Koncept zaštite od požara (1)

- Temelji se na uravnoteženoj kombinaciji **pasivnih** i **aktivnih** mjera zaštite od požara
- **Pasivne mjere**: predstavljaju građevinsko-arhitektonske mjere koje se temelje na požarnom i dimnom sektoriranju građevine, upotrebi negorivih i teško gorivih materijala, spriječavanju prijenosa požara po fasadi i sl. → TRAJNO PRISUTNE!
- **Aktivne mjere**: predstavljaju korištenje tehničkih sustava koji participiraju u slučaju požara, kao što je sustav za dojavu požara, sustav za odvođenje dima i topline, sustav nadtlačne ventilacije vatrogasnih stubišta, sprinkler instalacija, sustav gašenja inertnim plinom i sl. → AKTIVACIJA U SLUČAJU POŽARA!

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Vatrogasne vertikale (1)

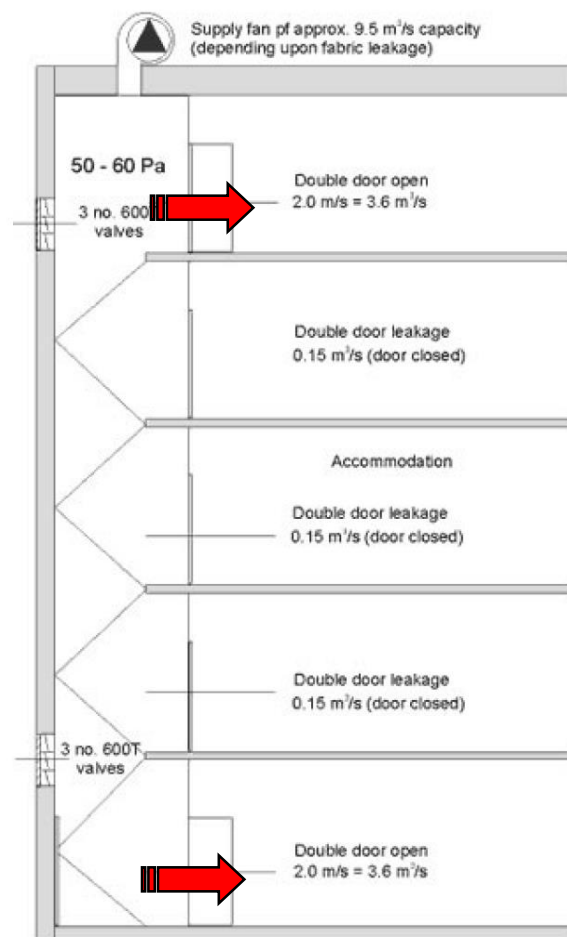
- Građevina je opremljena sa 4 vatrogasne vertikale (evakuacijska stubišta) za pristup vatrogasaca i evakuaciju korisnika građevine.
- Sve vatrogasne vertikale se u slučaju požara automatski stavljaju u režim nadtladne ventilacije koja omogućava postizanje nadtlaka od **50 Pa (60 Pa)** u štićenim prostorima i onemogućava infiltraciju dima iz prostora koji su ugroženi vatrom i dimom.
- Prilikom otvaranja vrata, koja graniče sa okolnim prostorima, uspostavlja se brzina strujanja zraka kroz poprečni presjek vrata od minimalno **2 m/s**, te tako spriječava ulazak dima u vatrogasne vertikale (stubišta).

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Vatrogasne vertikale (2)

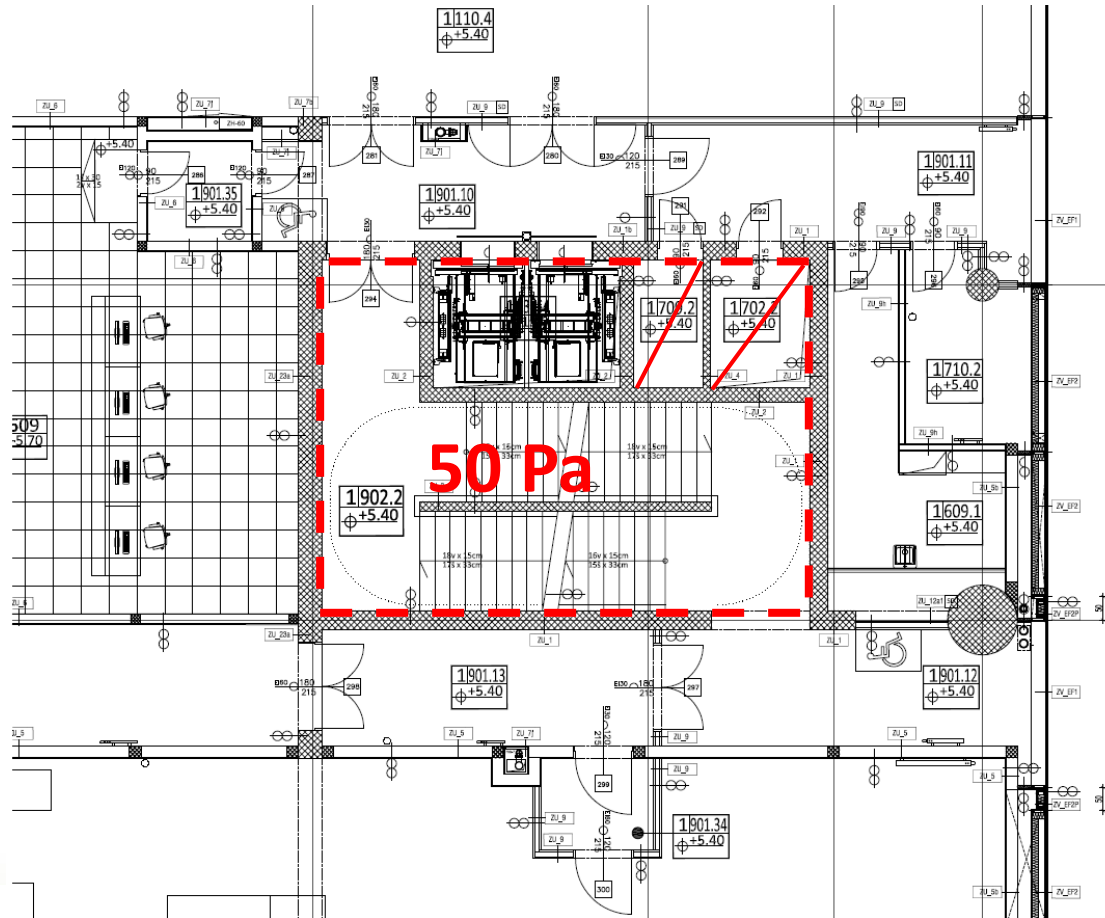
Prema **BS EN 12101-6** propisuju se kriteriji zaštite vatrogasnih vertikala:

1. kriterij: nadtlak 50 – 60 Pa
2. kriterija: brzina zraka kroz poprečni presjek vrata 2 m/s



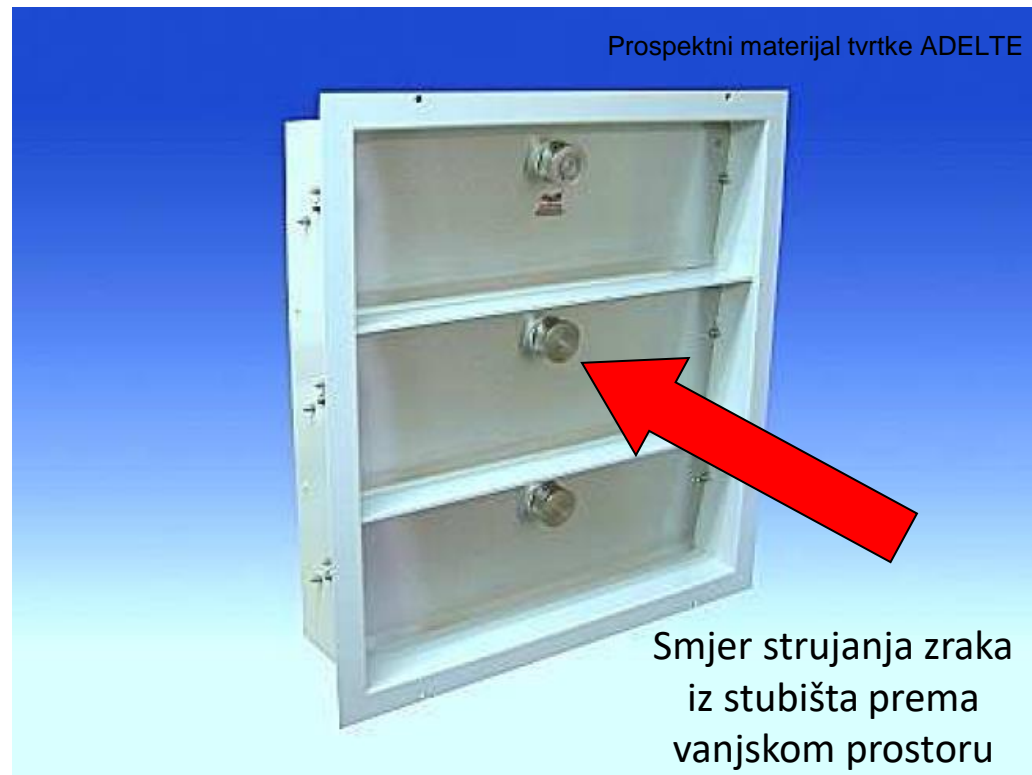
Karakteristična rješenja zaštite od požara

Vatrogasne vertikale (3)



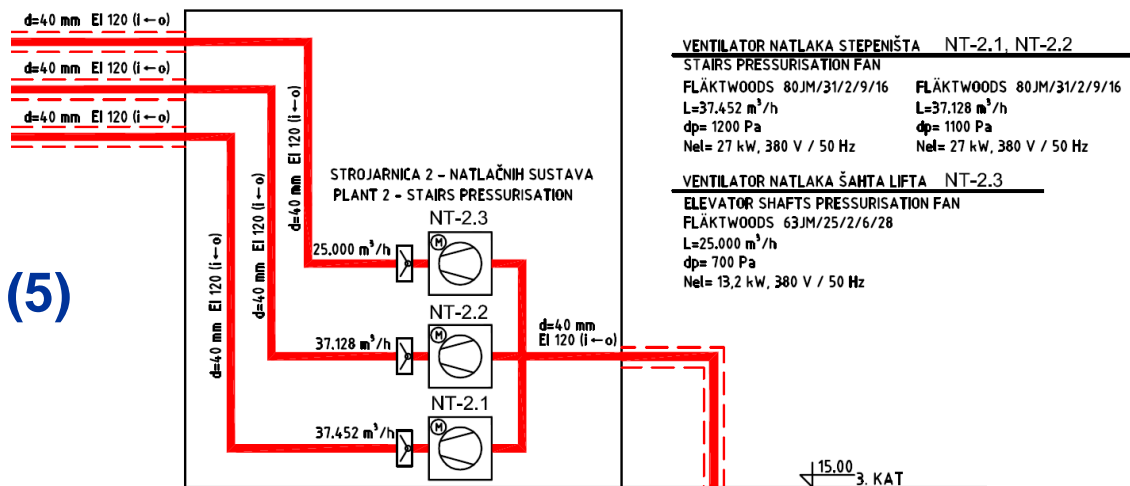
Karakteristična rješenja zaštite od požara

Vatrogasne vertikale (4)



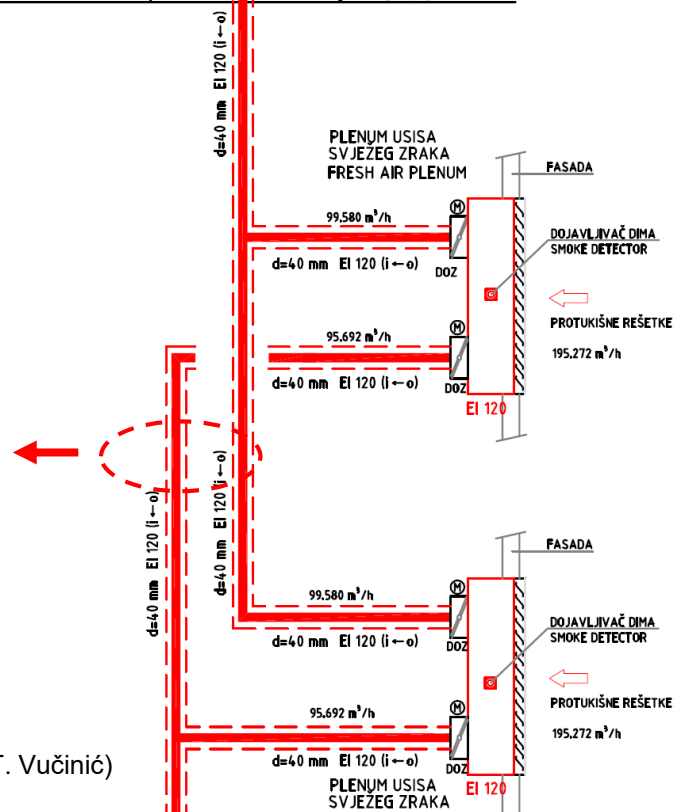
Ventil za kontrolu nadtlaka u vatrogasnim stubištima

Vatrogasne vertikale (5)



Usisni zračni vatrootporni kanali za nadtlaknu ventilaciju vatrogasno-evakuacijskih stubišta

(dr. M. Drakulić/T. Vučinić)



Karakteristična rješenja zaštite od požara

Vatrogasne vertikale (6)



Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (1)

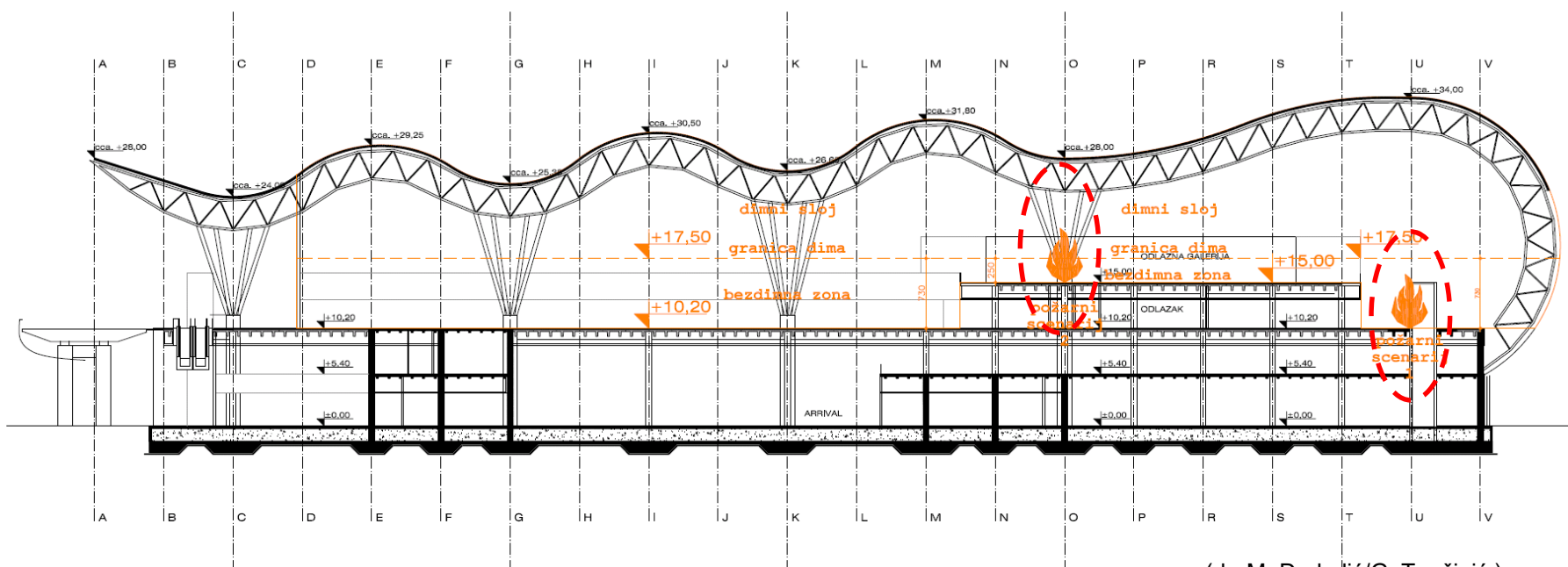
- Konceptcija sustava odimljavanja temelji se na dva različita projektantska pristupa:
 - **Zadržavanju dima u dimnom bazenu odlaznog halla**
Radi se o voluminoznom prostoru, koji služi kao rezervoar dima (dimni bazen), a rizik nastanka požara kao i požarna snaga su relativno mali (požarno “sterilni” prostor).
 - **Mehaničkom odimljavanju u prodajnim (komercijalnim) prostorima**
Radi se o malim prostorima, koji imaju znatno veći rizik nastanka požara, kao i veću požarnu snagu. Zbog toga se dim iz ovih prostora odsisava sustavom mehaničkog odimljavanja.

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (2)

ODLAZNI HALL:

Strategija prirodnog punjenja dimnog bazena



(dr. M. Drakulić/G. Tončinić)

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (3)

- Potrebno je dokazati da je raspoloživo vrijeme evakuacije (**ASET** – Available Safe Escape Time) veće od potrebnog vremena evakuacije (**RSET** – Required Safe Escape Time)

OSNOVNI ZAHTJEV / BASIC REQUIREMENT

$$t_{\text{ASET}} > t_{\text{RSET}}$$

Karakteristična rješenja zaštite od požara

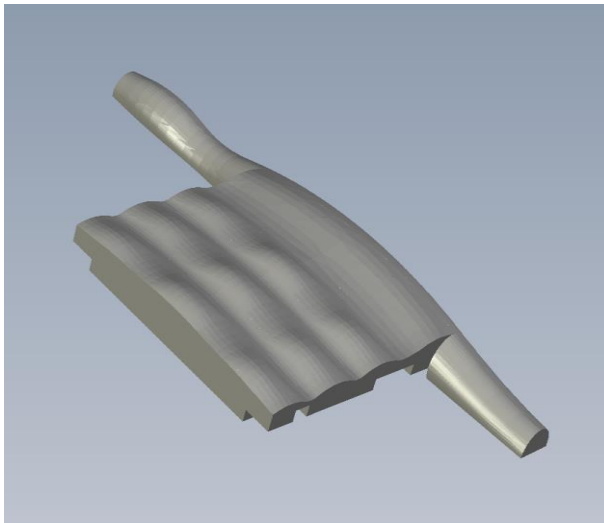
Sustav odimljavanja (4)

- **RASPOLOŽIVO VRIJEME EVAKUACIJE** proizlazi iz zahtjeva da se dim ne spusti **niže od 2 m** iznad najviše točke na kojoj borave korisnici prostora, u konkretnom slučaju to je **+17.50 m**.
- Numeričkim modeliranjem u programu OpenFOAM[®] obavljena je CFD simulacija generiranja i širenja dima unutar prostora odlaznog halla.
- Temeljem rezultata CFD modeliranja određeno je vrijeme unutar kojeg se granica dima nalazi iznad granične zone od + 17.50 m.

Karakteristična rješenja zaštite od požara

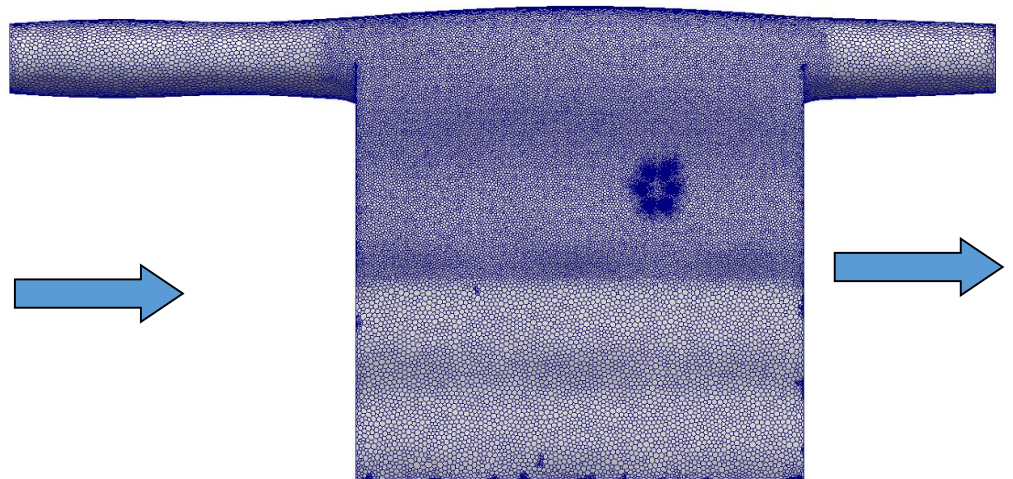
Sustav odimljavanja (5)

Generički prikaza postupka CFD modeliranja:



3D model u SolidWorksu®

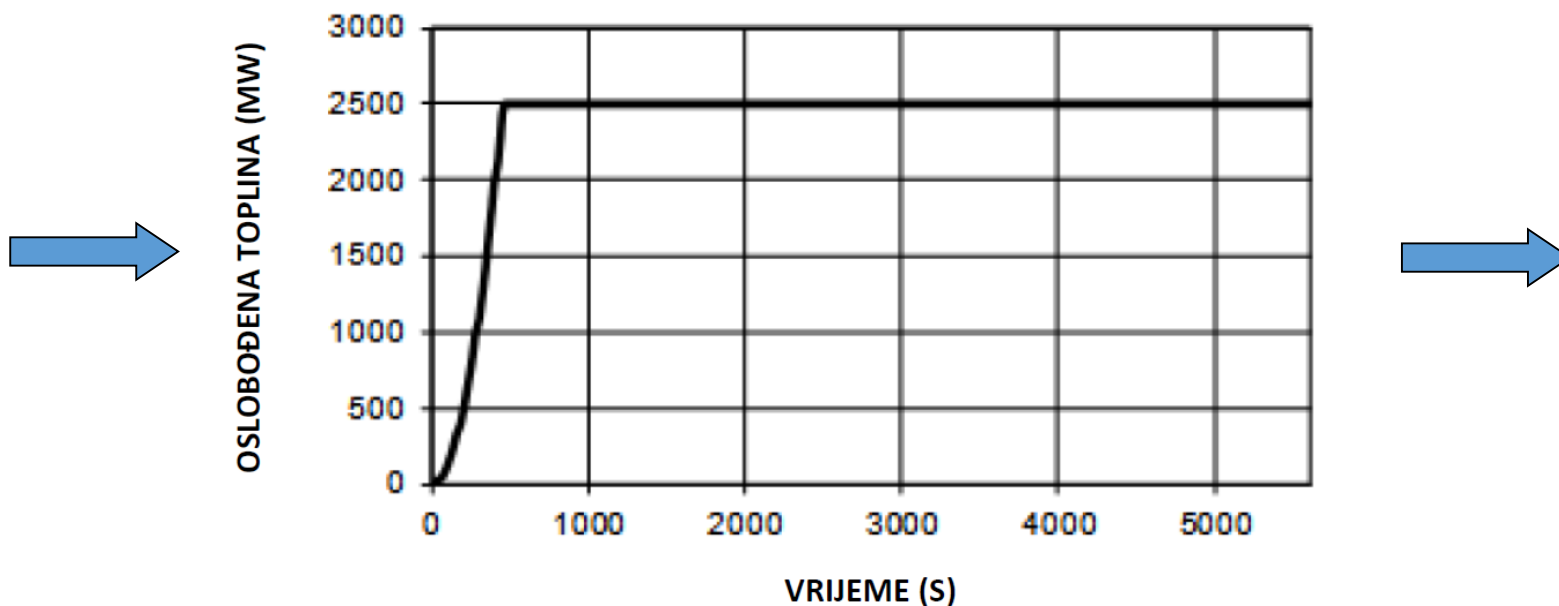
(D. Ruljančić)



Numerička mreža

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (6)

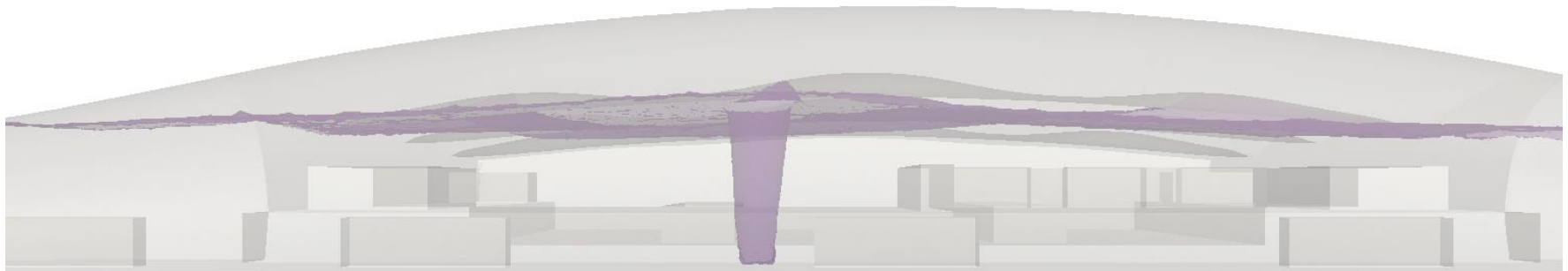


OSLOBOĐENA TOPLINA POŽARA U VREMENU (MAX. HRR=2,50 MW)
HEAT RELEASE IN TIME (MAX. HRR=2,50 MW)

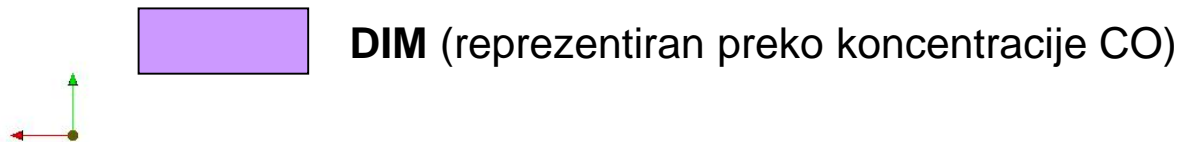
Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (7)

Rezultat CFD modeliranja širenja dima (3D prikaz)



OpenFOAM® (dr. D.Matijašević/dr. M.Drakulić)



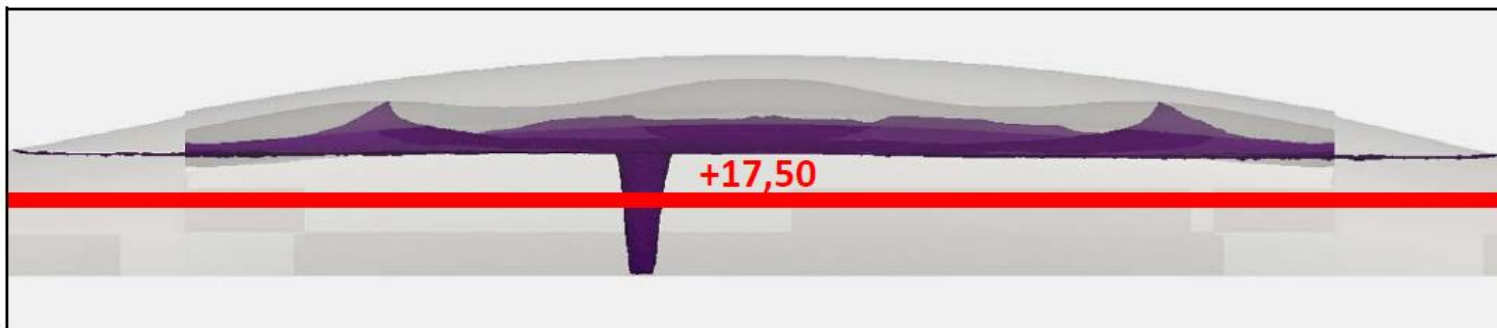
Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (8)

ODLAZNI HALL – POŽARNI SCENARIJ 1 / DEPARTURE HALL – FIRE SCENARIO 1



T = 3500 sek.

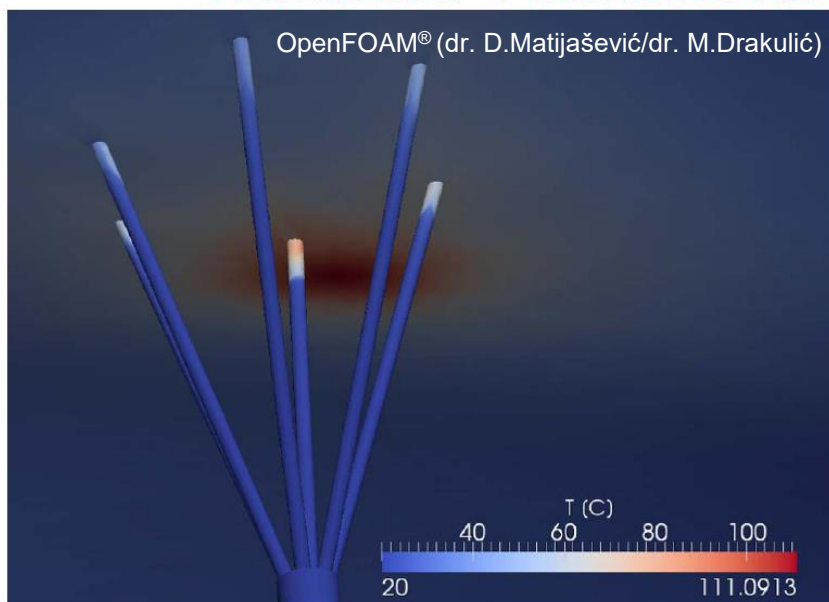


T = 4000 sek. OpenFOAM® (dr.sc. D.Matijašević/dr.sc. M.Drakulić)

Karakteristična rješenja zaštite od požara

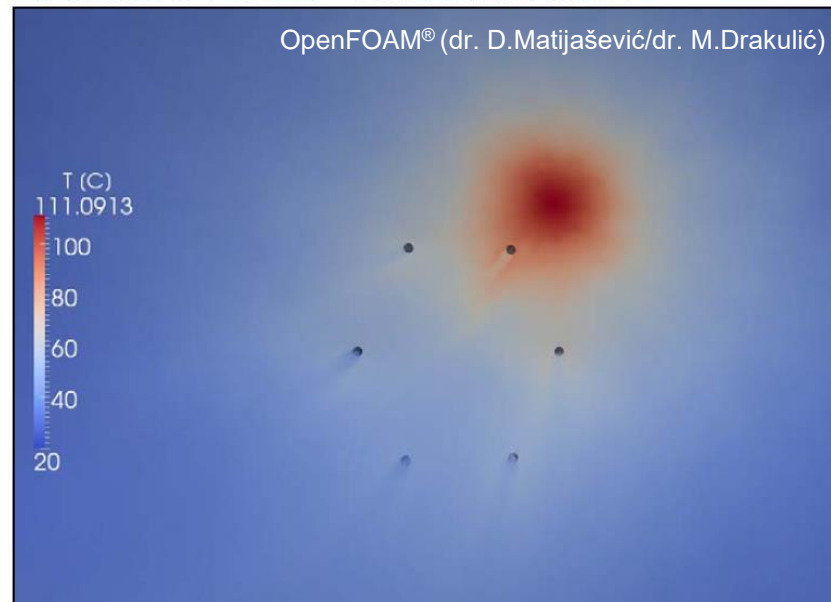
Sustav odimljavanja (9)

ODLAZNI HALL – POŽARNI SCENARIJ 2 / DEPARTURE HALL – FIRE SCENARIO 2



TEMPERATURA POLJA / TEMPERATURE FIELDS

U PODRUČJU KROVA / ROOF AREA
MAX. 120 °C



U PODRUČJU STUPA / COLUMN AREA
MAX. 100 °C

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (10)

Zaključci temeljem numeričkog modeliranja razvoja požara i dima:

ASET - RASPOLOŽIVO VRIJEME ZA SIGURNU EVAKUACIJU / ASET - AVAILABLE SAFE ESCAPE TIME

$$t_{ASET} > 66,7 \text{ min.}$$

RSET - VRIJEME POTREBNO ZA SIGURNU EVAKUACIJU / RSET - REQUIRED SAFE ESCAPE TIME

$$t_{RSET} = 18,9 \text{ min.}$$

MARGINA SIGURNOSTI / SAFETY MARGIN

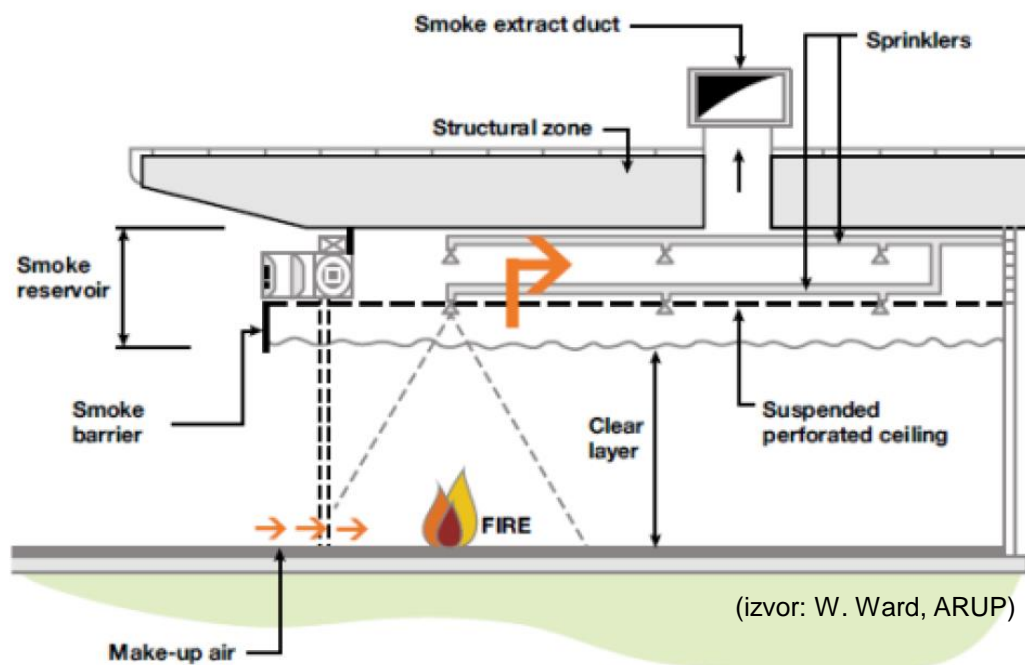
$$t_{ASET} > 3,5 \times t_{RSET}$$

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (11)

PRODAJNI PROSTORI:

Mehaničko odvođenje dima i topline, sustavi OD-1 i OD-2 + sprinkler



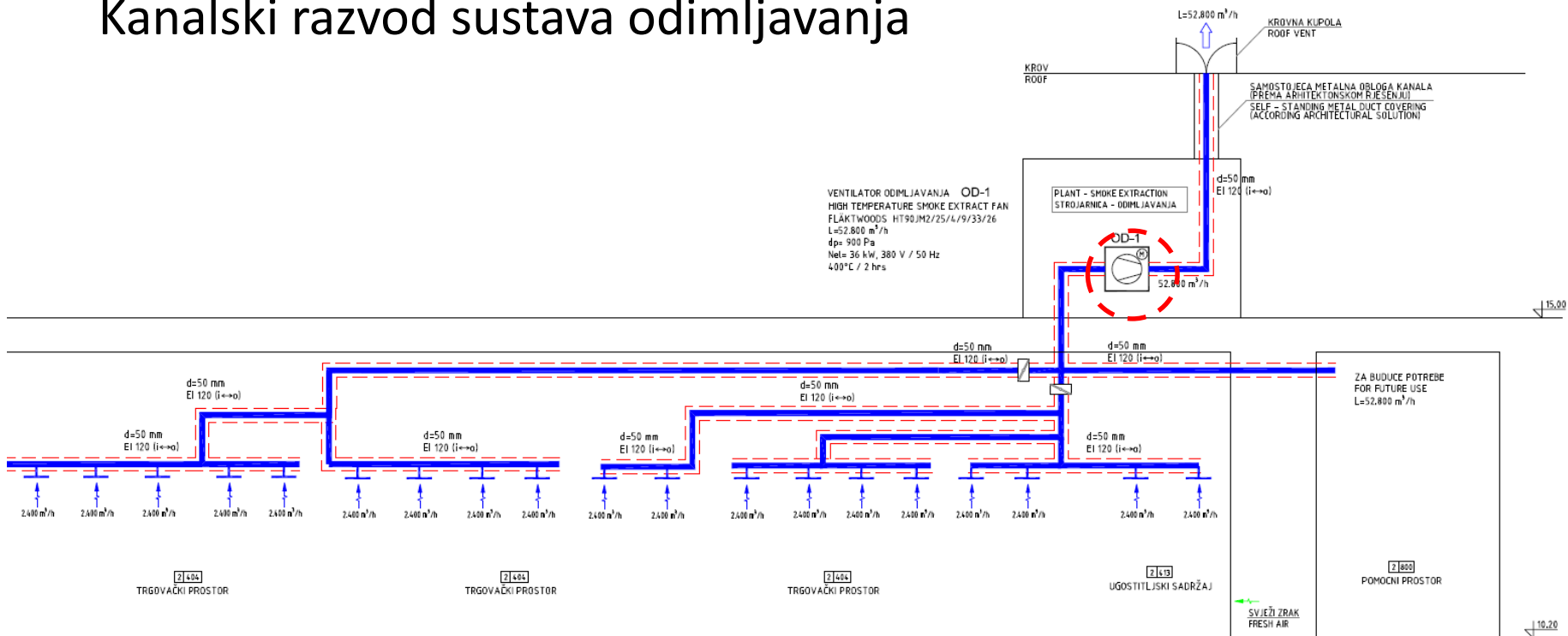
Kabinski koncept

(odvojiti visokorizične prostorije od okolnog prostora)

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (12)

Kanalski razvod sustava odimljavanja



(dr.sc. M.Drakulić/T. Vučinić)

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Sustav odimljavanja (13)



Dvostupanjski aksijalni ventilator sustava za odimljavanje,
HT 400°C, 120 minuta

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Nadtlačna ventilacija avio mostova (1)

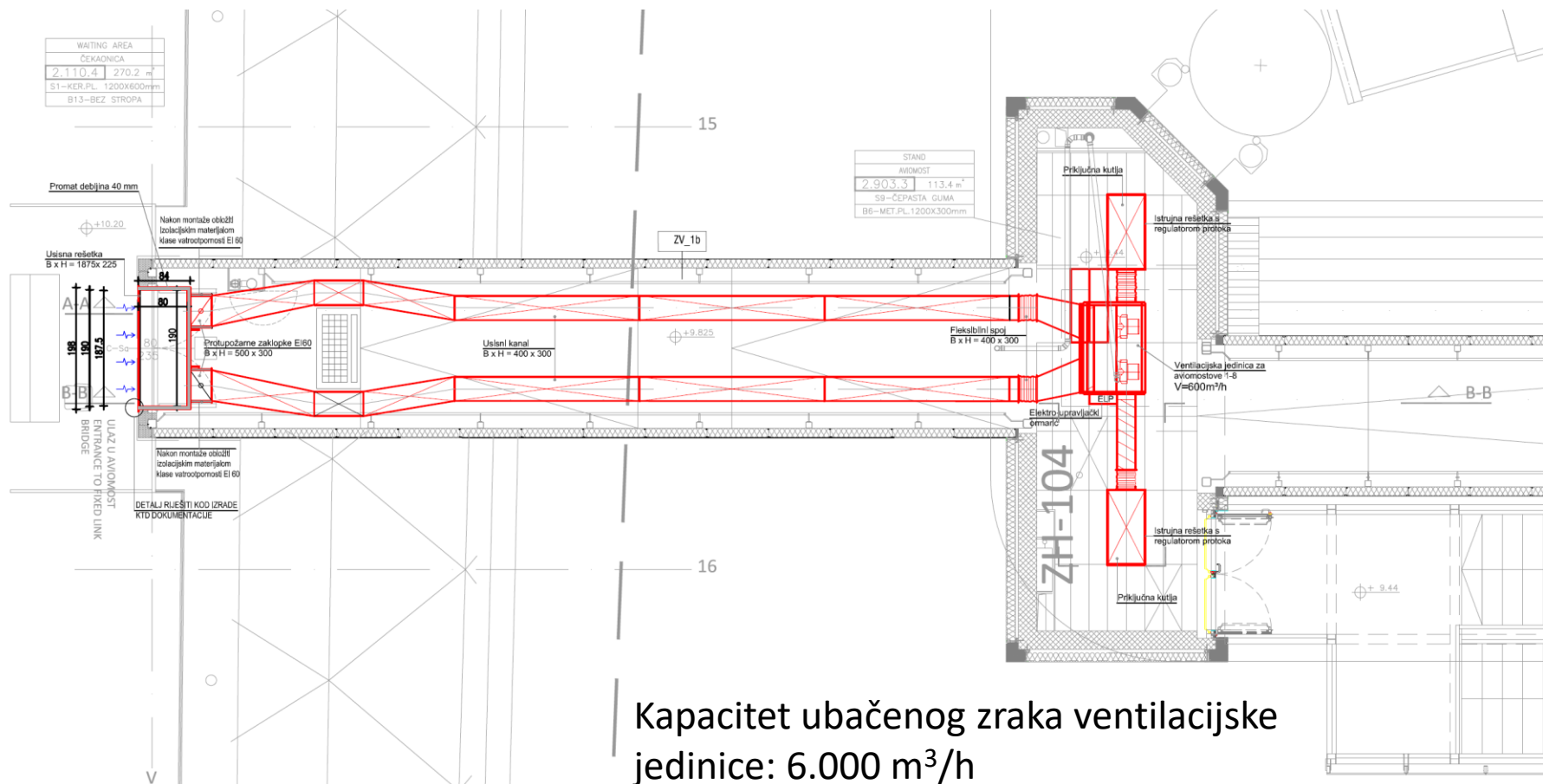
Zahtjev prema **NFPA 415**:

- 1. Osigurati nadtlak u prostoru aviomosta, nije definiran iznos. Teoretski ≥ 0 Pa!
- 2. Osigurati integritet i mehaničku stabilnost mosta u trajanju od min. 5 minuta!

Obratiti pažnju da se aviomostovi ne tretiraju kao dio građevine (putničkog terminala). To omogućuje primjenu različite regulative (BS i NFPA).

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Nadtlačna ventilacija avio mostova (2)



Kapacitet ubačenog zraka ventilacijske jedinice: 6.000 m³/h

(dr.sc. M.Drakulić)

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Nadtlačna ventilacija avio mostova (3)



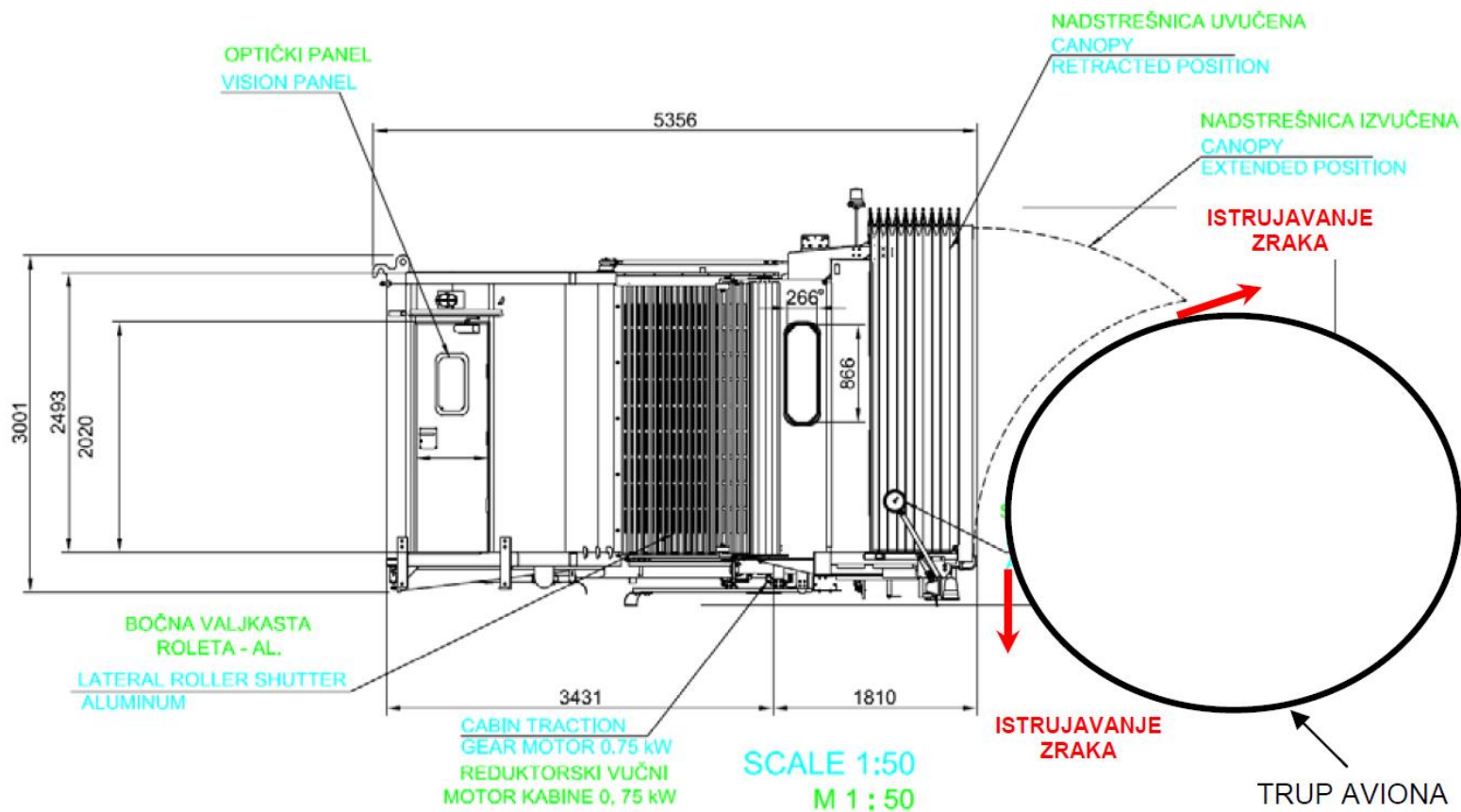
Bankok International Airport, 2001



Prospektni materijal tvrtke ADELTE

Karakteristična rješenja zaštite od požara

Nadtlačna ventilacija avio mostova (4)



(dr.sc. M.Drakulić)



ZAHVALJUJEM NA PAŽNJI!

miodrag.drakulic@ctp-projekt.hr