



Zaštita zgrada od požara

Prof. dr Slobodan Milutinović
Fakultet zaštite na radu u Nišu

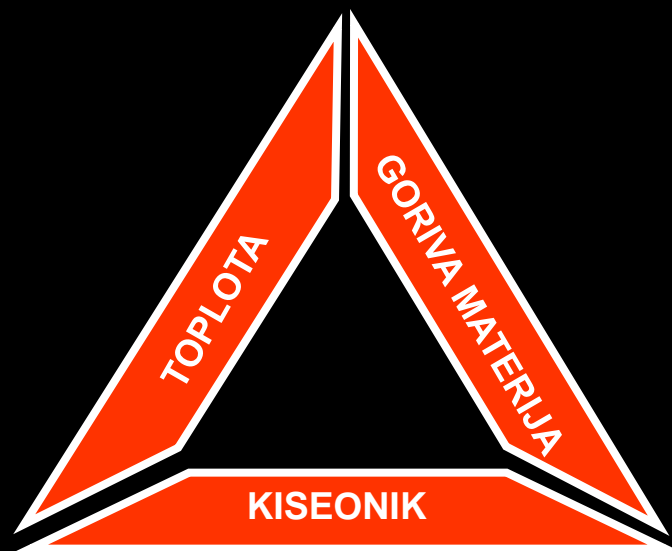


Sadržaj prezentacije

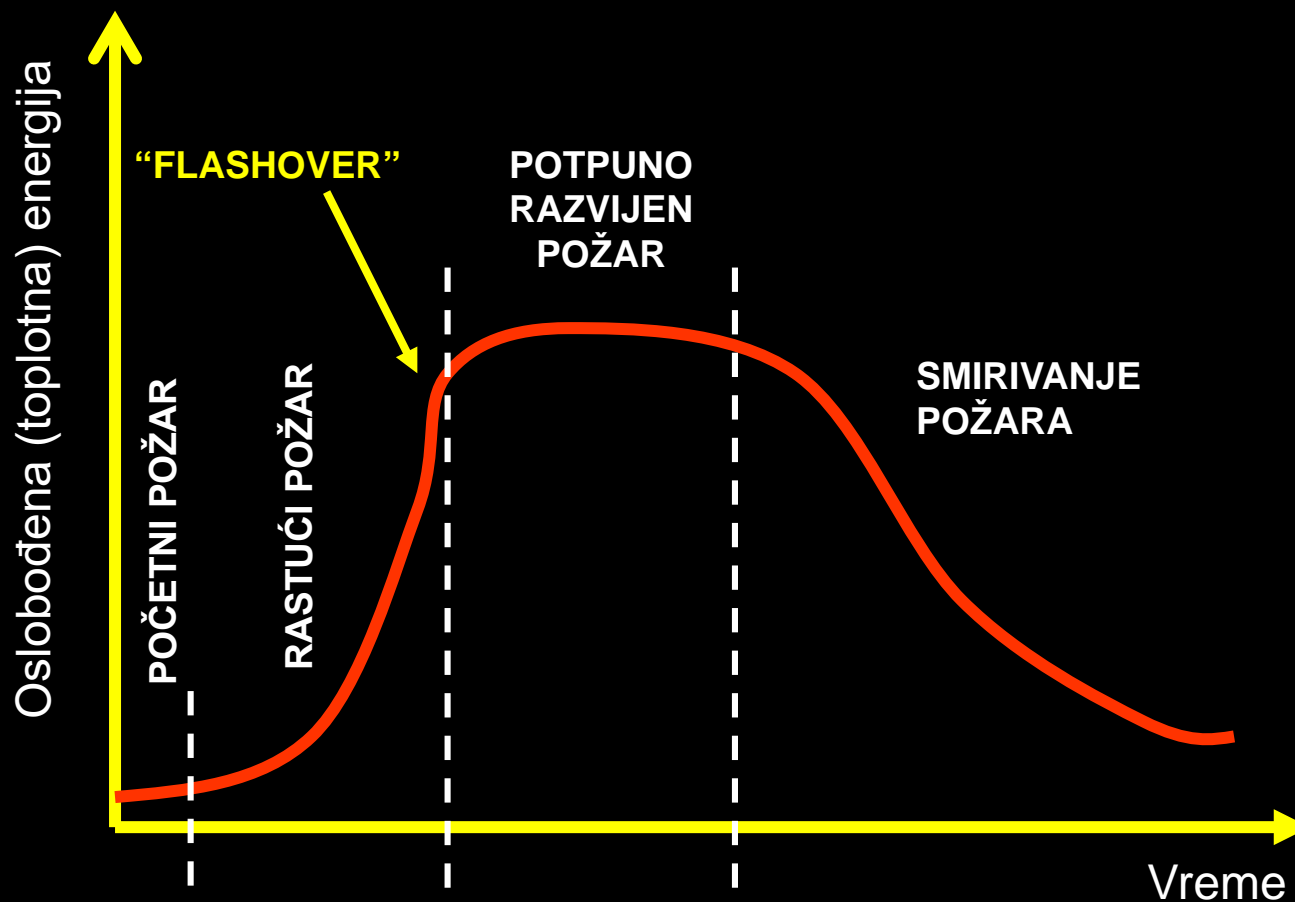
- Šta je požar i kako se razvija unutar građevinskog objekta?
- Koji su ciljevi zaštite zgrada od požara?
- Šta je požarni inženjering i čime se on bavi?
- Koje mere zaštite od požara treba preuzeti?
- Zašto “projektujemo” zaštitu zgrada od požara i kako treba da izgleda takav projekat?
- Kako se materijali i konstrukcije ponašaju u požaru?
- Analiza jednog projekta zaštite od požara industrijskog objekta

Šta je požar?

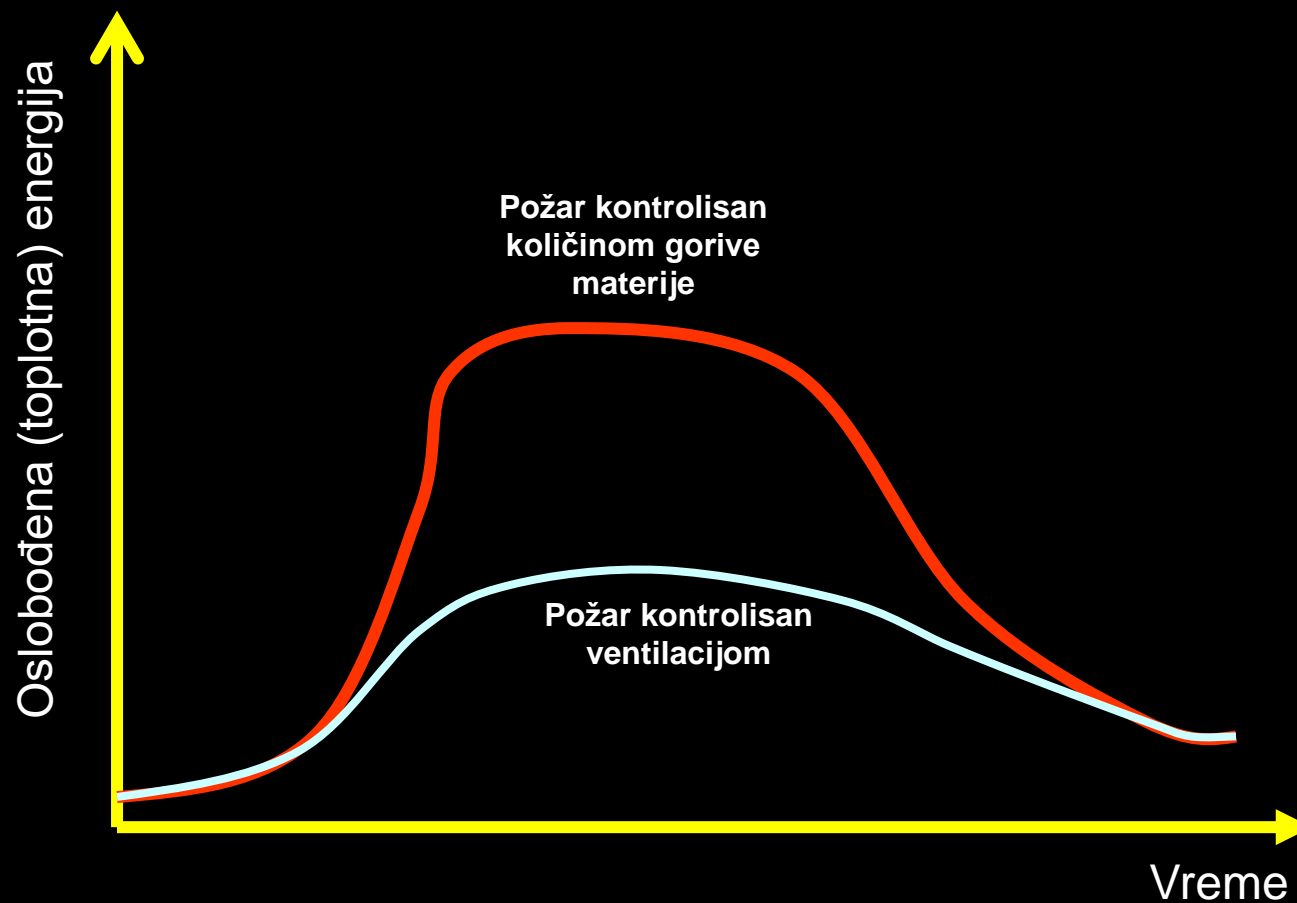
- Nekontrolisano sagorevanje koje ugrožava ljudske živote i nanosi materijalnu štetu.



Faze u razvoju požara



Faze u razvoju požara



Parametri požara u zatvorenom prostoru



Ciljevi zaštite zgrada od požara (po redosledu važnosti!)

- Povećanje sigurnosti ljudi pri dejstvu požara
- Obezbeđenje nosive i integrativne funkcije pojedinih elemenata konstrukcije
- Ograničavanje širenja požara
- Smanjenje požarnog opterećenja i celishodna podela objekta na požarne sektore
- Smanjenje šteta od požara

Požarni inženjering

- Primena naučnih i inženjerskih principa na efekte požara kako bi se umanjili ljudski gubici i štete kroz kvantifikaciju rizika i omogućavanje optimalnih rešenja sprovođenjem preventivnih mera i mera zaštite.
» Purkiss, 2007
- Detaljna stručna analiza projekta građevinskog objekta sa aspekta zaštite od požara, na osnovu teorijskih proračuna i eksperimentalnih ispitivanja za materijale i konstrukcije za koje su određeni podaci nepoznati.
» Milutinović, 1997

Osnovni aspekti požarnog inženjeringa

- Kontrola paljenja i sagorevanja
 - Kontrola zapaljivosti
 - Kontrola rasta požara
 - Upravljanje zaštitom od požara
- Kontrola evakuacije
- Detekcija i kontrola požara
 - Detekcija požara
 - Manuelni sistemi
 - Automatski sistemi
 - Kontrola dima u požaru
 - Sistemi za gašenje požara
- Kontrola širenja požara
 - Podela objekta na požarne sektore
- Preventiva rušenja zgrade u požaru
 - Sprečavanje prenošenja požara preko građevinskih elemenata i/ili konstrukcija
 - Zaštita građevinskih elemenata i/ili konstrukcija

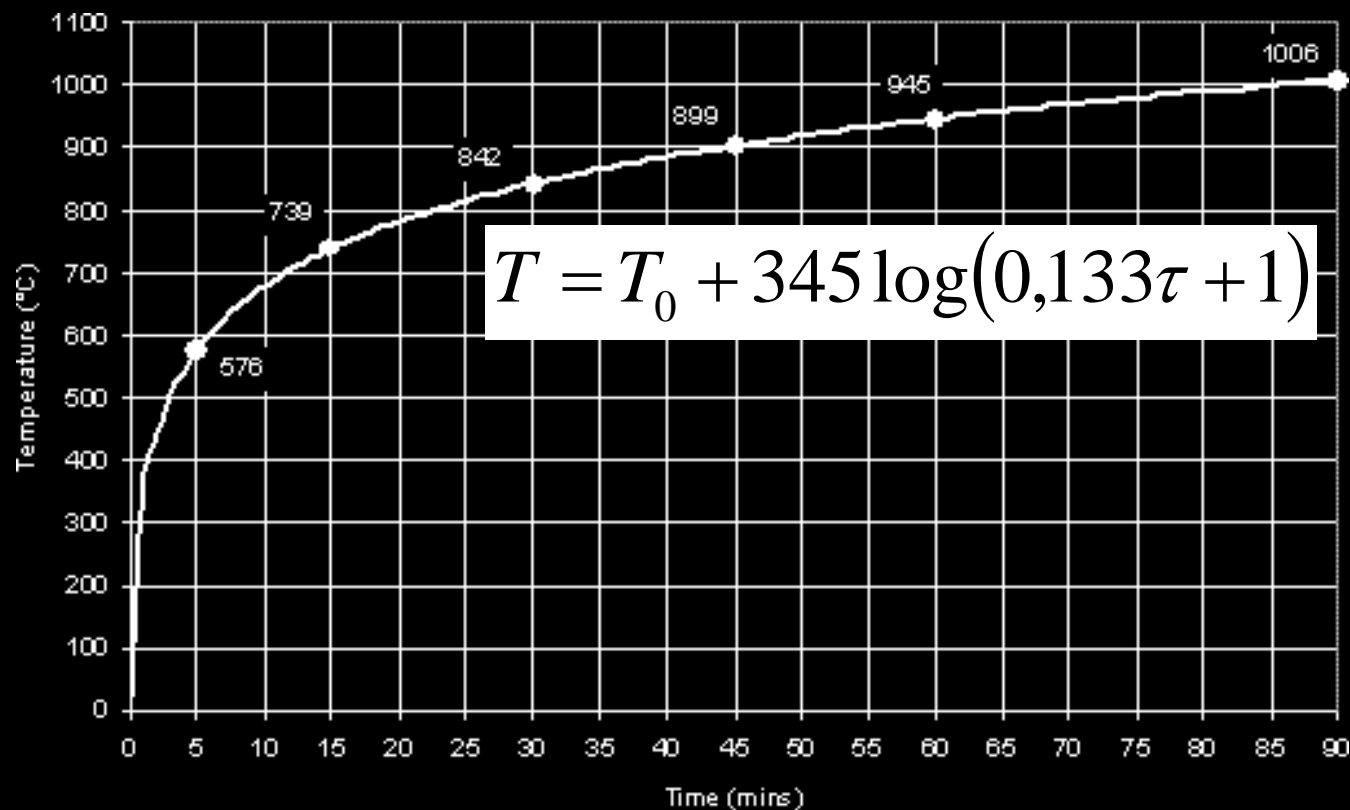
Požarni inženjering

- Kvantifikacija širenja požara
 - MODELI ŠIRENJA TOPLOTE
- Efekti požara na konstrukciju
 - MODELI PONAŠANJA KONSTRUKCIJE

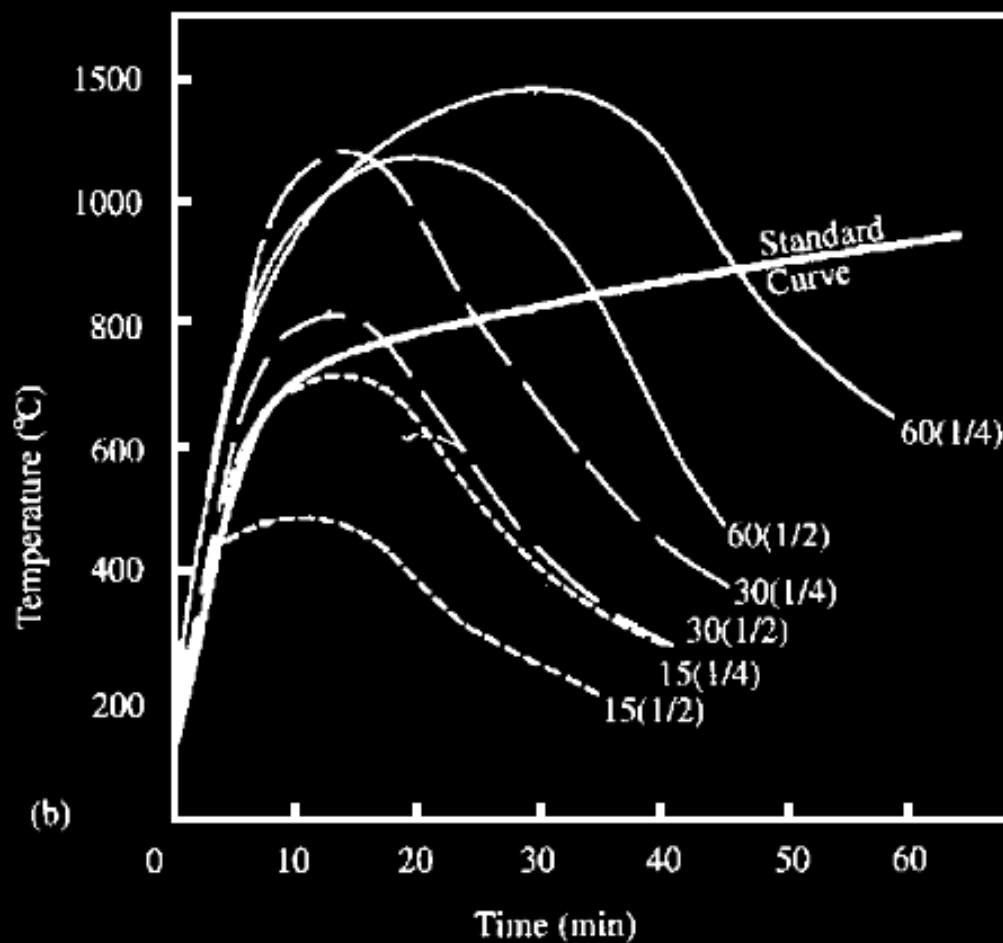
Modeli širenja toplote

- Standardni požar
- Ekvivalentni požar
- Prirodni požar

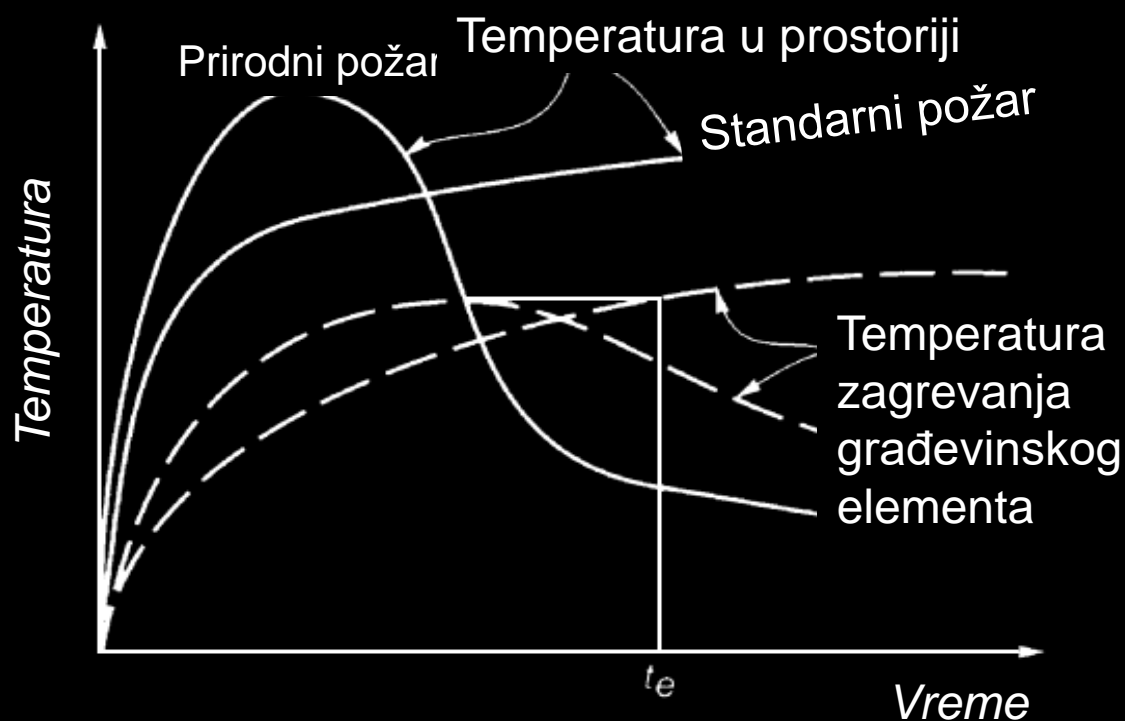
Model standardnog požara



Model prirodnog požara



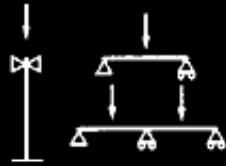

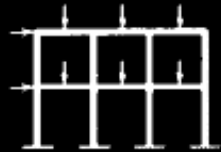

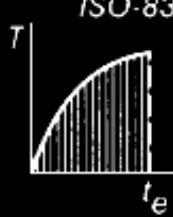
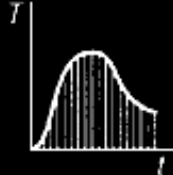
Model ekvivalentnog požara



$$t_e = 0,067 \frac{A_f}{A_t} \frac{q_t}{\sqrt{\frac{A_w \sqrt{h_w}}{A_t}}} k_f$$

Modeli ponašanja konstrukcije

- Model pojedinačnih elemenata
- Model podsklopova
- Model celog sklopa

<i>Structural</i> <i>Response</i> <i>Fire</i> <i>Exposure</i> <i>Model</i>		S_1	S_2	S_3
		<i>Elements</i>	<i>Sub-assemblies</i>	<i>Structures</i>
				
H_1	ISO-834 	<i>Test or Calculation</i>	<i>Calculation Occasional test</i>	<i>Difference in schematization becomes too large</i>
H_2	ISO-834 	<i>Test or Calculation</i>	<i>Calculation Occasional test</i>	<i>Calculation unpractical</i>
H_3		<i>Calculation occasional</i>	<i>Calculation</i>	<i>Calculation occasional and for research</i>

Mere zaštite od požara

- Aktivne mere
 - Ugrađivanje alarmnih sistema
 - Ugrađivanje sistema za kontrolu i odvođenje dima
 - Obezbeđenje mobine opreme za gašenje početnih požara
 - Ugrađivanje sistema i uređaja za automatsko gašenje požara
 - Kontrola zapaljivih materija
 - Obezbeđenje pristupa za vatrogasnu intervenciju
 - Sistem upravljanja zaštitom od požara
- Pasivne mere
 - Podela na požarne sektore
 - Kontrola zapaljivosti građevinskih elemenata i/ili konstrukcija
 - Projektovanje evakuacije
 - Obezbeđenje otpornosti na dejstvo požara građevinskih elemenata i/ili konstrukcija

Regulativa iz oblasti zaštite od požara

- **Zakon o zaštiti od požara (Sl.glasnik SRS br.37/88 i Sl.glasnik RS br.48/94)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za sisteme za odvođenje dima i toplote nastalih u požaru ("Sl. list SFRJ", br. 45/83)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za spoljnu i unutrašnju hidrantsku mrežu za gašenje požara ("Sl. list SFRJ", br. 30/91)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu elektroenergetskih postrojenja i uređaja od požara ("Sl. list SFRJ", br. 74/90)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica ("Sl. list SFRJ", br. 13/78)**
- **Pravilnik o pristupnim putevima, okretnicama i uređenim platoima za vatrogasna vozila u blizini objekata većeg rizika od požara ("Sl. list SRJ", 8/95)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za stabilne instalacije za dojavu požara („Sl. List SFRJ“, 87/93)**
- **Pravilnik o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije za objekte visokogradnje („Službeni glasnik RS“, 15/08)**
- **Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara („Sl. List SFRJ“, 7/84)**
- **Pravilnik o tehničkim zahtevima za zaštitu garaža za putničke automobile od požara i eksplozija ("Službeni list SiCG", br. 31/05)**
- **JUS TP 19: Određivanje minimalne potrebne otpornosti na dejstvo požara građevinskih elemenata u industrijskim objektima**
- **JUS TP 21: Tehnička preporuka za zaštitu od požara stambenih, poslovnih i javnih zgrada**
- **Tehnički propisi o gromobranima ("Sl. list SFRJ", br 13/68, 13/78)**
- **Uredba o osnovnim merilima i uslovima za razvrstavanje organizacija u odgovarajuću kategoriju ugroženosti od požara („Sl. Glasnik SRS“, br. 4/90)**
-

Pravilnik o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije za objekte visokogradnje (“Sl. Glasnik RS”, 15/08)

Члан 4.

Техничка документација за изградњу објеката високоградње састоји се од следећих пројеката:

- 1) архитектонски пројекат;
- 2) пројекат конструкције;
- 3) пројекат инсталација (електричне, машинске, гасне, водовода и канализације).

Поред пројеката из става 1. овог члана, у зависности од врсте, намене, карактеристика објекта и пројектног задатка, техничка документација састоји се и од следећих пројеката:

- 1) пројекат геодетског обележавања објекта;
- 2) пројекат партерног уређења са пројектом саобраћајница и синхрон планом;
- 3) пројекат осматрања;
- 4) пројекат лифта и ескалатора;
- 5) елаборат, односно пројекат заштите од пожара;
- 6) елаборат заштите суседних објеката;
- 7) елаборат геомеханичких истражних радова;
- 8) прилог о безбедности и здрављу на раду.

Pravilnik o sadržini i načinu izrade tehničke dokumentacije za objekte visokogradnje (“Sl. Glasnik RS”, 15/08)

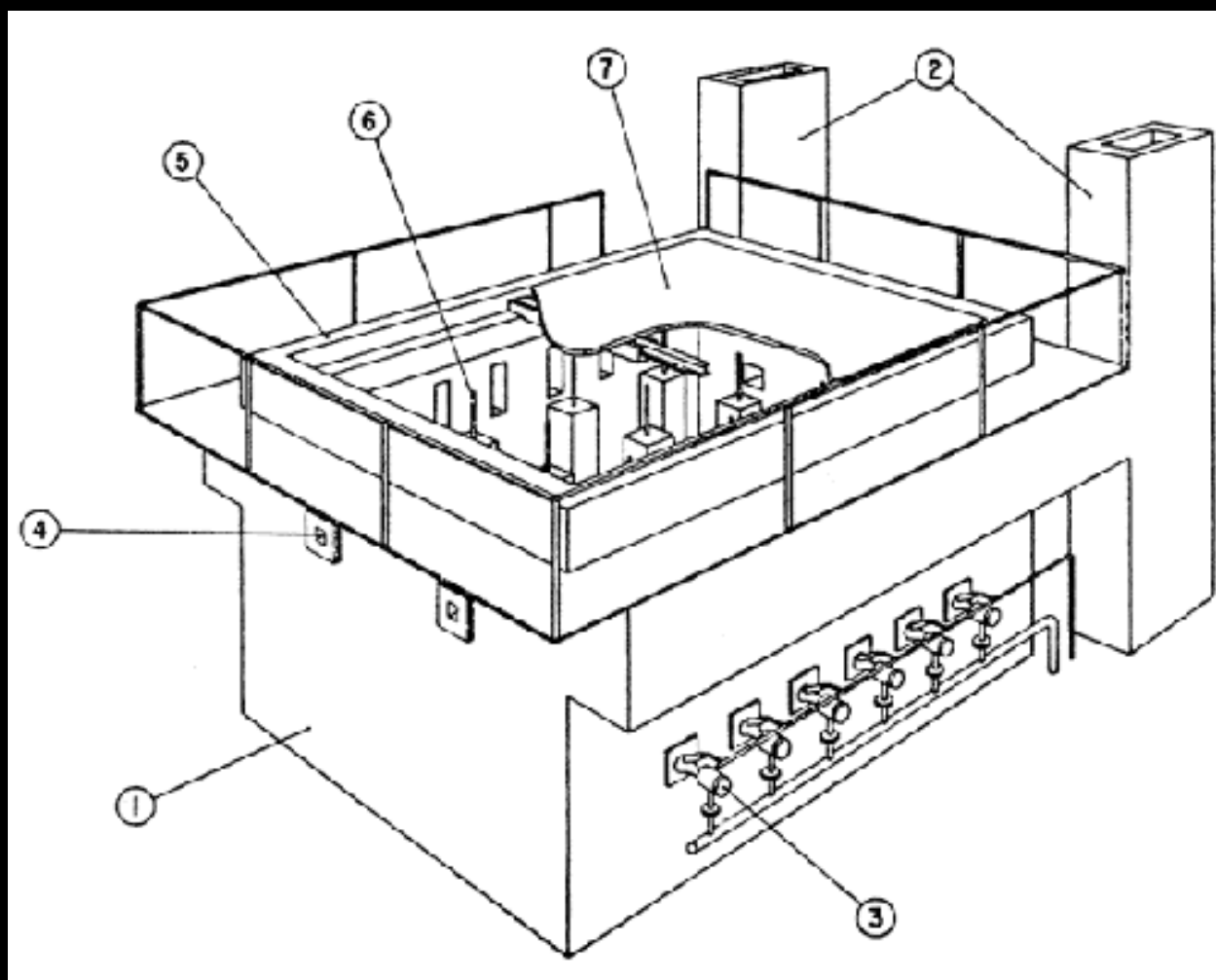
Члан 33.

Главни пројекат заштите од пожара израђује се за објекте јавне намене (биоскопи, школе, хотели, станице за снабдевање горивом моторних возила, спортске хале, галерије, музеје и сл.) као и за стамбене и стамбено-пословне објекте чија је висина већа од 22м, објекте блоковског типа, производне и складишне објекте и електроенергетска постројења називног напона 110 kV и више.

Kriterijumi za određivanje otpornosti na dejstvo požara za građevinske elemente i konstrukcije

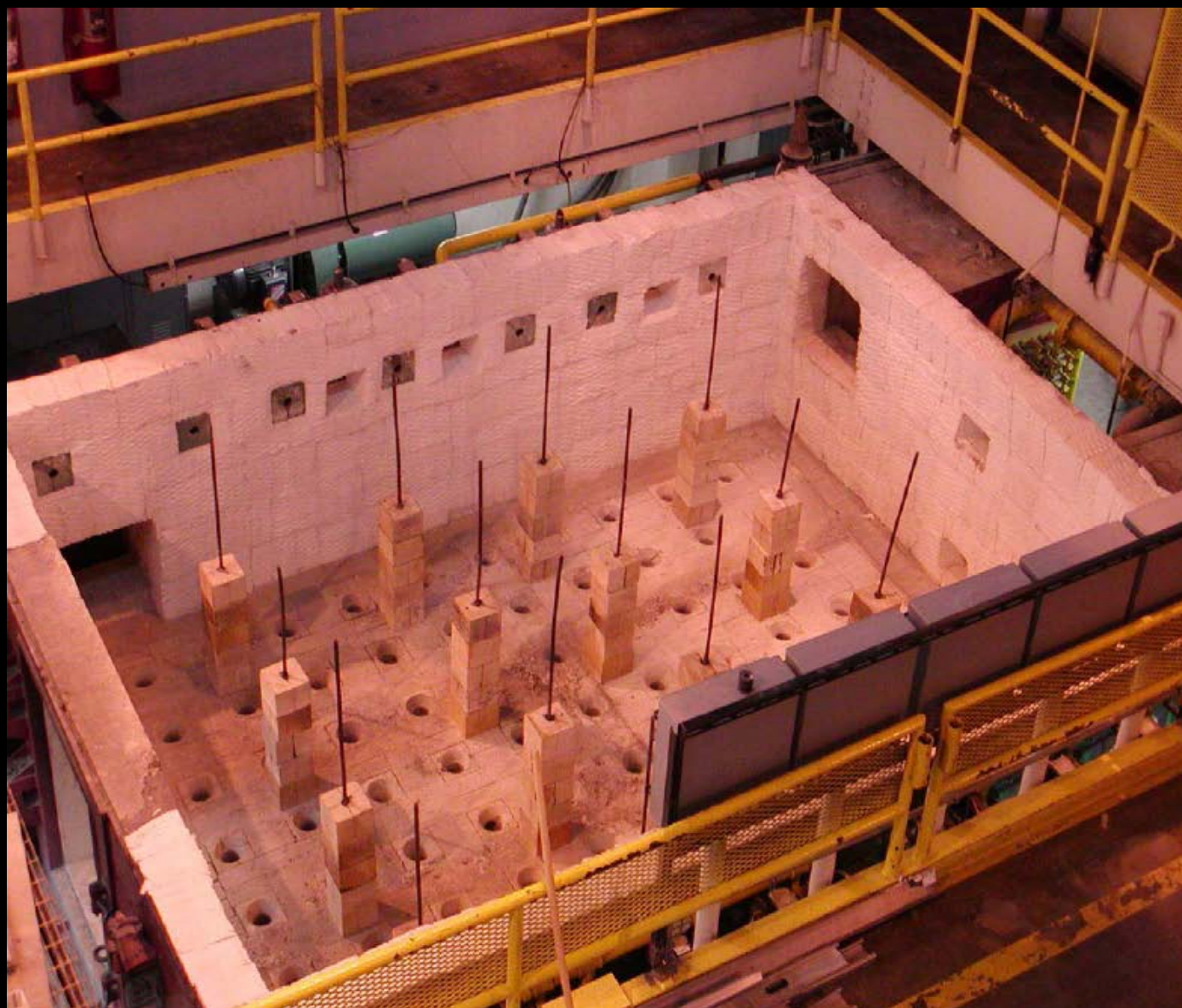
- **KRITERIJUM STABILNOSTI**
 - Konstrukcija, njen deo ili pojedini elemenat moraju sačuvati svojstvo nosivosti, odnosno ne smeju se srušiti u požaru, za vreme gašenja, ili neposredno po gašenju požara
- **KRITERIJUM INTEGRITETA**
 - U delovima konstrukcije izloženim dejstvu požara ne smeju nastati pukotine kroz koje bi plamen ili zapaljivi gasovi mogli prodreti u susednu prostoriju
- **KRITERIJUM IZOLACIJE**
 - Srednja temperatura na strani konstrukcije koja nije izložena dejstvu požara ne sme porasti više od 140°C u odnosu na početnu temperaturu pre nastanka požara

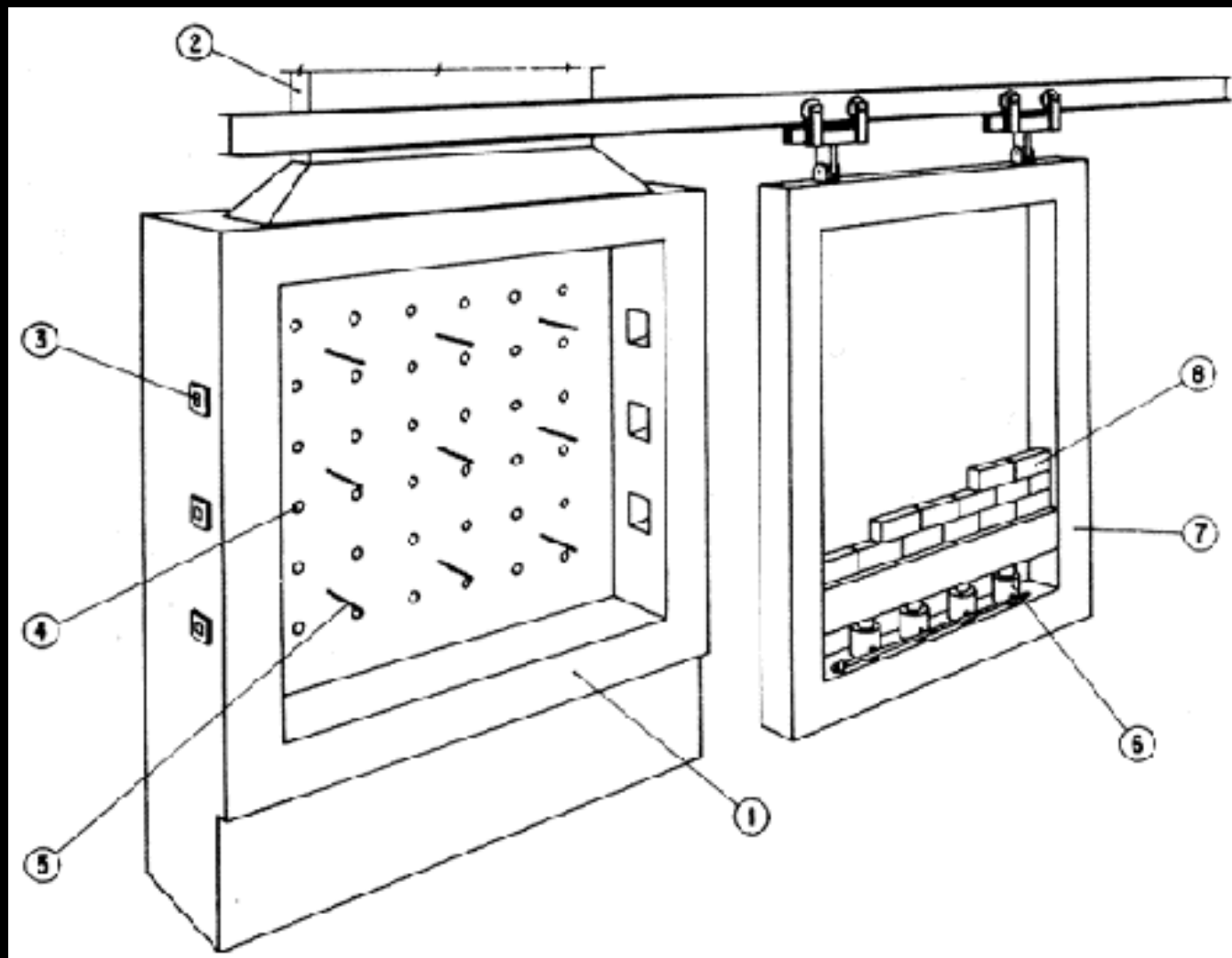
Ispitivanje građevinskih elemenata i konstrukcija na dejstvo požara



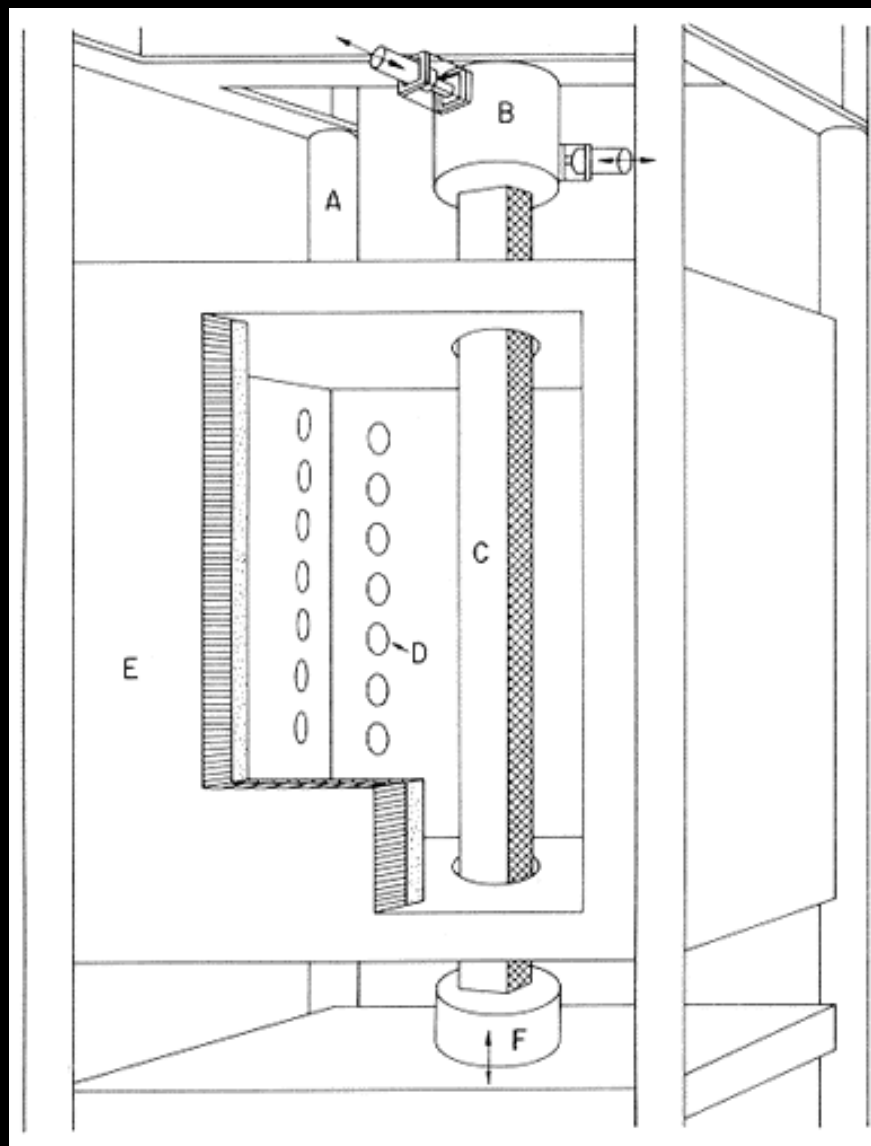
1. Ispitna peć
2. Dimnjak
3. Gasni gorionici
4. Otvori za posmatranje
5. Ram koji nosi uzorak
6. Merači temperature (termoparovi)
7. Uzorak

Ispitna peć za međuspratne konstrukcije





Ispitna peć za zidove



Ispitna peć za stubove

Ponašanje materijala i konstrukcija pri dejstvu požara

- ARMIRANI BETON

- Dobra otpornost na dejstvo požara
- Slab provodnik toplote, gubi svoje mehaničke i fizičke osobine tek na višim temperaturama (350 – 500 °C)
- Prilikom zagrevanja dolazi do promene fizičko mehaničkih osobina cementnog kamena i agregata i do smanjenja sile prijanjanja između njih
 - 60 – 90°C: kapilarna voda prodire dublje u pore i smanjuje se površinska energija kristala
 - 100 - 250°C: gubi se kapilarna i voda u gelovim porama, cementni kamen se zgušnjava
 - 350 °C: gubi se hemijski vezana voda i razara se kristalna rešetka – čvrstoća se smanjuje
- Smanjenje sile adhezije između betona i armature (“klizanje” armature)
- Beton sa krečnjačkim agregatom otporniji od kvarcnog
- Ponašanje nosećih elemenata bitno zavisi od statičkog sistema i opterećenja

Ponašanje materijala i konstrukcija pri dejstvu požara

- PREDNAPREGNUTI BETON

- Bitno smanjena otpornost u odnosu na armirani beton:
 - Čelik za prednaprezanje nalazi se pod velikim naponom
 - Vrste čelika za prednaprezanje gube čvrstoću na povišenim temperaturama brže nego prirodno čvrsti čelici
 - Javljaju se dodatni gubici unetog prednapona zbog relaksacije napona u čeliku za prednaprezanje
 - Prednapregnute konstrukcije imaju manje dimenzije i brže “progorevaju”
- Treba voditi računa da se čelik za prednaprezanje ne zagreje više od 400 °C
- Nikako adheziono prednaprezanje!

Ponašanje materijala i konstrukcija pri dejstvu požara

- ČELIK
 - Vrlo nepouzdan sa aspekta zaštite od požara, ako nije zaštićen
 - Gubi nosivost na niskim temperaturama požara (već posle 10 do 15 minuta)
- ALUMINIJUM I ALUMINIJUMSKE LEGURE
 - Takođe veoma nepouzdana elementi, gube svoju moć nošenja već na 250 – 300 °C
- DRVO
 - Relativno dobra otpornost na dejstvo požara, iako je gorivo
 - Tokom gorenja stvara se sloj izgorelog drveta, koji se dalje ponaša kao izolator
 - Proizvodi na bazi drveta su vrlo nepovoljni (iverica, lamelirane konstrukcije)

Ponašanje materijala i konstrukcija pri dejstvu požara

- **GIPS I PROIZVODI NA BAZI GIPSA**
 - Nepovoljni jer se raspadaju zbog mrvljenja gipsa unutar ploče usled dehidracije
 - Mnogo otporniji ako se armiraju staklenim vlaknima
- **KAMEN**
 - Nema preterano dobre osobine, jer se u požaru strukturalno menja (trpi hemijske promene)
- **OPEKA**
 - Postojan materijal pri dejstvu požara
- **SENDVIČ PANELI**
 - Veoma neotporni i treba ih izbegavati kada god je to moguće

Šta treba da sadrži jedan projekat zaštite od požara?

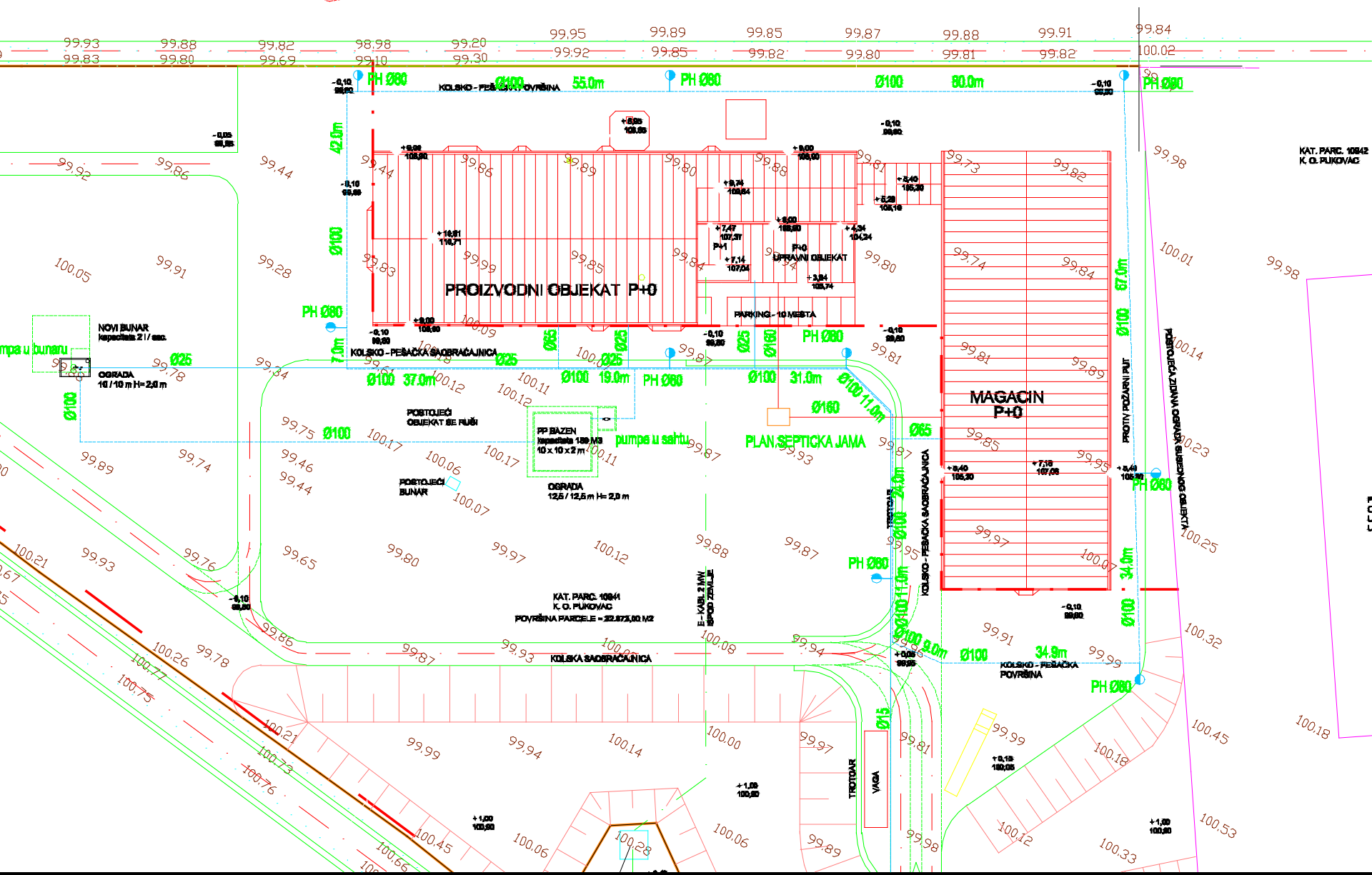
- **OPŠTI USLOVI**
- **ANALIZA POŽARNOG RIZIKA**
 - Projektovane karakteristike objekta
 - Namena
 - Raspored prostora unutar objekta
 - Makrolokacija
 - Mikrolokacija
 - Arhitektonske karakteristike
 - Konstrukcija
 - Primenjeni materijali
 - Požarno opterećenje
 - Kategorizacija objekta
 - Kategorizacija objekta prema specifičnom požarnom opterećenju
 - Kategorizacija objekta prema tipu tehnološkog procesa
 - Moguće klase požara u objektu
 - Požarni rizik objekta
 - Minimalno potrebno vreme otpornosti na dejstvo požara
 - Rizik od eksplozije
- **MERE ZAŠTITE OD POŽARA**
 - Arhitektonsko građevinske mere zaštite
 - Urbanističke mere zaštite
 - Građevinske mere zaštite
- **SISTEM ZA GAŠENJE POŽARA**
 - Hidrantska mreža za gašenje požara
 - Spoljna hidrantska mreža
 - Unutrašnja hidrantska mreža
 - Kontrola i održavanje hidrantske mreže
 - Stabilni sistem za gašenje požara
 - SPRINKLER instalacija
 - GreCon sistem
 - Mobilna oprema za gašenje početnog požara
 - Kontrola i održavanje mobilne opreme za gašenje početnog požara

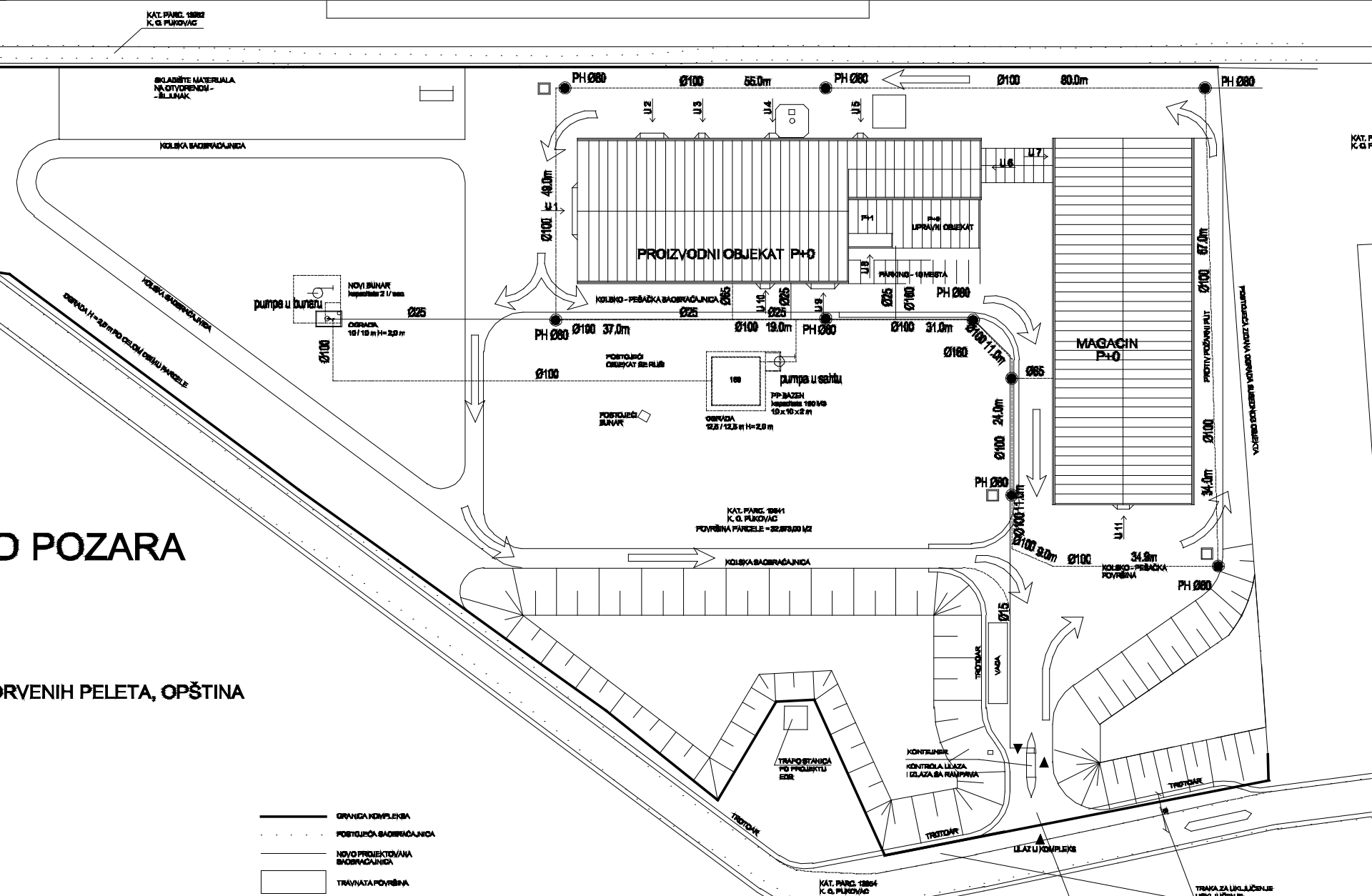
Šta treba da sadrži jedan projekat zaštite od požara?

- **ELEKTRO INSTALACIJE**
 - Opšte
 - Sistem za dojavu požara
- **GROMOBRANSKA INSTALACIJA**
- **PRINUDNA EVAKUACIJA IZ OBJEKTA**
- **ORGANIZACIONE MERE ZAŠTITE OD POŽARA**
- **Grafička dokumentacija**

Analiza projekta zaštite od požara za industrijski objekat

- Industrijski objekat za proizvodnju drvenih peleta u Pukovcu, opština Doljevac, investitora Forest Enterprises d.o.o Beograd
- Objekat je namenjen proizvodnji drvenih peleta
- Objekat se sastoji iz dve arhitektonske celine – proizvodne hale P+0 i magacina gotovih proizvoda P+0, povezane hladnom vezom (nadstrešnicom)

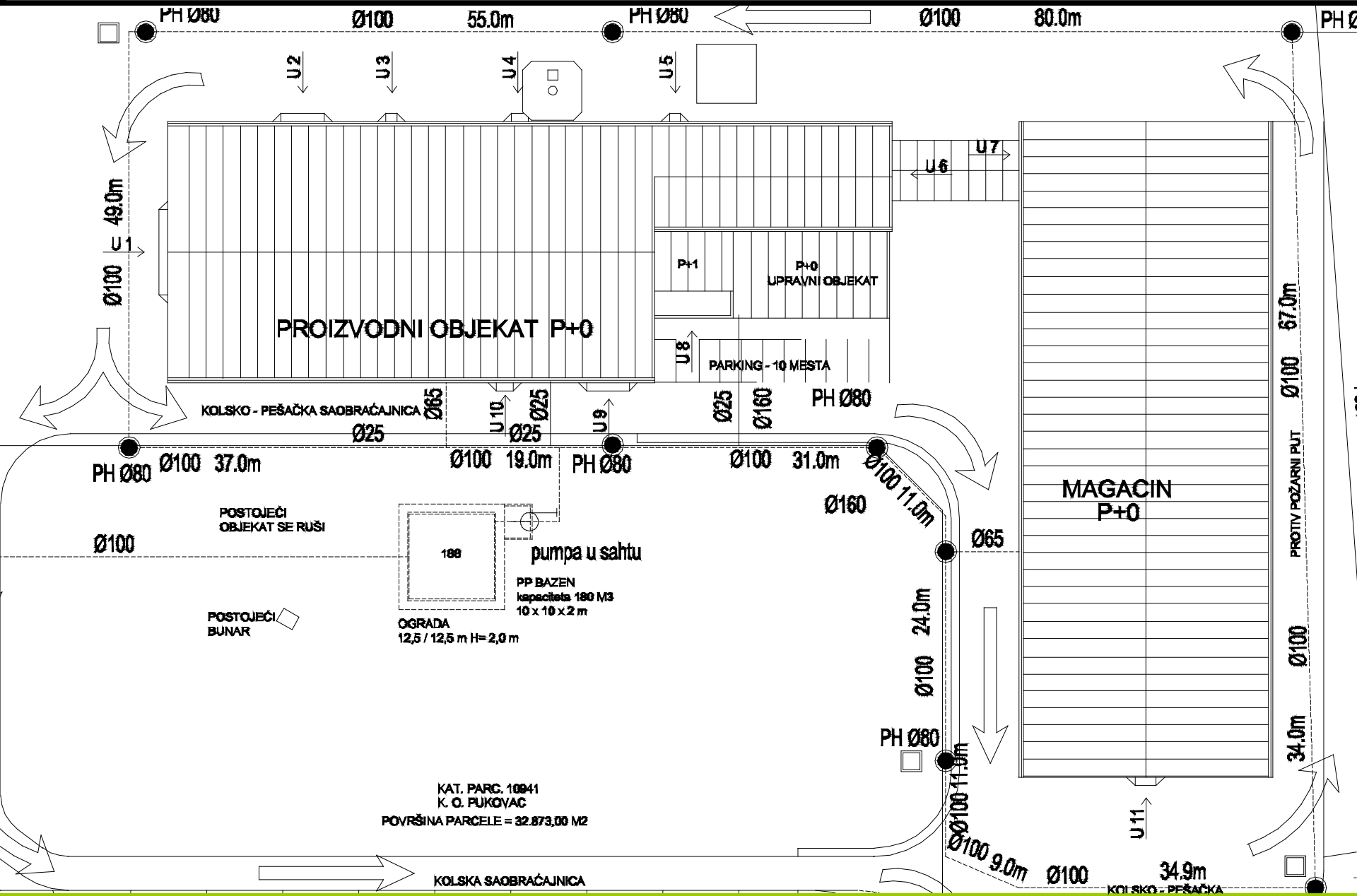




- GRANIČNA KONTURNA
- POSTOJEĆA BAOBRADAČNICA
- NOVO PROJEKTOVANA BAOBRADAČNICA
- TRAVNATA POVRŠINA

POZARA

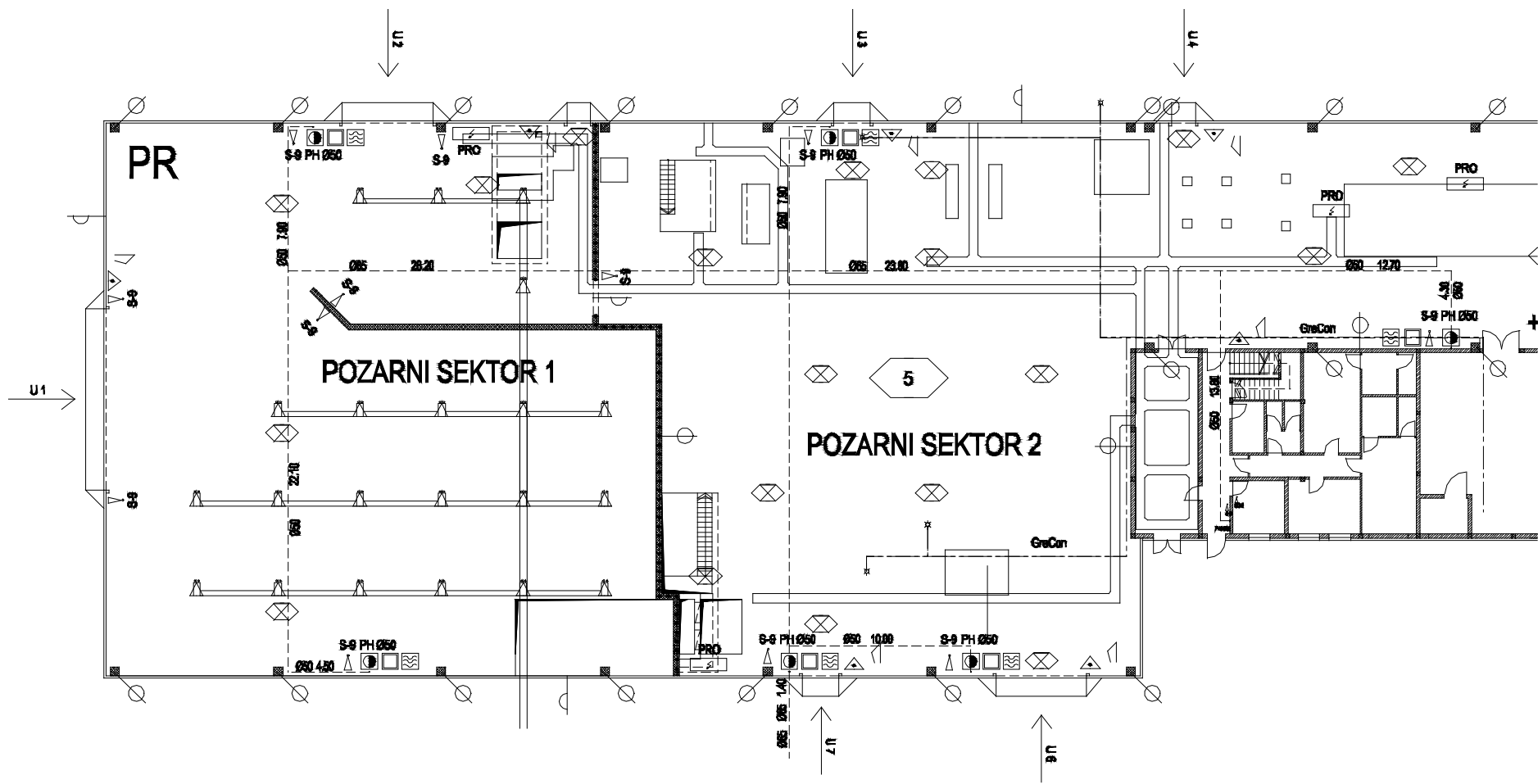
BRVENIH PELETA, OPŠTINA



KAT. PARC. 10941
 K. O. PUKOVAC
 POVRŠINA PARCELE = 32.873,00 M2

KOLSKA SAOBRAĆAJNICA

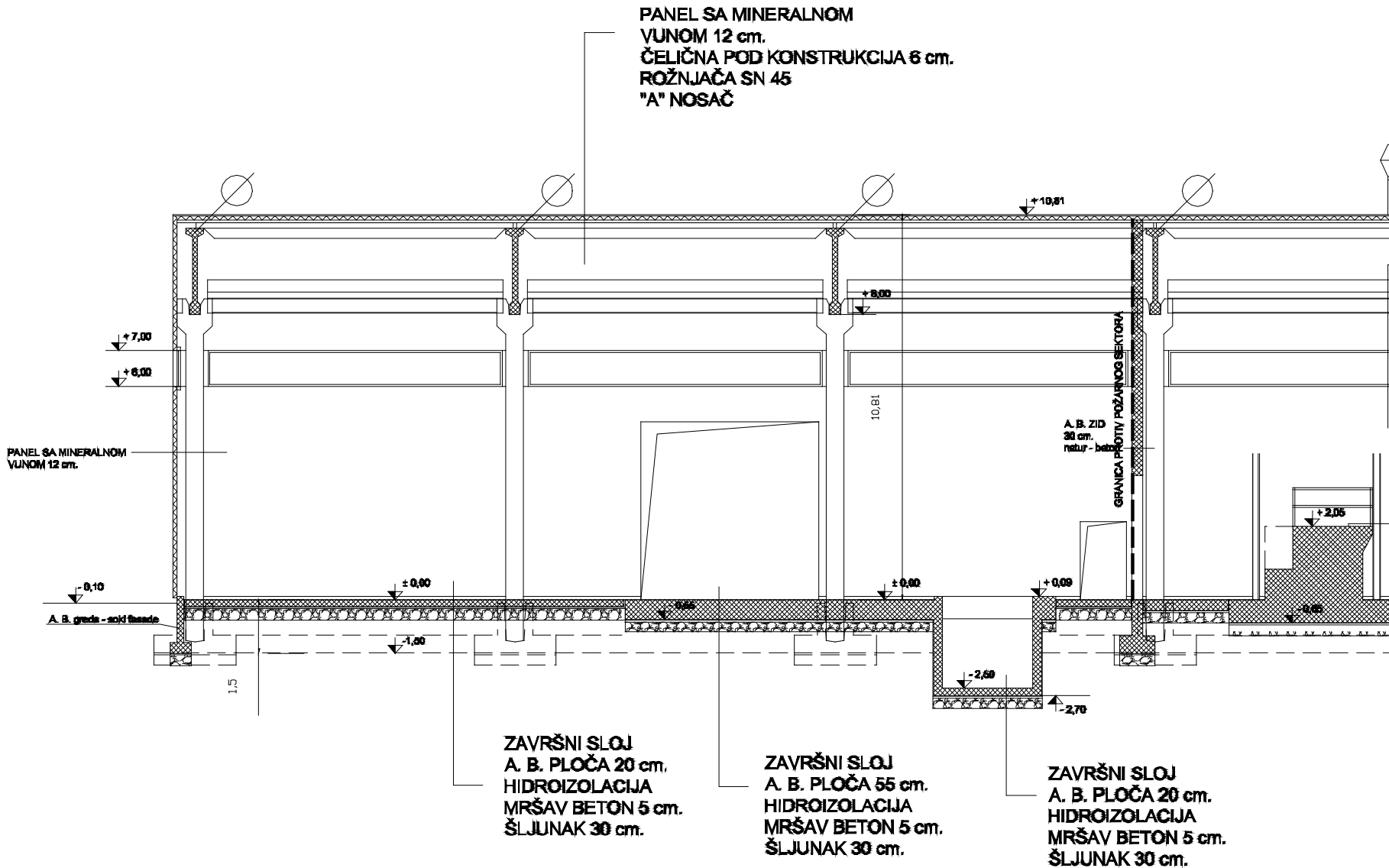
KOLSKO - PEŠAČKA



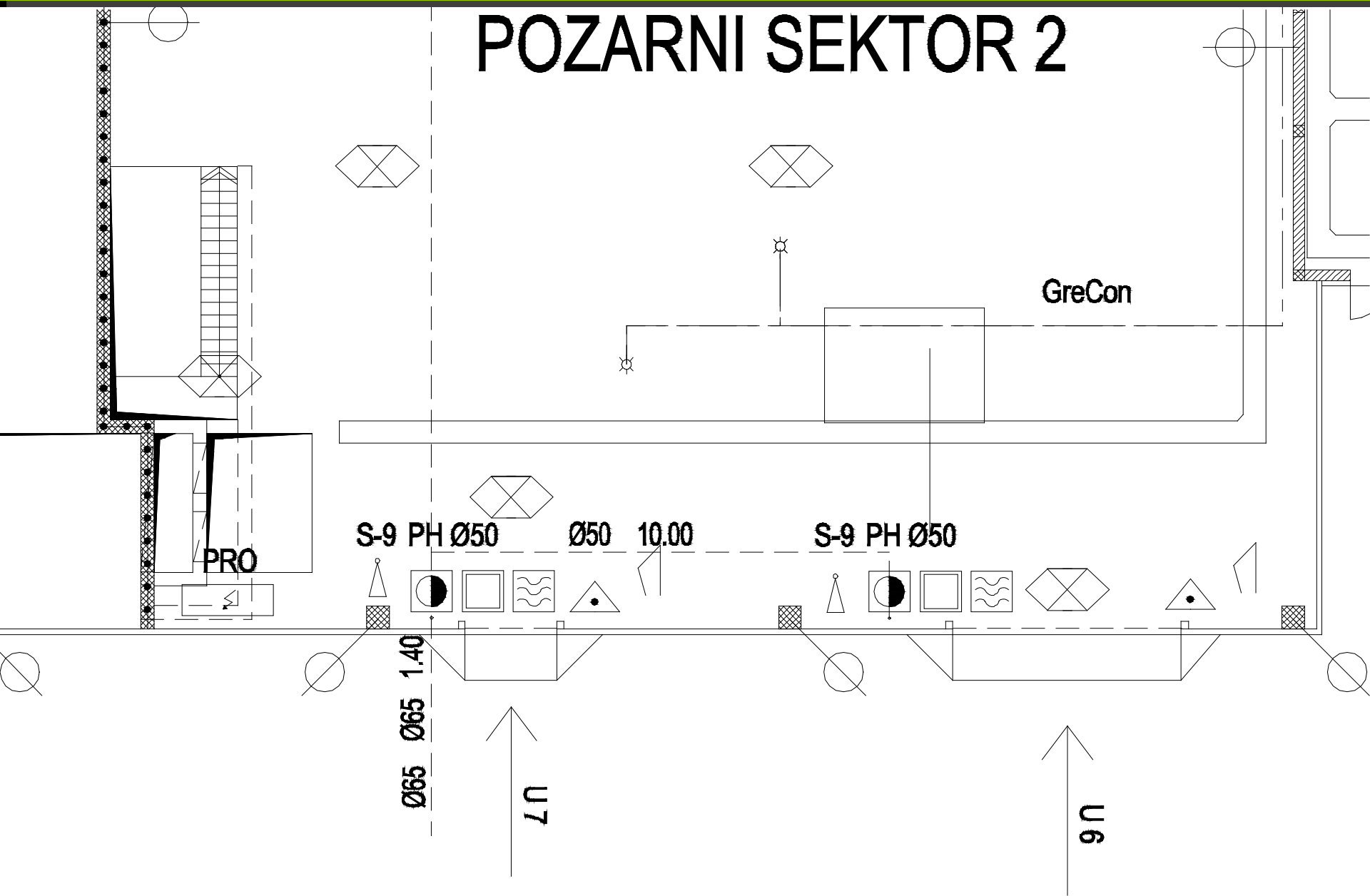
▲	APARAT ZA GASENJE PRAHOM S 9	▲	RUCNI JAVLJAC
●	UNUTRASNJI POZARNI HIDRANT	□	RAZVODNI OORMAN
□	HIDRANTSKI OORMANIC	---	GreCon INSTALACIJA

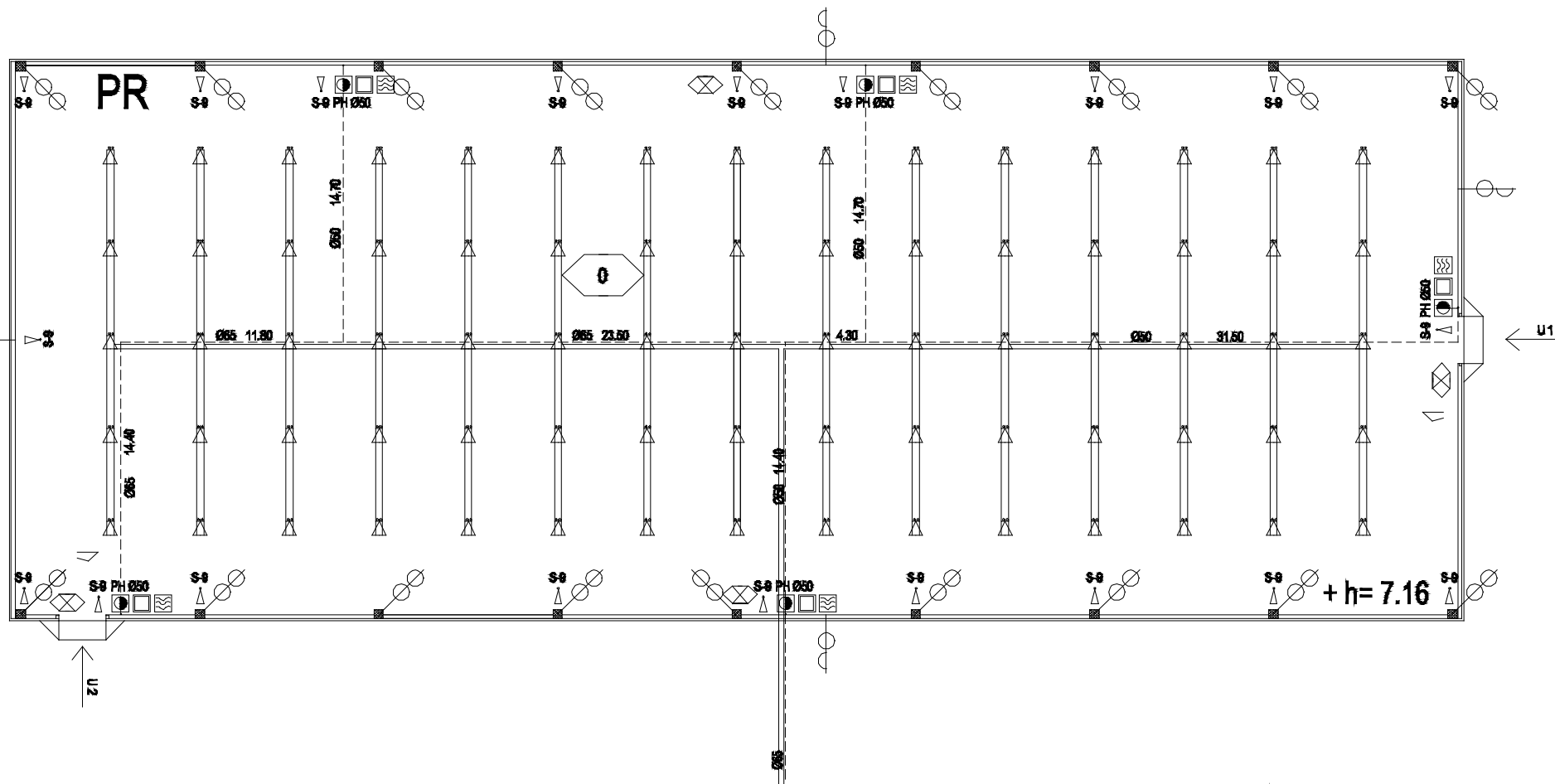
PROJEKAT ZASTITE

OSNOVA PRIZEMLJA PROIZVODI
OBJEKTA



POZARNI SEKTOR 2





△	APARAT ZA GASENJE PRAHOM S 9
●	UNUTRASNJI POZARNI HIDRANT
□	HIDRANTSKI ORMARIC
▨	TABLA SA LIPISTVOM Ili SLUCA Ili POZARA

PROJEKAT ZASTITE OD POZARA

OSNOVA PRIZEMLJA MAGACINA R = 1 : 250

INDUSTRIJSKI OBJEKAT ZA PROIZVODNJU DRVENIH PELETA

Literatura

- Milutinović, S. (1997). *Zaštita zgrada od požara*. Niš: Univerzitet u Nišu
- Purkiss, J. A. (2007). *Fire Safety Engineering: Design of Structures. Second Edition*. Oxford: Elsevier
- Fitzgerald, W. (2004). *Building Fire Performance Analysis*. Chichester: Willey