



**I Z S**

INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

**SPREMINJAMO  
GRADBENO  
KULTURO**

# Načrtovanje požarne varnosti glede na zahteve Pravilnika o požarni varnosti v stavbah s poudarkom na izdelavi koncepta požarne varnosti ter uporabi inženirskih metod

Aleš Jug

# Pravna podlaga

Pravilnik o požarni varnosti v stavbah  
Uradni list RS, št. 14/2007

## 8. člen

»(1) Pri projektiranju in gradnji stavb se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici iz prejšnjega člena, uporabiti:

- ukrepi iz drugih standardov, tehničnih smernic, tehničnih specifikacij, kodeksov uveljavljenega ravnanja ali drugih dokumentov, ki določajo požarnovarnostne ukrepe v smislu tega pravilnika ali

- ukrepi, ki temeljijo na izračunih v okviru metod požarnega inženirstva.

(2) Ukrepi iz prejšnjega odstavka pomenijo uporabo zadnjega stanja gradbene tehnike, v skladu v zakonom o graditvi objektov. S projektiranjem po zadnjem stanju gradbene tehnike je treba zagotoviti vsaj enako stopnjo varnosti pred požarom, kot s projektiranjem po tehnični smernici iz prejšnjega člena.«.

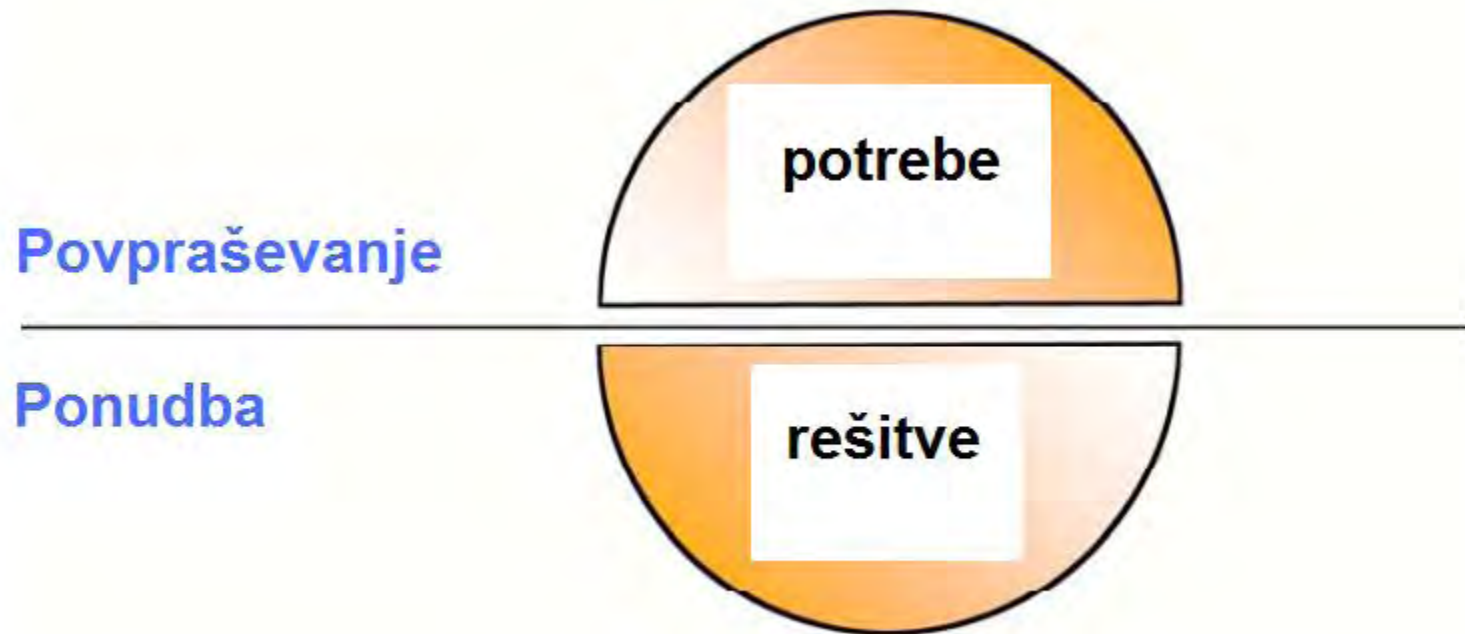
# Uporaba metod požarnega inženirstva - performančno načrtovanje požarne varnosti – kaj je to?

SPREMINJAMO  
GRADBENO  
KULTURO



- Načrtovanje ukrepov požarne varnosti, ki temelji na uporabi inženirskih in znanstvenih načel pri varovanju ljudi, premoženja in okolja pred požarom.

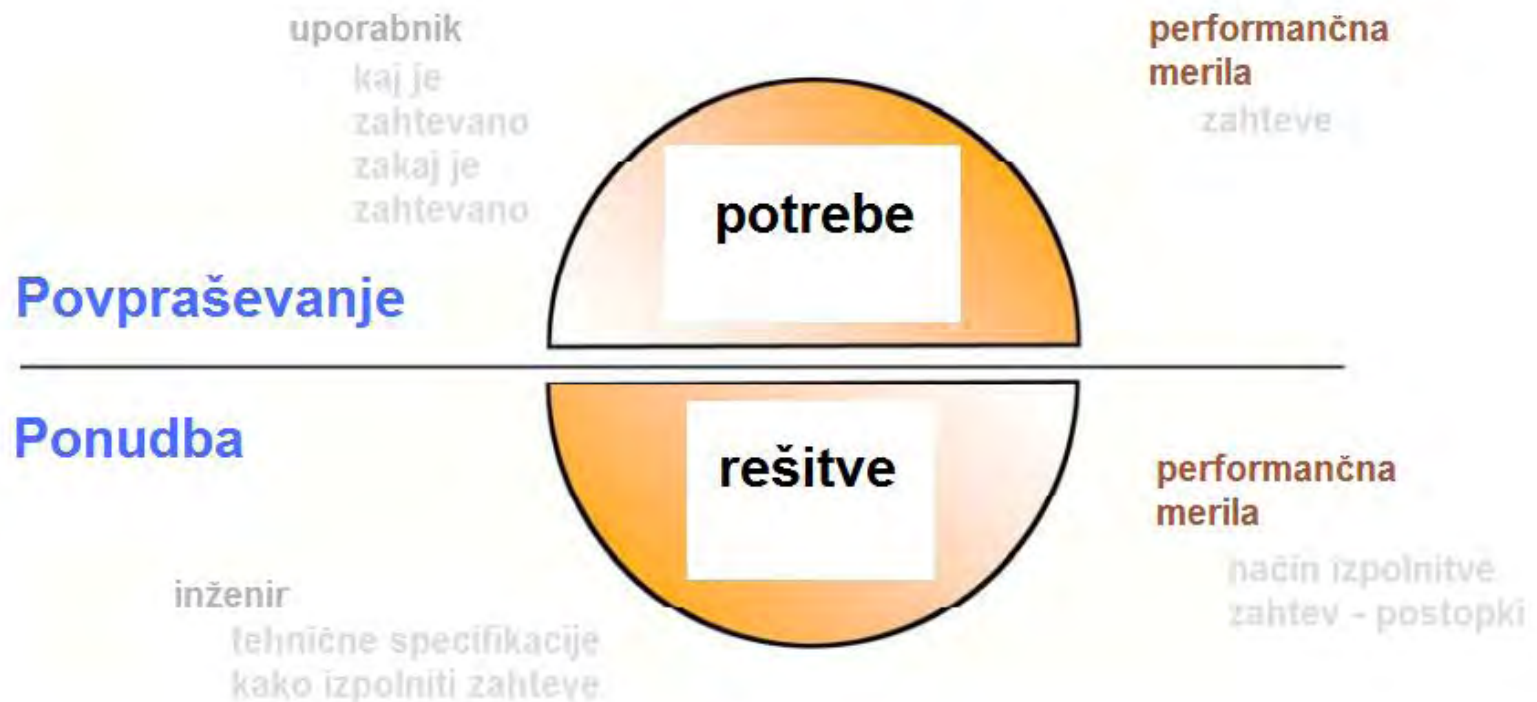
# Uporaba metod požarnega inženirstva



# Uporaba metod požarnega inženirstva



# Uporaba metod požarnega inženirstva



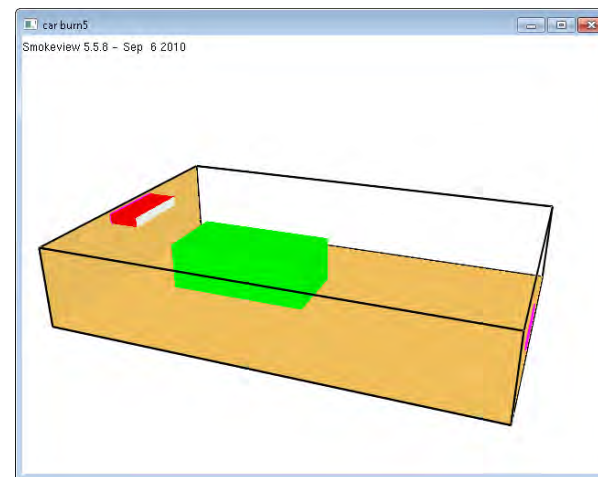
# Predpisujoče : performančno načrtovanje PV

- **Predpisujoče načrtovanje** požarne varnosti temelji na upoštevanju minimalnih/maksimalnih zahtev, ki jih narekujejo zakoni, predpisi in standardi/smernice.
- **Performančno načrtovanje** povezuje z metodami požarnovarnostnega inženirstva cilje, kot so:
  - a) zagotoviti varnost ljudi (stanovalci, zaposleni, gasilci),
  - b) preprečiti škodo na premoženju (konstrukcija stavbe, vsebina, oprema),
  - c) zagotoviti neprekinjen delovni proces,
  - d) omejiti vplive na okolje.

Način performančnega načrtovanja PV obravnava cilje celovito.

# Razlogi za uvedbo načrtovanja PV z uporabo inženirskih metod - 1

- Vedno več zanesljivih (preizkušenih) in dostopnih inženirskih orodij:
  - računske metode,
  - modeli con,
  - modeli polja.





# Razlogi za uvedbo načrtovanja PV z uporabo inženirskih metod - 2

- **Alternativa predpisujočemu načrtovanju** (zahtevnejši in nestandardni objekti)
- **Veliko boljše razumevanje požarnega tveganja** v načrtovanem objektu in možnosti ovrednotenja različnih rešitev za zagotavljanje požarne varnosti.

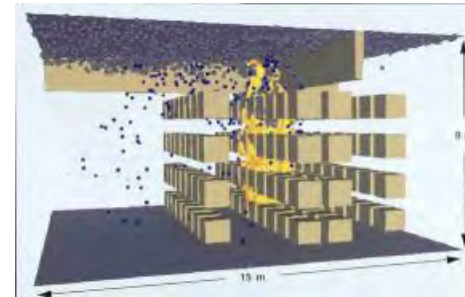
# Glavne prednosti načrtovanja PV s pomočjo inženirskih metod

- Prilagodljivost objektu
- Stroškovna učinkovitost
- Spodbujanje kreativnosti in iskanj novih idej

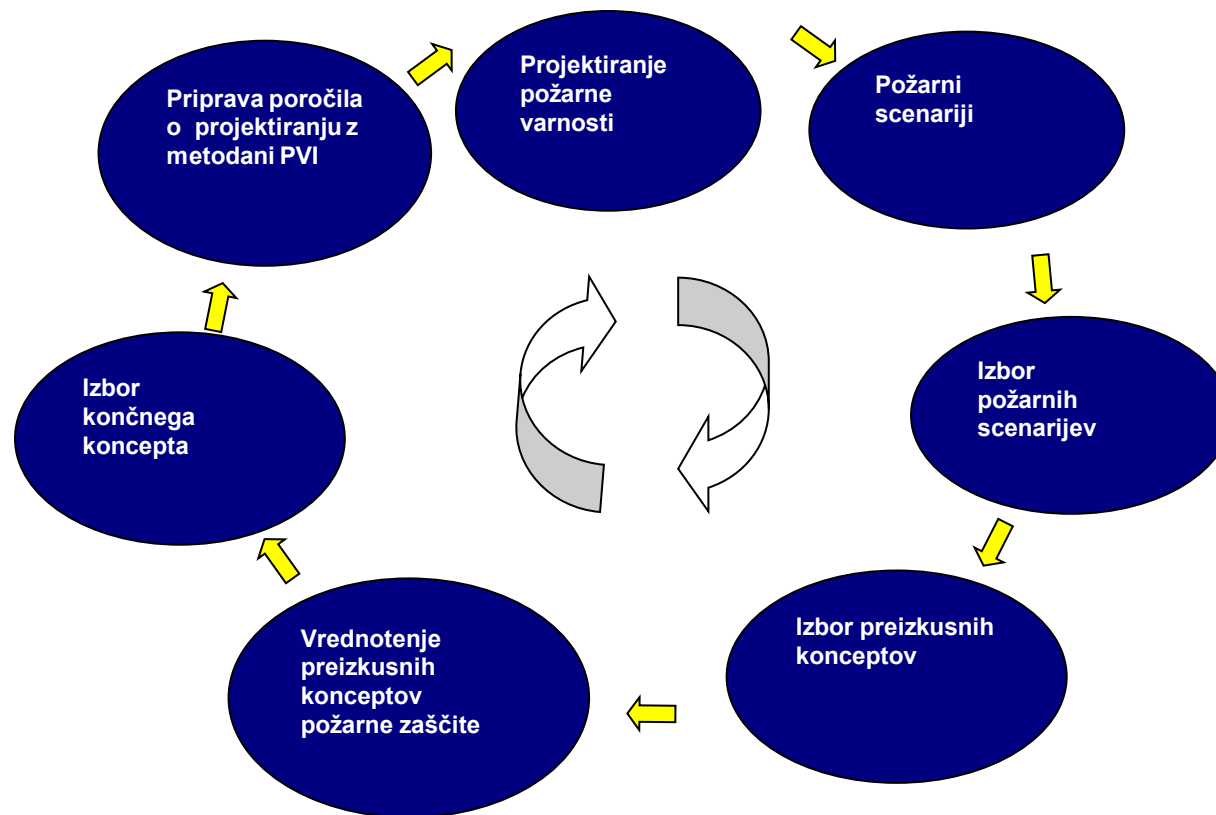


# Glavne prednosti načrtovanja PV s pomočjo inženirskih metod

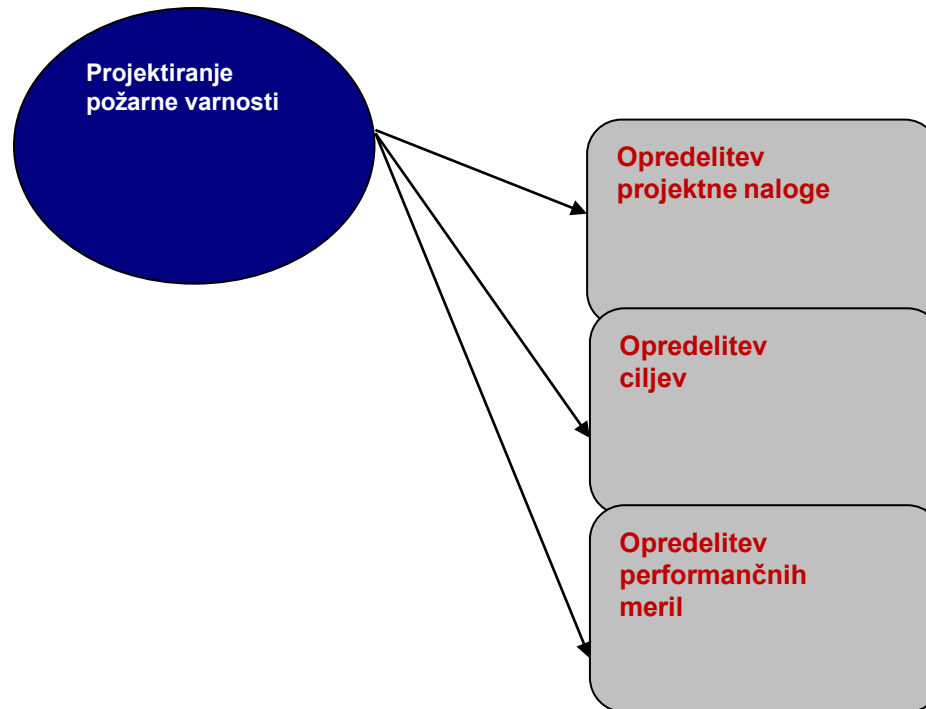
- Načrtovanje ukrepov PV temelji na inženirskih metodah in ne na predpisujočih ukrepih, tlorisih itd.
- Omogočena je uporaba novih znanstveno raziskovalnih izsledkov



# Izdelava koncepta za projektiranje požarne varnosti z inženirskimi metodami



# Izdelava koncepta za projektiranje požarne varnosti z inženirskimi metodami



# Performančna merila

Performančna merila so vrednosti, ki pripomorejo k oblikovanju in končnem ovrednotenju poskusnih požarnih scenarijev. Vezana so na že postavljene cilje. Merila morajo biti natančno določena in merljiva. Nanašajo se lahko npr. na gostoto toplotnega sevanja, ki ga požar predstavlja v  $\text{kW/m}^2$ , temperaturo požaru izpostavljene stene, koncentracijo škodljivih plinov, ki nastajajo kot produkt gorenja itd.

## Primeri performančnih meril so lahko:

- Temperatura pod stropom, kjer je požar ne sme preseči  $300^{\circ}\text{C}$ .
- Vidljivost na evakuacijskih poteh ne sme pasti pod 5 m.
- Temperatura na nezavarovanem jeklenem nosilcu ne sme preseči  $500^{\circ}\text{C}$ .
- Višina sloja dima ne sme biti manjša od 2 m, merjeno od tal.

# Performančna merila

<b>Criteria</b>	<b>Condition</b>	<b>Condition with safety factor</b>
Radiation	< 20 [kW/m <sup>2</sup> ]	< 10 [kW/m <sup>2</sup> ]
Oxygen Concentration	> 12 Vol.-%	> 14 Vol.-%
Carbon dioxide Concentration	< 6 Vol.-%	< 5 Vol.-%
Carbon monoxide Concentration	< 1400 ppm	< 700 ppm
Smoke interface height	> 1.50 m	> 1.80 m
Minimal visibility	> 10 m	> 20 m
Temperature upper layer (property)	< 600 °C	< 300 °C
Temperature upper layer (people)	< 65 °C	< 50 °C

# Izdelava koncepta za projektiranje požarne varnosti z inženirskimi metodami

Požarnovarnostni cilj	Cilj projektiranja	Performančna merila
Uporabniki lahko zapustijo stavbo s sprejemljivo varnostjo	Razmere na evakuacijskih poteh ostanejo vzdržne, dokler niso vsi uporabniki evakuirani	Zagotoviti, da ostane plast dima > 2,5 m nad tlemi in pri < 200 °C do konca evakuacije
Vsaj ena od dveh stavb ostane v obratovanju	Zagotoviti, da toplota sevanja ne poškoduje znatno sosednje stavbe	Zagotoviti, da je vpadna toplota sevanja na strehi ali stenah sosednje stavbe < 10 kW/m <sup>2</sup>
	Zagotoviti, da zunanjih oblog ne vnamejo goreči ogorki	Zagotoviti, da je zunanja obloga odporna proti pilotnemu vžigu pri ravneh sevanja ≤ 10 kW/m <sup>2</sup>



# Računalniški programi pri načrtovanju požarne varnosti z inženirskimi metodami

Prim.: širjenje požara v sobi nastanka v splošnem opisujeta dve vrsti inženirskih modelov:

- verjetnostni modeli,
- deterministični modeli.

# Verjetnostni modeli

Uporaba verjetnostnih modelov je pogosto povezana z uporabo determinističnih modelov. Vhodne spremenljivke determinističnih modelov so pogosto statistično nezanesljive in tukaj nastopajo verjetnostni modeli. Na področju požarnega inženirstva so na splošno v rabi tri vrste verjetnostnih modelov:

- mrežni modeli,
- statistično modeliranje,
- simulacijski modeli.

# Verjetnostni modeli

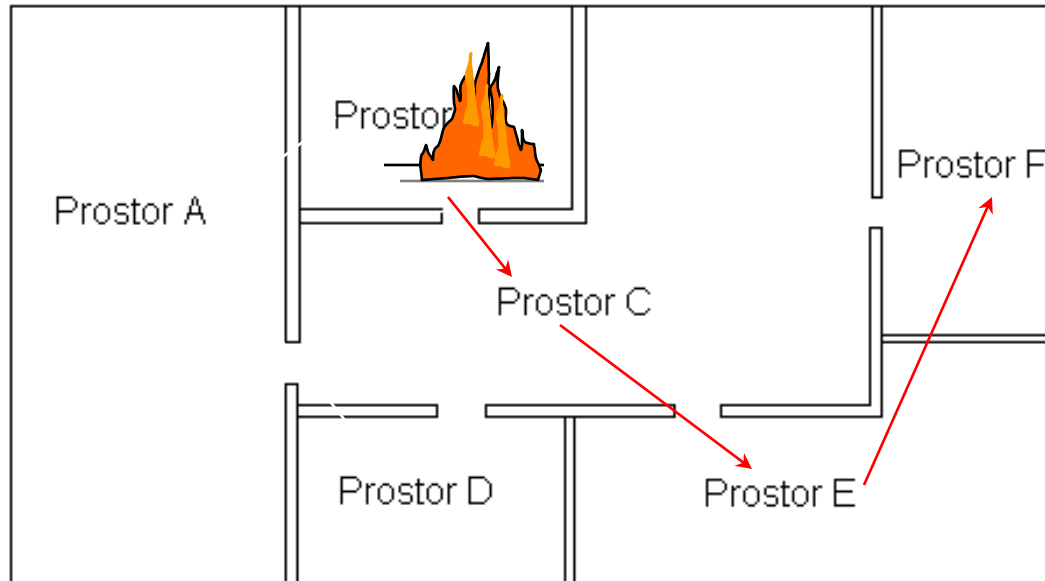
- Ovrednotenje podatkov o predhodnih dogodkih, izkušnjah, zanesljivosti itd. s pomočjo statističnih orodij.
- Kompleksne in pogosto dolgotrajne metode, ki v večini primerov narekujejo uporabo računalniškega modeliranja.

# Verjetnostni modeli

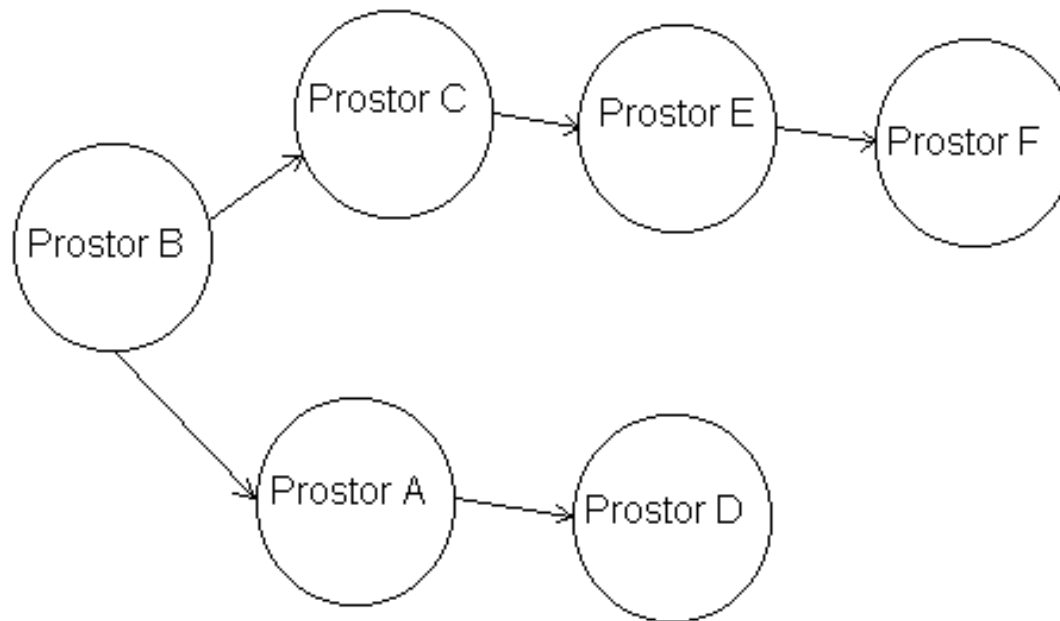
Uporabnik lahko z uporabo postopka v celoti in v numerični obliki izračuna, kakšne so verjetnosti za:

- nastanek požara,
- uspešno gašenje požara z avtomatskimi stabilnimi napravami za gašenje,
- odkrivanje in javljanje požara,
- uspešno gasilsko intervencijo,
- širjenje požara po objektu ter
- nastanek in razvoj dima po objektu.

# Verjetnostni modeli



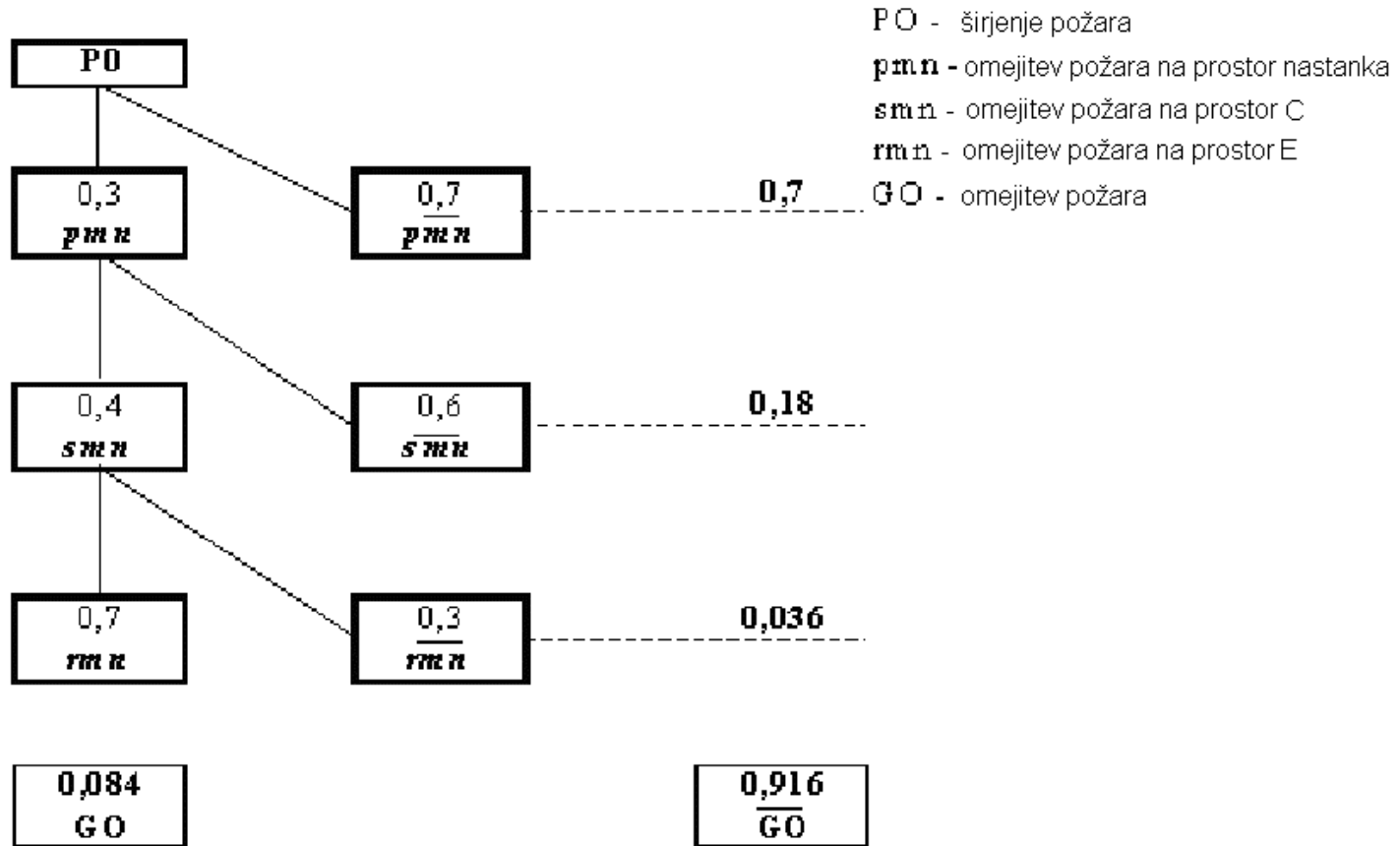
# Verjetnostni modeli



# Verjetnostni modeli



# Verjetnostni modeli





# Deterministični modeli

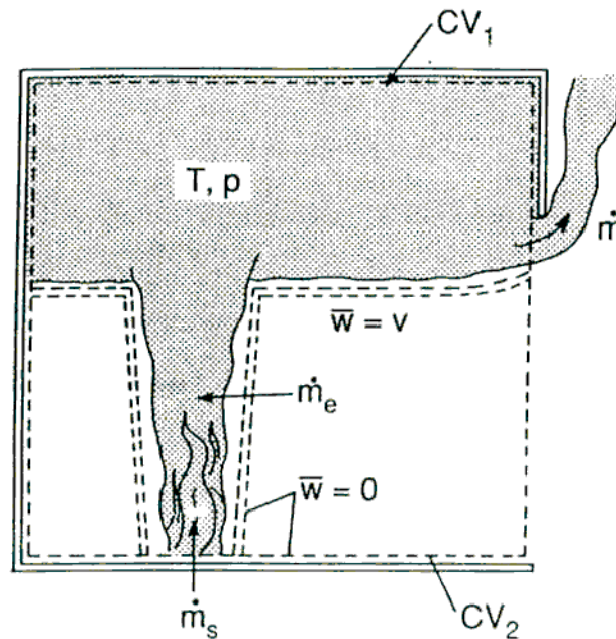
Deterministični modeli se v osnovi lahko delijo na štiri modele:

- modeli con,
- modeli polja,
- pomožni modeli,
- računski modeli.

# Modeli con

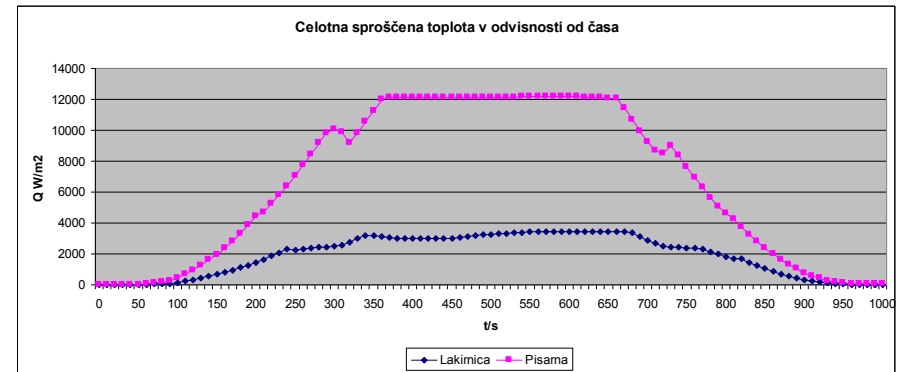
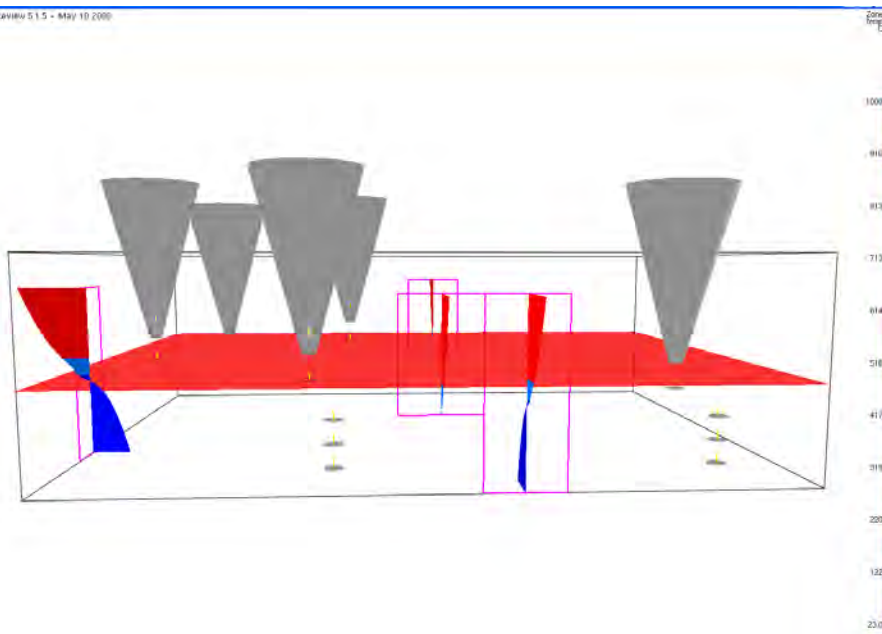
- Pri **modelu con** se požarno okolje izračunava z razdelitvijo vsakega požarnega sektorja na dve homogeni coni.

- 



# Modeli con

Standardi 5.1.5 - MSJ 10 2000

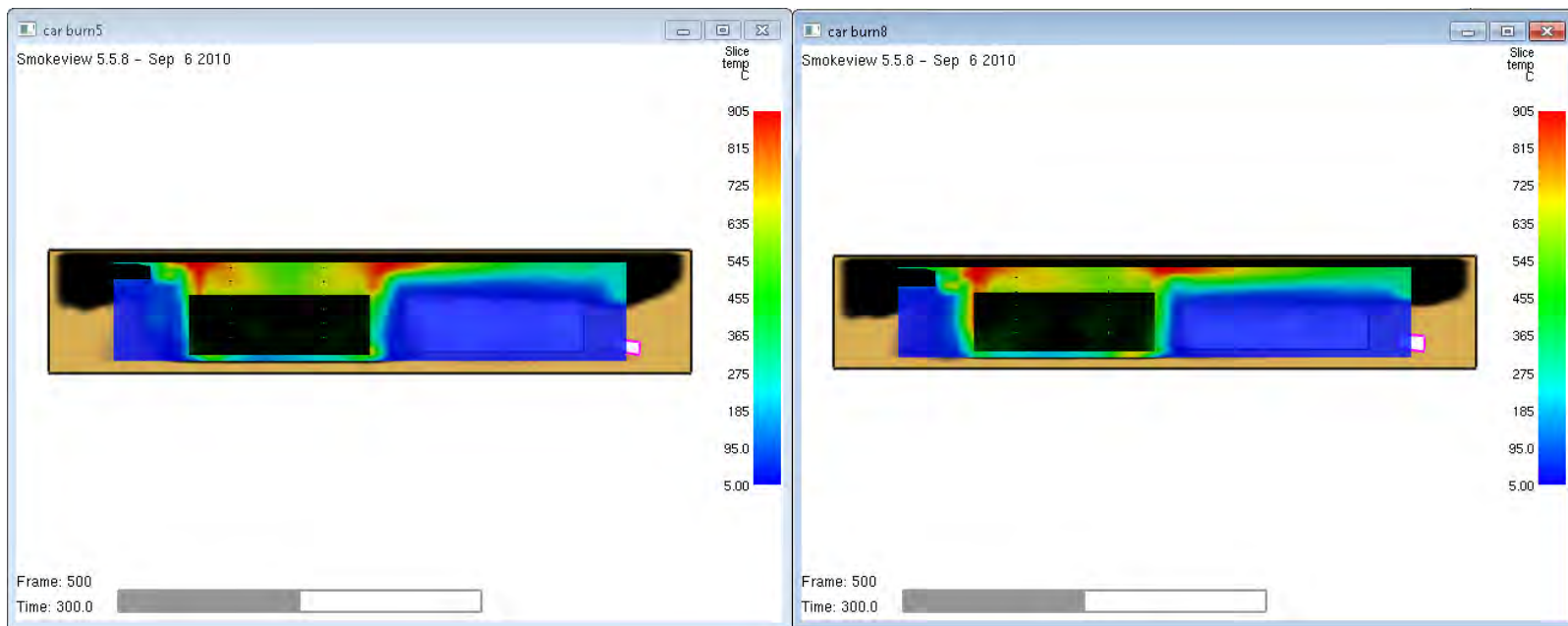


Vir: S. Dodič, dipl. delo, FKKT, 2011

# Modeli polja

- **Model polja** služi za oceno požarnega okolja v prostoru z numeričnim reševanjem enačb za ohranitev gibalne količine, mase, energije, difuzije, snovi itd. pri požaru. Pri tem po navadi uporabimo diferenčno metodo, metodo končnih elementov ali metodo robnih elementov. Te metode niso značilne samo v požarni zaščiti, uporabljajo se tudi v aeronavtiki, strojništvu, konstrukcijski mehaniki, ekološkem inženiringu, če navedemo samo nekatere. Modeli polja razdelijo prostor na veliko število prostorskih elementov in rešuje ohranitvene enačbe v vsakem izmed teh elementov posebej. Čim več je elementov, bolj natančna je rešitev. Rezultati so po svoji naravi tridimenzionalni in so bolj podrobni kot pri modelih con.

# Modeli polja



# Uporaba računalniških modelov

Smernica Uporaba računalniških modelov na področju varstva pred požarom 2007

Republika Slovenija  
Ministrstvo za obrambo

## Smernica

Uporaba računalniških modelov na področju varstva pred požarom

XXX:2007

### 1. Splošne zahteve za izbor računalniškega modela

Uporaba modela mora temeljiti na požarnem scenariju.

Požarni scenarij opisuje kritične dejavnike, ki pripomorejo k nastanku ali širitvi požara. Med te dejavnike prištevamo močvirje, vrste, lastnosti in količine potencialnih goriv, vrsto tehnološkega procesa ter opremo, značilnosti in število ljudi, način gradnje in načrtovane ukrepe aktivne in pasivne požarne zaščite v objektu. Požarni scenarij opisuje dejavnike, ki vplivajo na požarno varnost objekta, uporabnikov objekta in vsebine objekta. S požarnim scenarijem lahko uporabnik pošlavi bančne zahteve za uporabo požarnega modela in tako z modelom načrtuje požarnovarnostne ukrepe v objektu (projektant požarne varnosti), preveri ustreznost izvedenih ukrepov varstva pred požarom v načrtovanih ali obstoječem objektu (inšpekcijske službe) oz. na podlagi namišljenega ali dejanskega objekta pripravlja animacijo razvoja požara, gibanje zgornevalnih produktov in rezultate kasnejše uporabe za taktično usposabljanje gasilcev (intervencijske skupine).

Ob izboru računalniškega modela in primernosti le tega za načrtovanje ukrepov požarne varnosti mora uporabnik zagotoviti:

- je model primeren za obravnavani problem (npr. požarni scenarij),
- model izpolnjuje v scenariju podane zahteve in
- je bil izbran računalniški modeli ustrezno ocenjeni in verificirani.

Ob uporabi računalniškega modela za intervencijske skupine je treba pred izborom modela, če se bo le ta uporabljal za usposabljanje gasilcev, zagotoviti, da model omogoča izdelavo grafičnih animacij.

Uporabnik mora ob opredelitvi požarnega scenarija posebno pozornost nameniti naslednjim dejavnikom:

- virom vzgaja,
- vrsti in količini goriva, ki se bo prvo vžgalo,
- mestu požara,
- vplivu geometrije in velikosti prostora na širjenje požara,
- položaju vrat in oken ob požaru,
- času nastanka požara (ponoči, podnevi, letni čas),
- vrsti prežvečenja v objektu (naravno ali mehansko),
- vrsti konstrukcije (jeklena, armirano betonska, lesena),

- obločnim materialom (goriljivi, negoriljivi, hitro goreči, počasni goreči, kapljajo ob gorenju),
- možnosti reševanja in gašenja (značilnosti uporabnikov objekta, kategorija najbližje gasilske enote, oddaljenost, oprema).

Podrobnejši seznam in opis računalniških modelov na področju varstva pred požarom je podan v Prilogi II.

### 2. Izbor računalniškega modela

Glede na uporabo delno računalniške modela na področju varstva pred požarom na<sup>2,2,10</sup>:

- modele za sektorsko simuliranje požarov,
- modele gašenja in javljanja požarov,
- modele za načrtovanje umika,
- modele za gibanje dima,
- modele za odziv konstrukcije na ogenj in
- kombinirane modele.

Pred uporabo modela je treba definirati namen in cilj uporabe računalniškega modela.

Uporabnik računalniškega modela mora:

- oceniti požarno nevarnost in požarno tveganje,
- opredeliti ali je uporaba računalniškega modela glede na namen in cilj ter oceno požarne nevarnosti primerna,
- navesti kateri modeli so primerni za reševanje problema.

Med izborom ustreznega modela si lahko uporabnik pomaga z opisom modelov v Prilogi II in referenčnim dokumentom 0.3.4.1.

Uporabnik mora navesti podatke o izbranem modelu in pojasniti razloge za odločitev.

Pred dokončno izbiro modela, mora uporabnik odgovoriti na vprašanja iz Priloge III.

Negativno odgovorjeno vprašanje št. 13 predstavlja za uporabnika zahtevo po uporabi modelov polja od zahtev po podrobni utemeljiti vseh odločitev in korakov v modelu con.

Negativno odgovorjeno vprašanje št. 15 predstavlja za uporabnika zahtevo po podrobni utemeljiti vseh odločitev in korakov v uporabljenem modelu.

Izbrani model mora izpolnjevati zahteve, zajete z vprašalnikom v Prilogi III. Uporabniku mora biti ob uporabi računalniškega modela na voljo podroben opis modela in navodila za uporabo.

- [http://www.sos112.si/slo/tdocs/smernica\\_21.pdf](http://www.sos112.si/slo/tdocs/smernica_21.pdf)

# Uporaba računalniških modelov

Smernica Uporaba računalniških modelov na področju varstva pred požarom

2007

Tabela P II.3: Pregledna tabela algoritmov in funkcij nekaterih CFD modelov

Računski paket <sup>1</sup>	ANSYS CFX	FLUENT	FDS/Smokeview	SMARTFIRE	SOFIE	STAR-CD
<b>Trenutna verzija</b>						
	5.7.1	6.2	4.0.5	4.0	3.0	V3.200
<b>Numerična mreža</b>						
	strukturirana nestrukturirana	strukturirana nestrukturirana	strukturirana	strukturirana	strukturirana	nestrukturirana
<b>Statični/tranzientni model</b>						
	statični tranzientni	statični tranzientni	tranzientni	statični tranzientni	statični tranzientni	statični tranzientni
<b>Model toka tekočin</b>						
	nestisljiv stisljiv		stisljiv		stisljiv	nestisljiv stisljiv
<b>Model prenos toplote</b>						
	v plinih v tekočinah v trdninah	v plinih v tekočinah v trdninah	v plinih	v plinih	v plinih v trdninah	v v plinih v tekočinah v trdninah
<b>Modeli turbulence</b>						
	Zero equation k-ε RNG k-ε k-ω SST RS DES LES Smagorinsky	k-ε k-ω RS DES LES Smagorinsky	LES Smagorinsky	k-ε	k-ε RNG k-ε k-ω	k-omega SST V2f DES LES Smagorinsky



[ales.jug@guest.arnes.si](mailto:ales.jug@guest.arnes.si)



**SPREMINJAMO**  
**GRADBENO**  
**KULTURO**

