

**TEHNOLOGIJA
GRAĐENJA OBJEKATA
VISOKOGRADNJE**
PREDAVANJA 2022/2023

2022-10-16

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA OBJEKATA VISOKOGRADNJE
2022/23

OSNOVNI POJMOVI

- ❑ **Tehnologija** je vještina, znanje i sposobnost da se osmisle, izrade i upotrebe korisne (potrebne) stvari.
- ❑ **Tehnologija se bavi načinom prerade sirovina u gotove proizvode.**
- ❑ **Tehnološki proces** je proces kojim se neki predmet rada preoblikuje u resurs namijenjen daljoj proizvodnji ili potrošnji.
- ❑ **Tehnološki proces se sastoji iz operacija:**
 - kojima se neposredno mijenjaju karakteristike predmeta rada,
 - kojima se ne mijenjaju karakteristike predmeta rada (zalihe, održavanje, kontrola kvaliteta i druge).

OSNOVNI POJMOVI

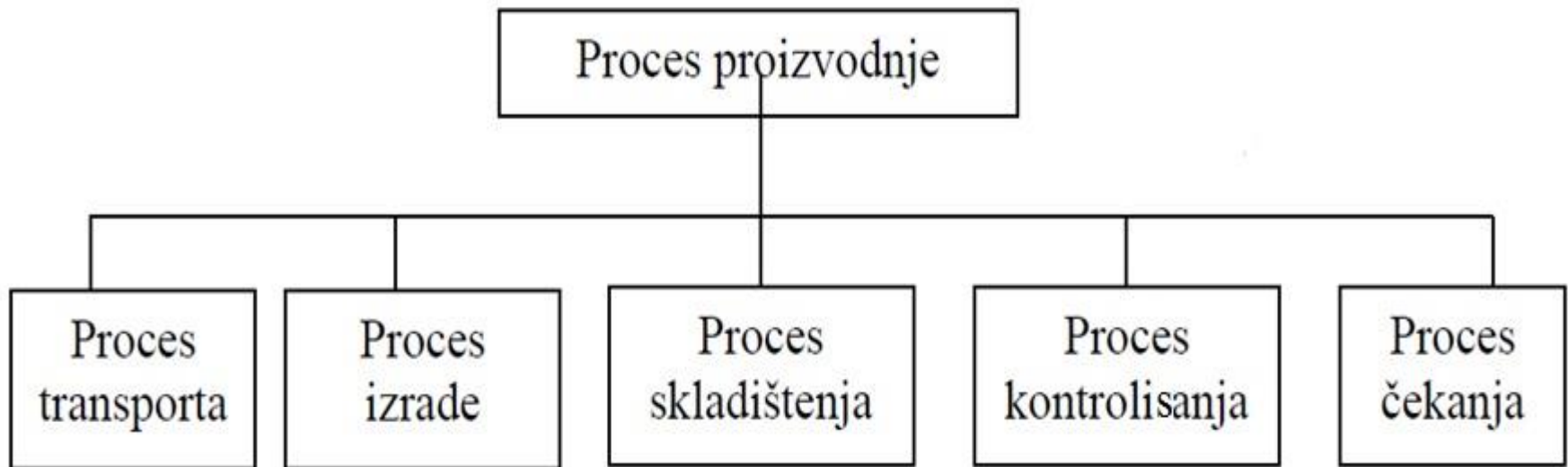
- ❑ **Proces proizvodnje** predstavlja skup procesa kojim se materijalna dobra pretvaraju u proizvodna i upotrebna sredstva.
- ❑ **Proces građenja** je proces proizvodnje usmjeren na izgradnju određenog objekta.
- ❑ **Proces proizvodnje na gradilištu** \equiv **proces građenja**.

Proces građenja podrazumijeva skup procesa koji se tiču građevinskih radova, transporta, skladištenja, nadzora, kao i osiguranja nabavke svih resursa na gradilištu, a prilikom kojih se izrađuju i postavljaju građevinski elementi i djelovi.

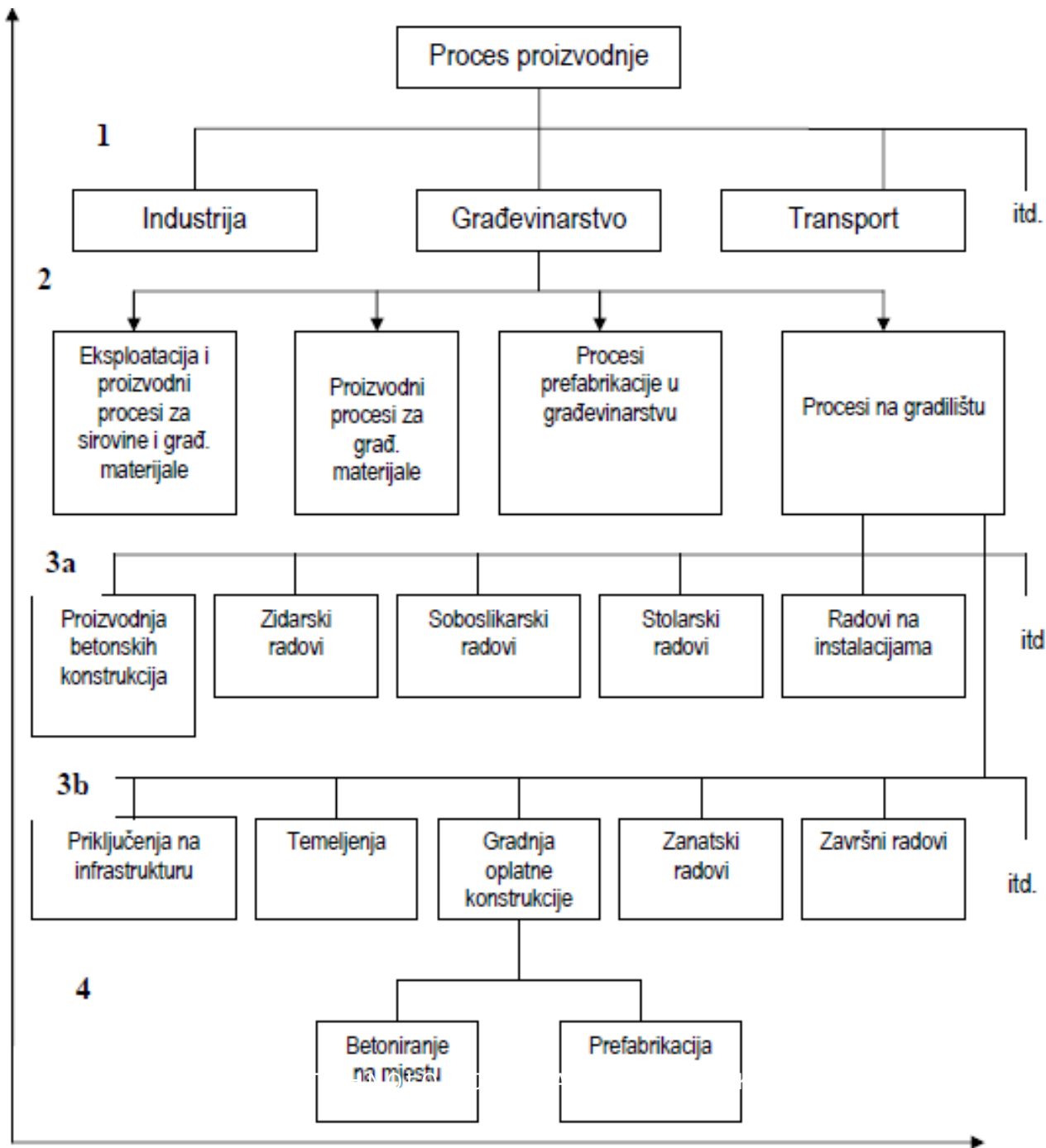
Građevinski procesi prefabrikovanja razlikuju se prema mjestu proizvodnje tj. mjestu gdje se odvija proces izrade.

ELEMENTI PROCESA PROIZVODNJE

Povezivanje elemenata procesa prema načinu djelovanja

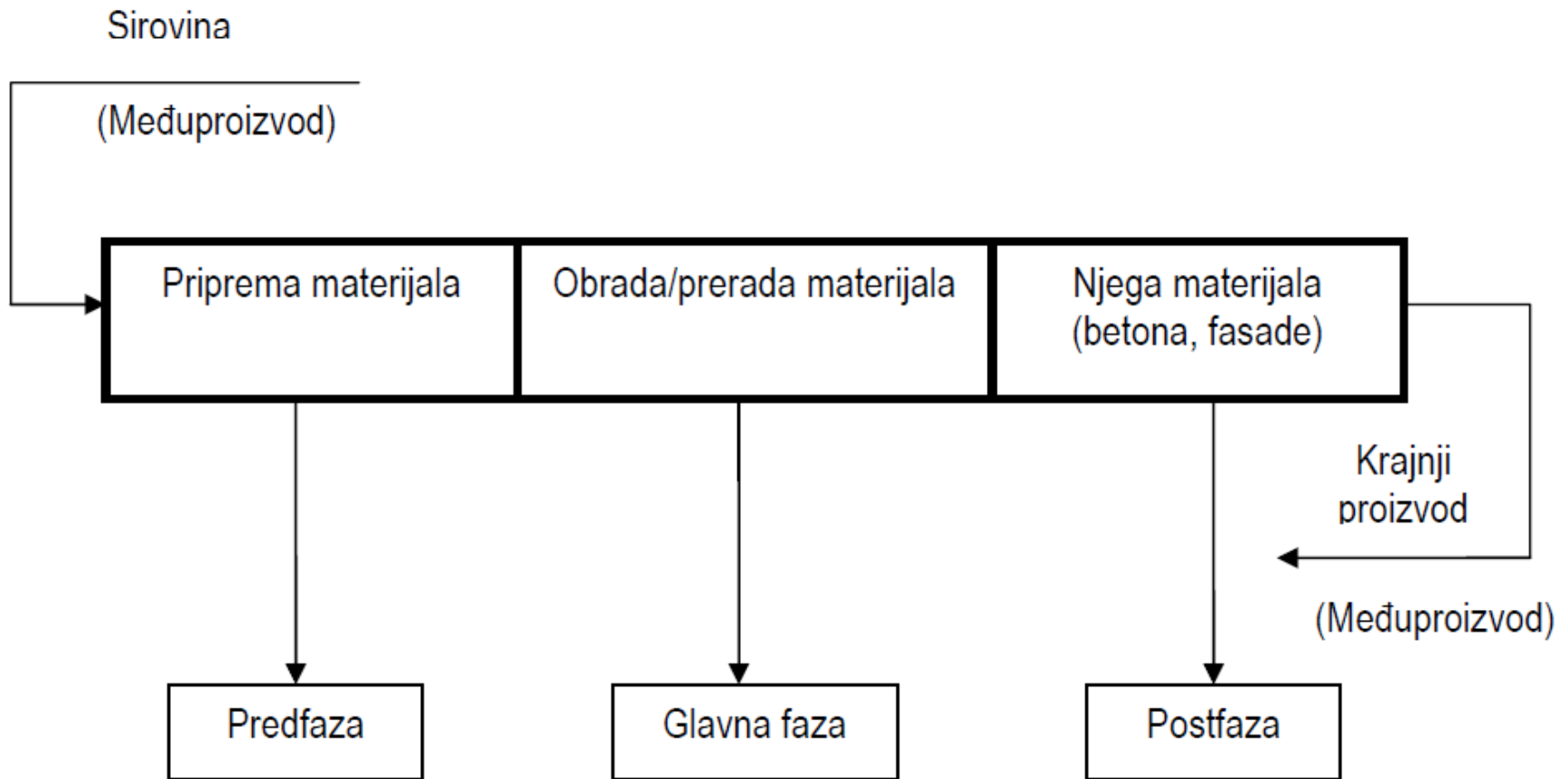


Povezivanje procesa prema podjeli rada (horizontalno povezivanje)



Tehnološki postupci procesa proizvodnje

Primjer strukture postupka u građenju



Izbor postupka – kriterijumi

- Kako je predmet rada formulisan ili definisan?
- Koje promjene treba izvršiti na predmetu rada?
- Na koji način treba izvršiti promjene?
- Pomoću kojeg sredstva rada se mogu izvršiti?
- Koja energija se može koristiti pri tome?
- Kako se predmet rada ponaša u postupku i kako to utiče na operaciju?
- Na koje faktore (uticaje) je potrebno obratiti pažnju i kako se kvantifikuju?
- Kakav treba da bude redosljed osnovnih operacija i kako razmatrati uslove njihovog učešća?
- Postoji li više varijanti postupka?

Izbor postupka – ciklusi izbora

1. Analiza situacije – definisanje problema.
2. Postavljanje cilja – šta se želi postići?
3. Pogodnost postupka – Koji postojeći postupci stoje na raspolaganju za rješavanje zadatka?
4. Upoređenje postupaka (ocjenjivanje) - Istraživanje različitih varijanti?
5. Izbor postupka (odluka) - Kako (pomoću kojeg postupka) će se doći do rješenja?

Na donošenje odluke o tome da li je određeni postupak pogodan za izvođenje potrebnih procesa bitno utiču i **unutrašnji i spoljašnji uslovi.**

Spoljašnji uslovi se dijele na objektivne i subjektivne.

Objektivni uslovi:

- dimenzije objekta (mjerjenje objekta)
- crteži objekta
- zahtjevi za određenim svojstvima građevinskih materijala
- karakteristike zemljišta (sastav tla, kvaliteta zemljišta; nagib terena, itd.)
- karakteristike temelja (nosivost, podzemne vode itd.)
- raspoloživi prostor za uređenje gradilišta

Subjektivni uslovi

- rokovi izrade (međurokovi, krajnji rok)
- ugovorene kazne (penali) kod prekoračenja ugovorom određenih rokova
- premija za završene radove prije roka određenog ugovorom
- mjere sigurnosti
- sporazumi koji utiču na izbor (npr. primjena određenih materijala kod vidljivih dijelova konstrukcije ili određene vrste oplata)

Ciljevi optimalnog izbora postupka

Kriterijumi za utvrđivanje pogodnosti postupka pretpostavljaju određeni cilj. Važno je definisati primarne ciljeve i za koji su projekat interesantni.

Pri odabiru postupka generalno se mogu slijediti sljedeći ciljevi:

1. Postupak treba da osigura potreban nivo kvaliteta radova.
2. Postupak mora zadovoljiti određene zahtjeve iz opisa radova, naročito kada se odnose na ispunjenje zadatah rokova.
3. Opasnost od nesreća (nezgoda) treba da bude svedena na minimum.
4. Troškovi treba da budu što manji.
5. Treba težiti postizanju nesmetanog toka procesa izrade (odvijanja radova) na gradilištu.
6. Rizik od postojanja nepoželjnog odstupanja između stvarnih i planiranih troškova treba da bude što manji.
7. Uticaj na okolinu treba da bude neznatan.

Prilikom donošenja odluke o izboru postupka posebno treba obratiti pažnju na sljedeća 4 cilja:

- 1. Minimiziranje troškova**
- 2. Zadovoljstvo investitora**
- 3. Izbjegavanje teškoća u organizaciji**
- 4. Smanjenje opasnosti od nezgoda**

Izbor postupka - kriterijumi

1. Ekonomski kriterijumi

Ekonomski ciljevi vezani za izvođenje određenog građevinskog projekta su: **minimalno vrijeme i minimalni troškovi izgradnje.**

Prilikom izbora građevinskog postupka trebalo bi detaljnije proanalizirati pet vrsta troškova s najvećim uticajem (satnice, plate, materijal, mašine, transport).

Kalkulacije troškova - definisanje zavisnosti među troškovima i postizanje “transparentnosti troškova”.

Izbor postupka - kriterijumi

2. Tehnički kriterijumi

Nakon ispitivanja pogodnosti postupka, obično na raspolaganju i dalje ostaje nekoliko mogućih varijanti za postizanje određenog cilja građenja (npr. izrada osiguranja jame temelja pomoću betonskog ili čeličnog zida ili bušenim šipovima).

Prije nego što se odabere postupak na bazi najmanjih troškova, potrebno je utvrditi njegovu usklađenost sa različitim tehničkim uslovima vezanim za izvođenje građevinskih radova. Takođe treba utvrditi da li obezbjeđuje zadovoljstvo investitora, izbjegavanje poremećaja u toku radova i smanjenje rizika od nesreća.

Zbog nedostatka nekog opšteg mjerila, efikasnost se, za razliku od analize troškova, ne može lako kvantifikovati. Zato je u tom slučaju moguće samo relativno ocjenjivanje.

Izbor postupka - kriterijumi

3. Organizacioni kriterijumi

Upoređivati se mogu samo postupci koji se mogu izvesti u okviru zadatih rokova.

U obzir se uzimaju instalirane mašine s pripadajućim uređajima, raspoloživo osoblje sa odgovarajućim kvalifikacijama, kao i postojanje osnova za instalaciju novih uređaja koji se mogu nabaviti kupovinom, odnosno obezbijediti zapošljavanjem osoblja.

Mjerenje tehničkih i finansijskih vrijednosti kod ovog kriterijuma takođe se može izvoditi samo putem relativnog ocjenjivanja.

Izbor postupka - kriterijumi

4. Ekološki kriterijumi

Utjecaj na okolinu izražava se preko faktora izloženosti, čije postojanje se zbog složenog zavisnog djelovanja može samo načelno opisati.

Ocjenjivanje štetnog uticaja na okolinu moguće je definisati samo pomoću upoređenja sa poznatom smjernicom ili sa izvorima zagađenja iste vrste.

I ovdje se, kao i kod tehničkih i organizacionih kriterijuma, kao princip vrednovanja primjenjuje relativno ocjenjivanje.

OBJEKTI I SISTEMI GRAĐENJA

- ❑ **Objekti visokogradnje** (stambeni objekti, administrativni, industrijski, objekti društvenog standarda, objekti posebne namjene)
- ❑ **Objekti hidrogradnje** (brane, luke, pristaništa, kanali, objekti regulacije površinskog toka isl.)
- ❑ **Objekti niskogradnje** (putevi, ulice, pruge, aerodromi, tuneli, infrastrukturni objekti i sl.)

RAZLIKE U TEHNOLOGIJI IZVOĐENJA

- ❑ Raznolikost vrsta radova
- ❑ Ukupan broj vrsta radova i aktivnosti
- ❑ Obim radova
- ❑ Ukupna vrijednost projekta
- ❑ Objekti posebne namjene

- ❑ Razlike u materijalima
 - **Najčešće primjenjivani materijali:** beton, čelik, drvo, kamen i opekarski proizvodi.

 - **Razvoj tehnologije betona:** Svojstva betona u velikoj mjeri zavise od karakteristika komponenti. Napredak u tehnologiji proizvodnje cementa i dodataka inicirali su razvoj novih metoda građenja.

STRUKTURA INVESTICIONE VREDNOSTI OBJEKTA IZRAŽENA KROZ PROSEČNO UČEŠĆE GLAVNIH VRSTA RADOVA, INSTALACIJA I OPREME

Tabela 1.1

Vrsta objekta	Građevinski radovi	Zanatski radovi	Mašinske instalacije	Elektro instalacije	Industrijska oprema	Opremanje objekta
1 Putevi	95 ÷ 99	0,5 ÷ 3	---	0,5 ÷ 2	---	---
2 Mostovi	95 ÷ 98	3 ÷ 1	---	2 ÷ 1	---	---
3 Železnice	85 ÷ 98	0,5 ÷ 1	---	14,5 ÷ 1	---	---
4 Luke sa lučkim postrojenjima	80 ÷ 90	3 ÷ 1	5 ÷ 2	5 ÷ 2	6 ÷ 5	1 ÷ 0
5 Hidroenergetski objekti	60 ÷ 68	1 ÷ 0	2 ÷ 1	2 ÷ 1	35 ÷ 30	---
6 Stanbeni objekti	50 ÷ 60	18 ÷ 15	15 ÷ 12	15 ÷ 12	---	2 ÷ 1
7 Javni objekti	40 ÷ 55	20 ÷ 15	17 ÷ 14	17 ÷ 14	---	6 ÷ 2
8 Termoenergetski objekti	40 ÷ 47	2 ÷ 1	4 ÷ 2	4 ÷ 2	50 ÷ 47	0 ÷ 1
9 Objekti lake industrije	30 ÷ 37	8 ÷ 4	15 ÷ 8	15 ÷ 8	30 ÷ 42	2 ÷ 1
10 Objekti teške industrije	25 ÷ 30	5 ÷ 1	7 ÷ 2	7 ÷ 2	55 ÷ 65	1 ÷ 0
11 Petrohemijski objekti	22 ÷ 25	2 ÷ 1	8 ÷ 2	8 ÷ 2	60 ÷ 70	---

Napomena: Učešće radova je u tabeli izraženo u procentima

PODJELA OBJEKATA PREMA VRSTI MATERIJALA

- **Zidani objekti od opeke i kamena**
- **Betonski i armiranobetonski objekti**
- **Objekti od drvenih konstrukcija**
- **Objekti od čeličnih konstrukcija**
- **Objekti od kombinovanih i drugih materijala**





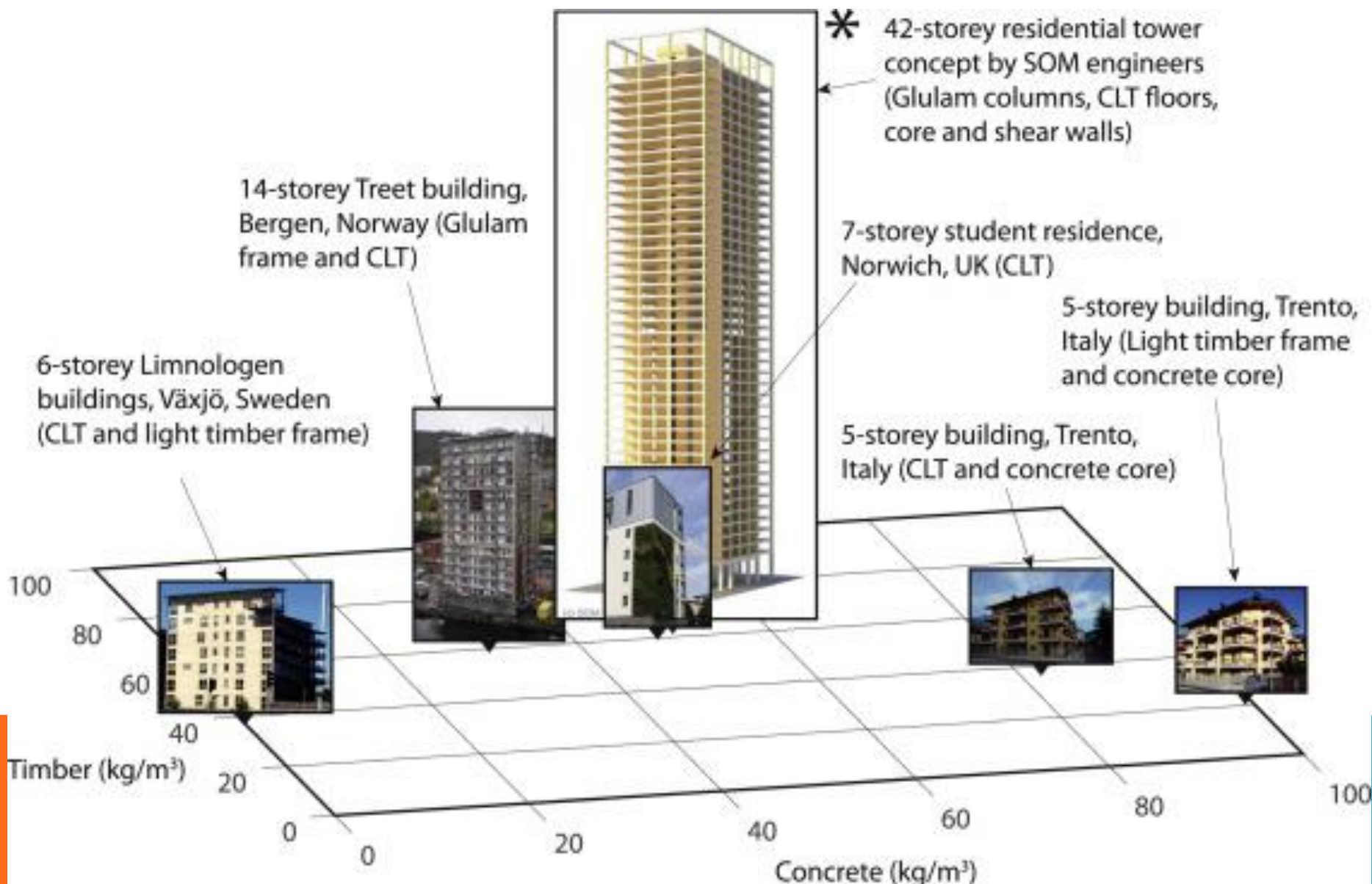






2022-10-16

Zgrade čije su konstrukcije izrađene u kombinaciji drveta i betona



2022-10-16

CLT – Cross Laminated Timber

**Zgrada čija je
konstrukcija od
masivnog
drveta.**



2022-10-16

Zgrade od drveta



ČELIČNE KONSTRUKCIJE



2022-10-16

Sistemi građenja objekata visokogradnje

- ❑ **Tradicionalni - klasični sistemi - građenje na licu mjesta**
- ❑ **Tradicionalni-unaprijeđeni (racionalizovani) sistemi ili polumontažni sistem**
- ❑ **Montažni sistemi**
- ❑ **Industrijski sistemi**

Nedostaci klasičnih-tradicionalnih sistema su:

- Sužen front rada na pojedinim pozicijama**
- Nemogućnost primjene raspoložive mehanizacije u željenom obliku**
- Veliko učešće zanatskih (završnih radova)**
- Ukupno niži kvalitet izvedenih radova**
- Duže vrijeme građenja**
- Veći troškovi građenja**

TRADICIONALNI SISTEM GRADNJE

**CJELOKUPNA
GRADNJA OBJEKTA
IZVODI SE NA
GRADILIŠTU**

**Kopanje temelja,
zidanje, betoniranje,
oblaganje zidova,
postavljanje instalacija
(vodovoda, struje,
kanalizacije...).**



TRADICIONALNO-UNAPRIJEĐENI SISTEM GRAĐENJA

Kombinacija tradicionalnog i montažnog sistema:

- Primjena montažnih stubova i/ili greda
- Primjena gotovih elemenata oplata (tipizirane table od šperploče ili plastike i njihovi sklopovi)
- Prenosne oplata (oplate za zidove i oplata za međuspratne tavanice)
- Tunelske oplata
- Gotovi armaturni sklopovi

Racionalizovani postupak se naziva i polumontažni sistem.

- **Utrošak radnog vremena je 5-10% manji nego kod tradicionalnog sistema građenja.**
- **Mogu ga primjenjivati male i srednje firme.**
- **Radovi koji se izvode klasičnim putem, često usporavaju ritam ostalih radova.**

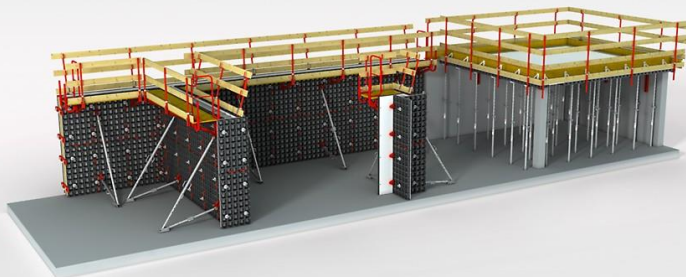
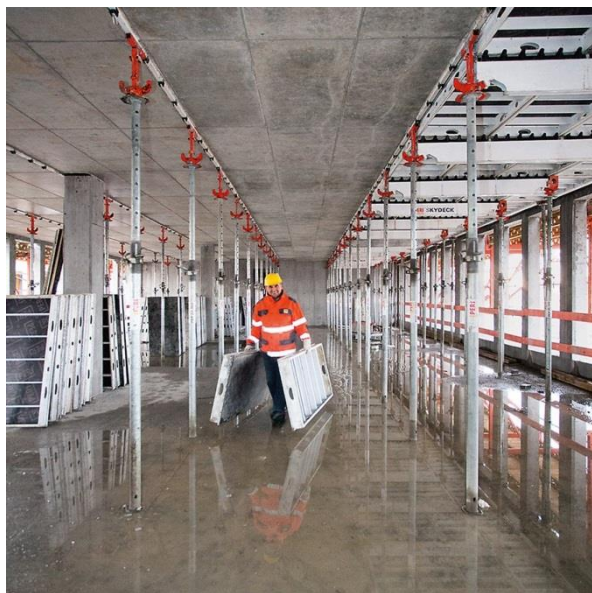
TRADICIONALNO-UNAPRIJEĐENI SISTEM GRAĐENJA



Primjena prenosivih oplata



PRIMJENA SISTEMA SAVREMENIH PRENOSIVIH OPLATA

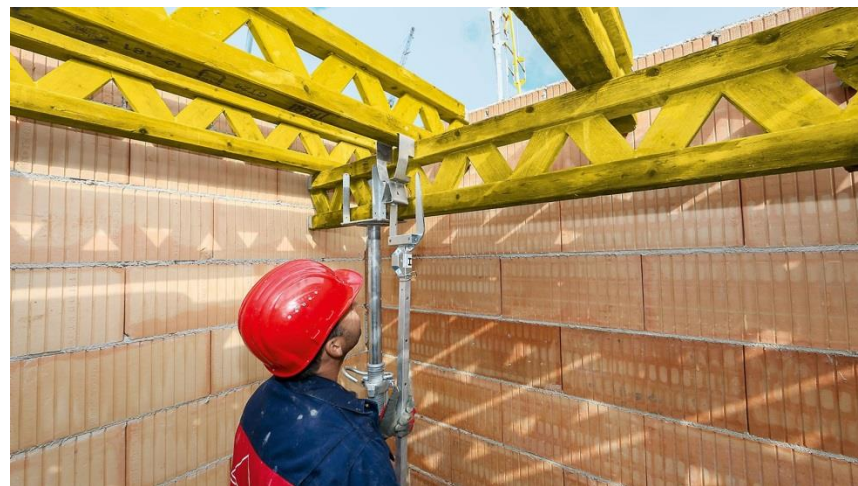


SAVREMENI SISTEMI OPLATA („PERI“)

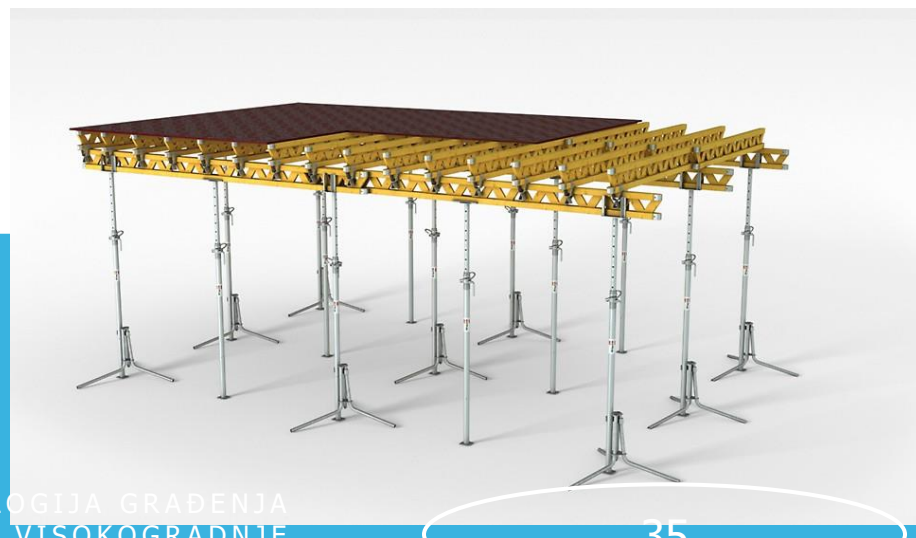
Zidovi (trio-panel)



Međuspratne oplate (multiflex-girder slab)



Stubovi (duo-universal)



2022-10-16

TEHNOLOGIJA GRADENJA
OBJEKATA VISOKOGRADNJE
2022/23

35

TRIO Panelna oplata



SAVREMENI SISTEMI OPLATA („PERI“)

Zidovi (duo universal)



Tavanice (grid-flex)



Tavanice (duo universal)



Tavanice (sky-deck panel)



Primjer: „Filadelfie“ Administrativna zgrada u Pragu



Sedamnaestospratna zgrada
(BB Centrum Park u Pragu).
Investitor: PASSERINVEST GROUP
Projektant: DaM
Izvođač: PSJ

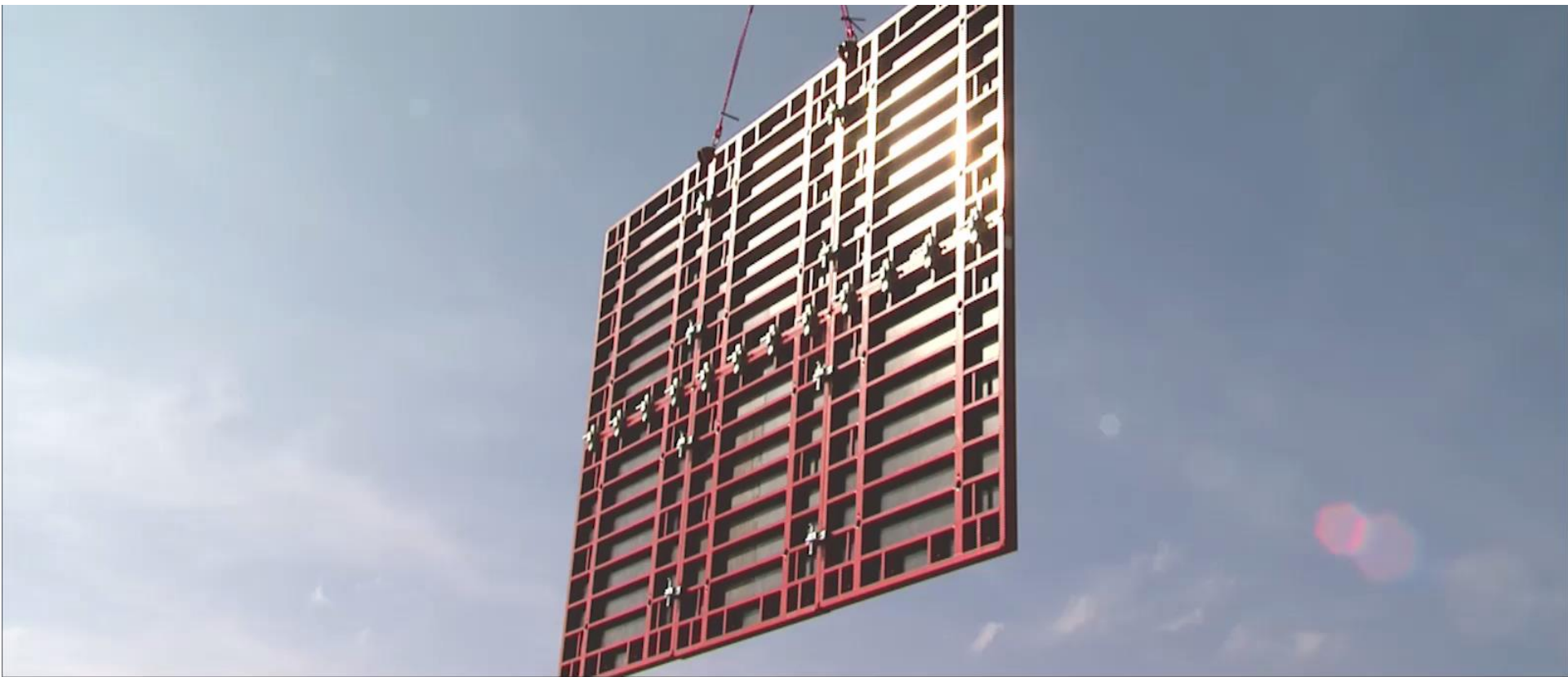
Korišćena je oplata sistema Peri (Njemačka), koji je vrlo fleksibilan i prilagodljiv.

Za **konstruisanje zidova** korišćena je **TRIO panelna oplata** i gredna oplata za zid VARIO GT 24. Za stubove dimenzija pop.presjeka 20-50 cm korišćena su dva sistema oplata **RAPID i QUATTRO**.

Za **ploče** standardne debljine 20 – 30 cm oplata su **PERI MULTIFLEX**.

Kombinovani su oplatni nosači - **rešetkaste grede PERI GT 24** kao primarni nosači i **pune grede VT 20** kao sekundarni nosači.

Masivne ploče debljine 1.5 m (opterećenje 40 kN/m²), koje su postavljene na osnovnom nivou radi postizanja ravnomjerne raspodjele opterećenja, izvedene su pomoću duplih greda GT24 (ove grede pojedinačno se koriste za ploče debljine do 60 cm).



2022-10-16

„FILADELFIE“ ADMINISTRATION BUILDING IN PRAGUE

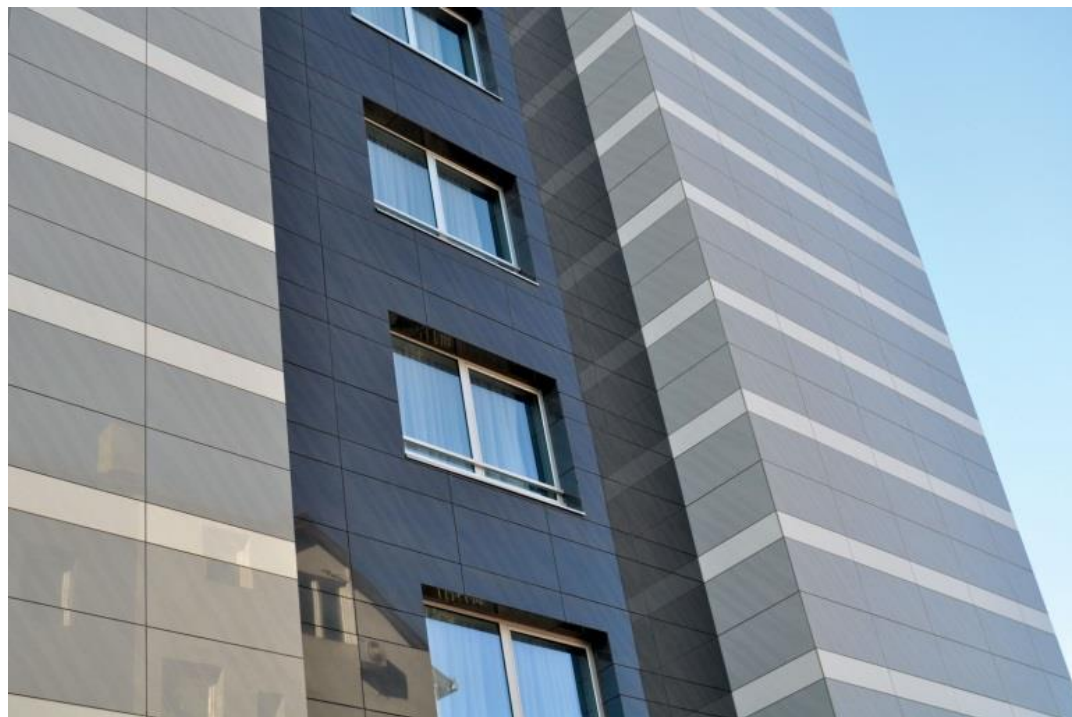


**Građenje
primjenom
sistema oplata
„Peri“**

TEHNOLOGIJA GRAĐENJA OBJEKATA V

2022-10-16

PRIMJENA SAVREMENIH FASADNIH PANELA



2022-10-16

MONTAŽNI SISTEMI GRAĐENJA

Faktori koji su inicirali montažni sistem građenja

- **Potrebe za bržom gradnjom**
- **Novi građevinski materijali**
- **Razvoj tehnologije izgradnje**

Vrste montažnih sistema gradnje

Montažno-skeletni čelični sistemi građenja

Montažno-skeletni betonski sistemi građenja

Montažno-panelni sistemi građenja

Montažno-čelijasti sistemi građenja

MONTAŽNA GRADNJA – SKELET MONTAŽNE KUĆE



2022-10-16

MONTAŽNA KUĆA



2022-10-16

Montažna zgrada



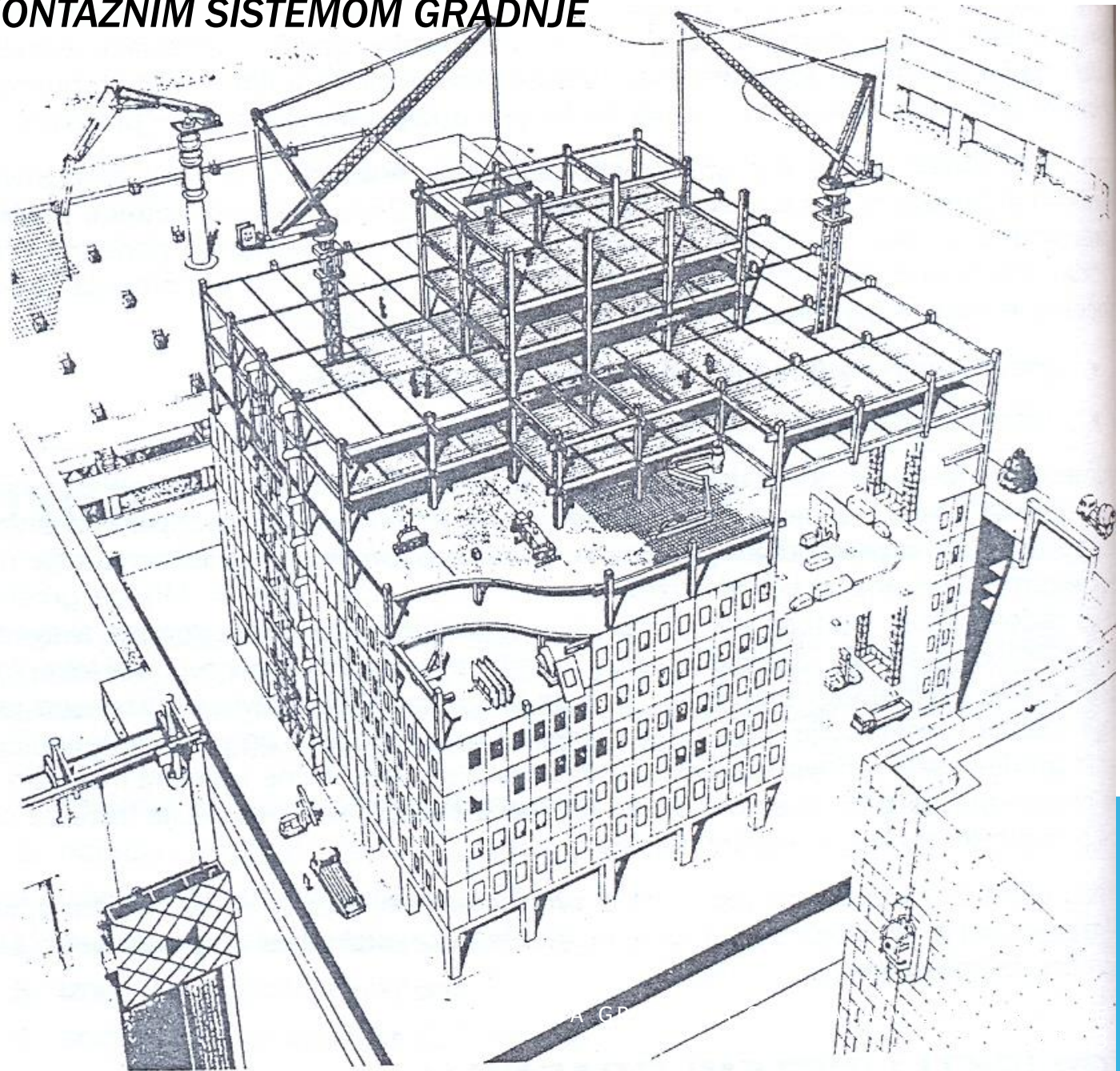
2022-10-16

MONTAŽNA ZGRADA KAO SISTEM



Izvor: R. Trivunić i Dražić 2009

GRAĐENJE MONTAŽNIM SISTEMOM GRADNJE



BETONSKE MONTAŽNE ZGRADE

Tipovi prema vrsti elemenata

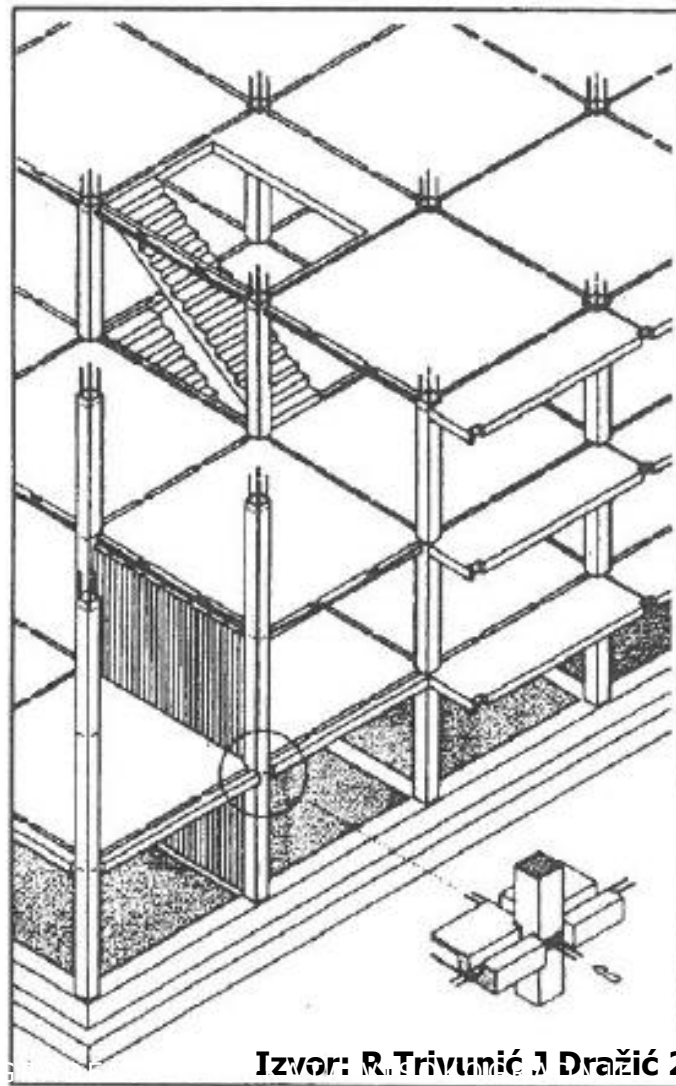
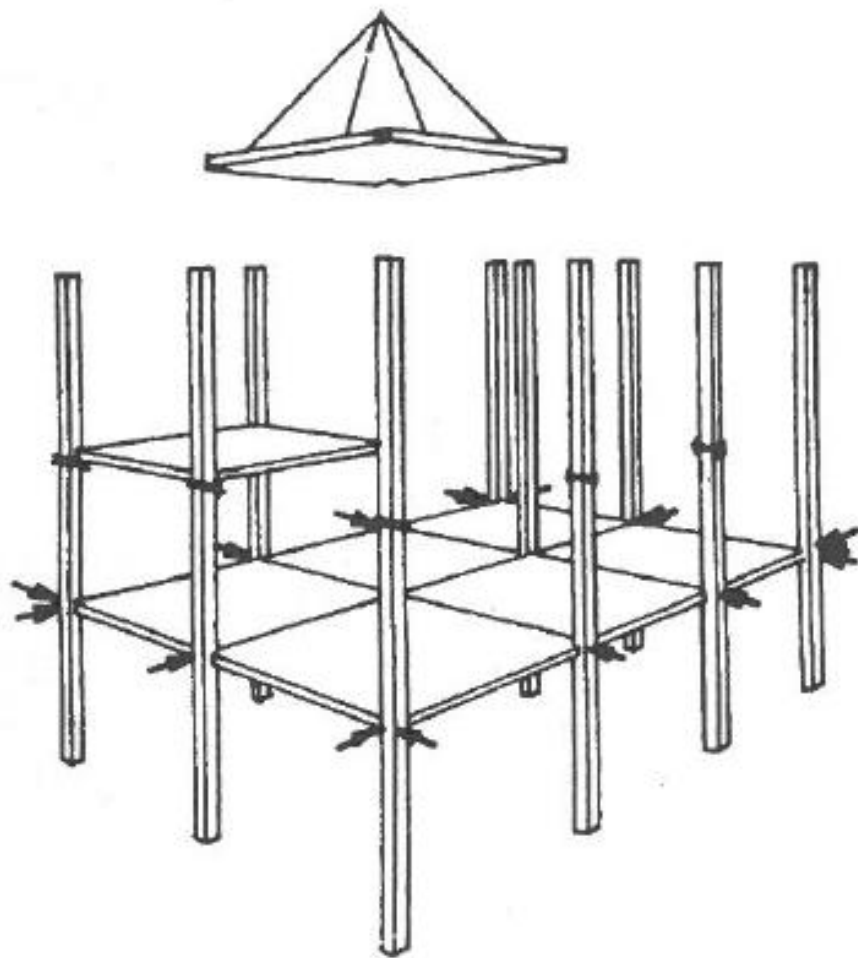
1.Skeletne

2.Panelne

3.Ćelijske

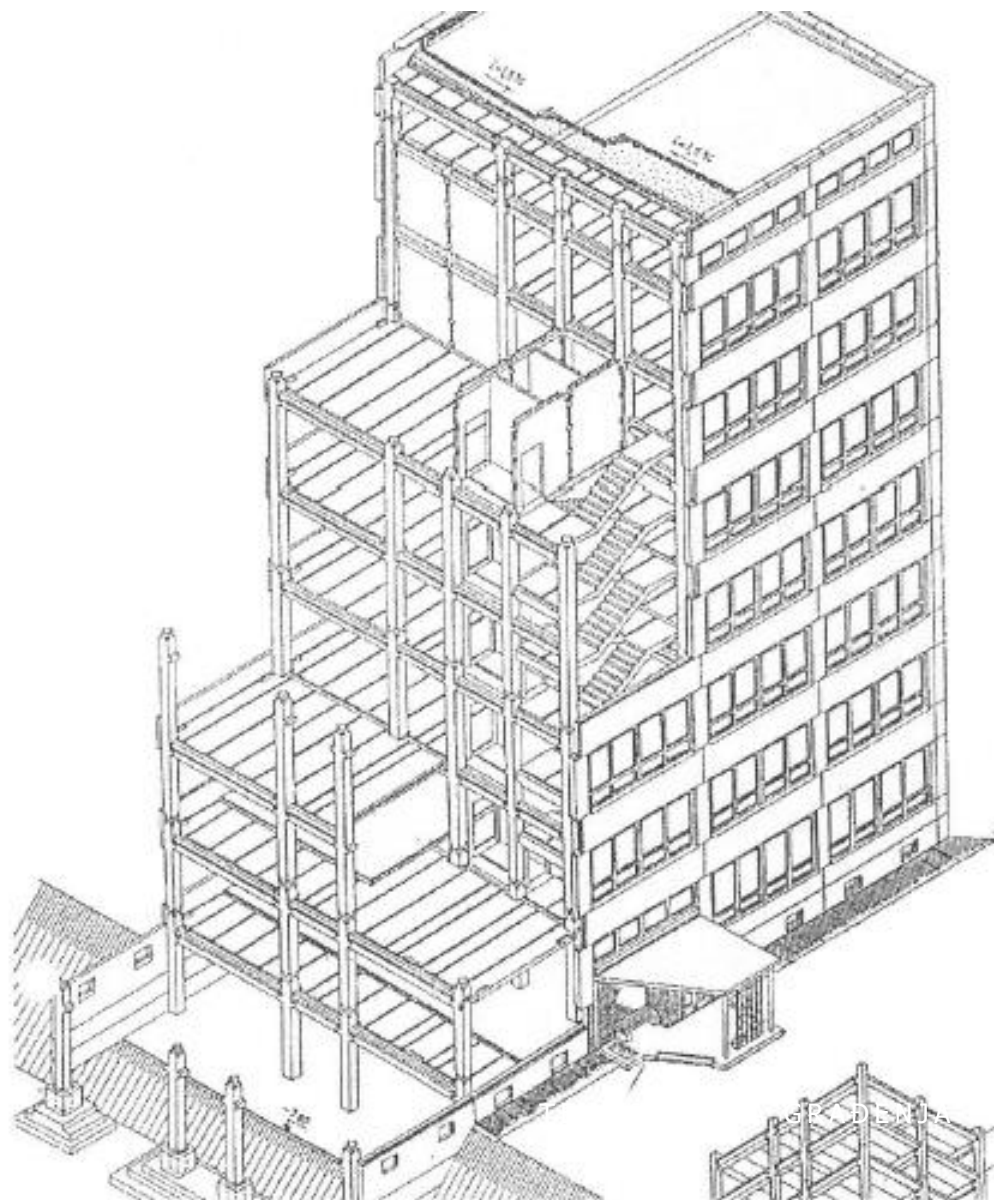
4.Kombinovane

SKELETNE BETONSKE ZGRADE



Izvor: R. Trivunić i Dražić 2009

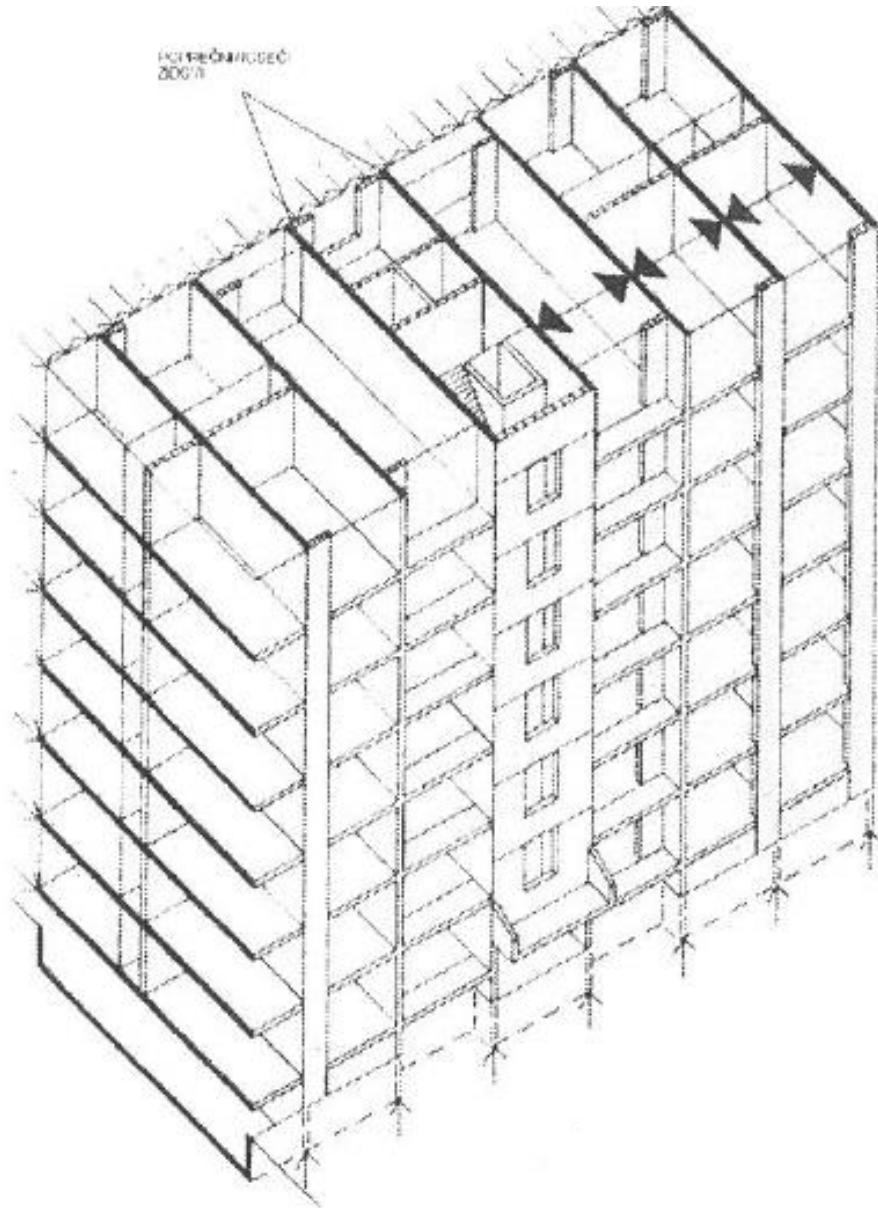
SKELETNE BETONSKE ZGRADE SA GREDAMA



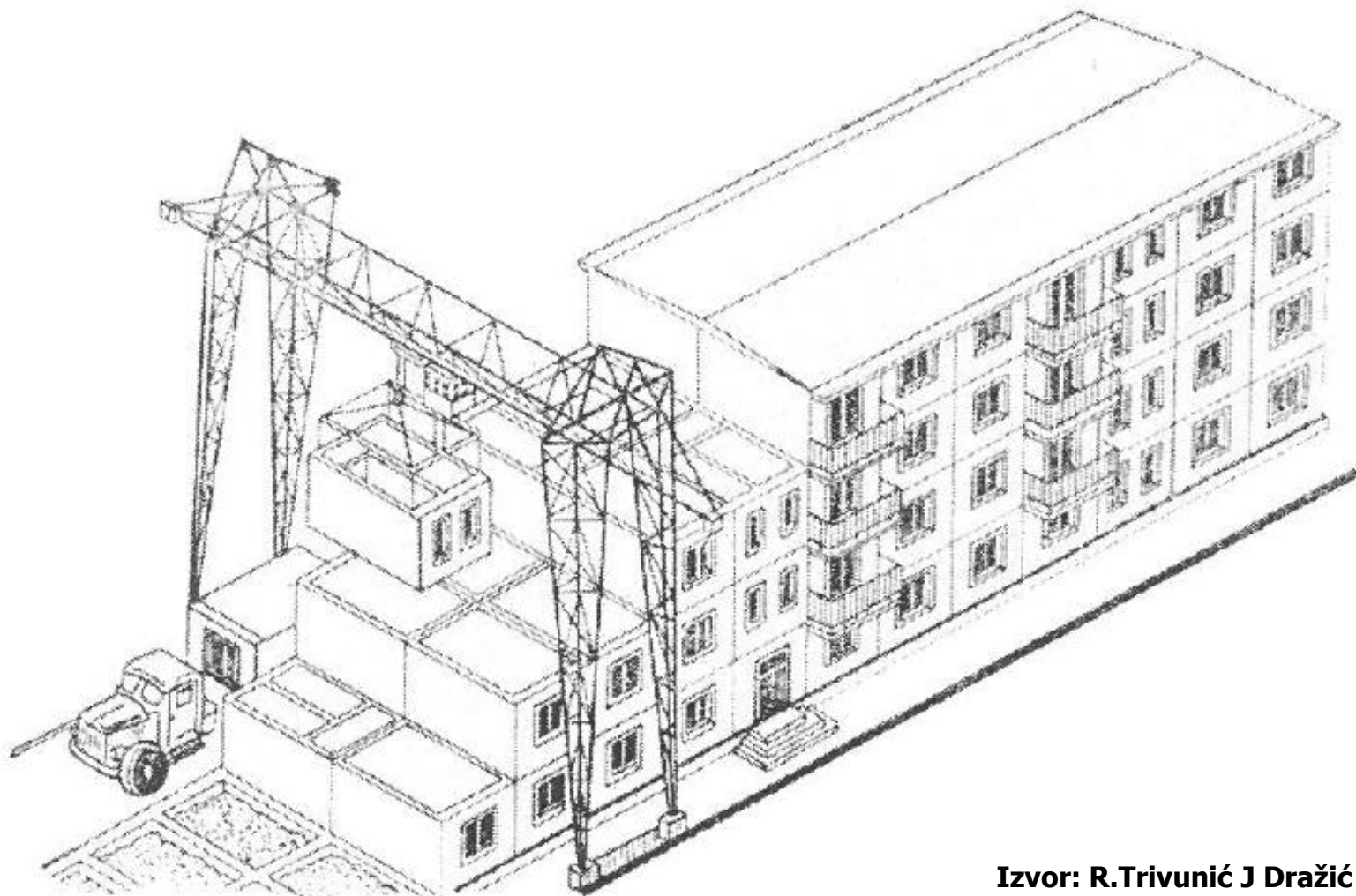
2022-10

Izvor: R. Trivunčić i Dražić 2009
GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURA
2022/23

PANELNE BETONSKE ZGRADE



ĆELIJASTE BETONSKE ZGRADE

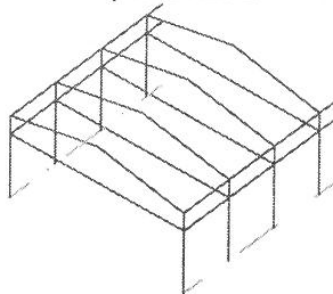


Izvor: R.Trivunić J Dražić 2009

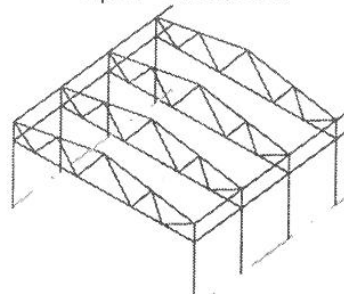
MONTAŽNE BETONSKE HALE

Tipovi prema vrsti
elemenata koji
premošćuju raspone

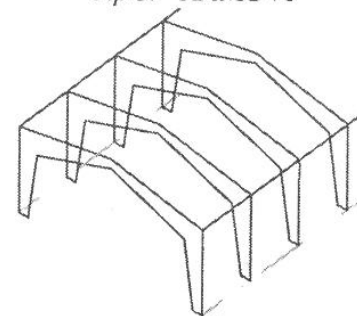
Tip 1. GREDE



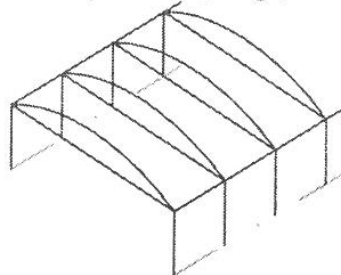
Tip 2. REŠETKE



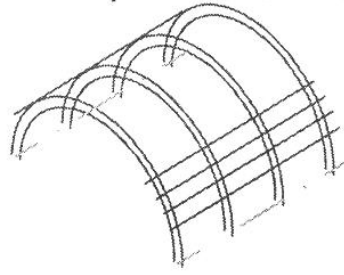
Tip 3. RAMOVI



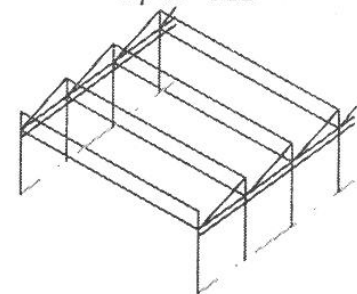
Tip 4. LUK(zatega)



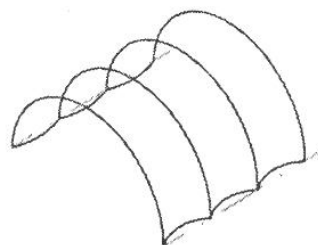
Tip 5. LUKOVI



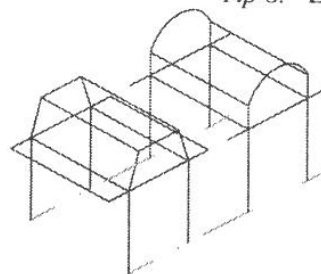
Tip 6. ŠED



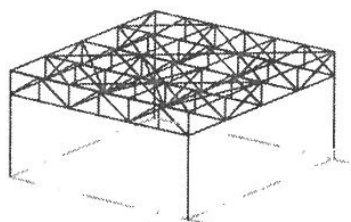
Tip 7. SVODOVI



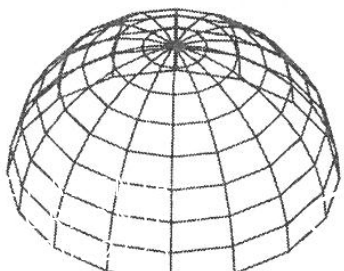
Tip 8. LJUSKE



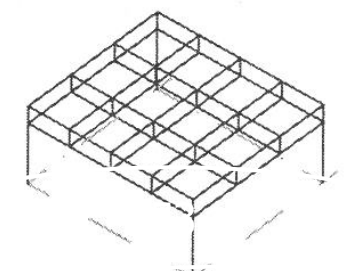
Tip 9. PROSTORNE
REŠETKE



Tip 10. KUPOLE



Tip 11. ROŠTILJI



Elementi konstrukcije se izrađuju u specijalizovanim pogonima

- zidovi sa ugrađenim instalacijama
- sanitarni blokovi
- fasadna platna sa stolarijom ili bravarijom
- pregradni paneli
- blok sobe ili čitavi stanovi

Gotovi prefabrikati transportuju se na gradilište i montiraju pomoću sredstava za vertikalni transport.

Prednosti metode:

- Izražena ekonomičnost
- Skraćeno vrijeme građenja
(15-20% manje od tradicionalnog sistema građenja)
- Manji troškovi radne snage
- Manji troškovi materijala i mehanizacije
- Bitno povećanje kvaliteta

Nedostaci metode:

- Ograničavanje projektantskih sloboda
- Unificiranje objekata

INDUSTRIJSKI SISTEMI GRAĐENJA

- ❑ **Svi objekti se rade u serijskoj ili masovnoj proizvodnji**
- ❑ **Ovim metodom najčešće se izvode industrijski objekti**
- ❑ **Uslov za industrijski sistem građenja je tipiziranje dimenzija svih elemenata**
- ❑ **Tipizacija je moguća jedino ako se zasniva na razrađenoj tehničkoj dokumentaciji i izvršenoj organizaciono-tehnološkoj pripremi.**
- ❑ **Pri izgradnji stambenih naselja postiže se skraćenje roka od 30 %**
- ❑ **Niža cijena po jedinici proizvoda od 5-10%**

Vrste građevinskih radova

Podjela tehnoloških procesa građenja prema redosljedu

- ❑ Pripremni radovi
- ❑ Glavni radovi
- ❑ Završni radovi

Prema specijalizovanim grupama radnika

- ❑ Građevinski (grubi) radovi
- ❑ Instalaterski radovi
- ❑ Završni (zanatski) radovi

GRAĐEVINSKI (GRUBI) RADOVİ

Zemljani radovi

Tesarski radovi

Armirački radovi

Betonski radovi

- Nearmirani beton
- Armirani beton
- Prednapregnuti beton

Montažerski radovi

2022-10-16

Instalaterski radovi

Instalacija vodovoda

- Instalacija pitke vode
- Instalacija protivpožarne vode

Instalacija kanalizacije

- Instalacija fekalne kanalizacije
- Instalacija kišne kanalizacije

Elektro instalacije

- Instalacije jake struje
- Instalacije slabe struje

Termo-tehničke instalacije

- Instalacije grijanja
- Instalacije klimatizacije
- Procesne instalacije i druge

Završni (zanatski) radovi

- Teracerski radovi
- Fasaderski radovi
- Kamenorezački radovi
- Gipsarski radovi
- Keramičarski radovi
- Molerski radovi
- Farbarski radovi
- Tapetarski radovi
- Podopolagački radovi
- Parketarski radovi
- Izolaterski radovi
- Stolarski radovi
- Bravarski radovi
- Limarski radovi
- Roletnarski radovi
- Radovi na antikorozivnoj zaštit
- Radovi na izradi spuštenih plafona
- Radovi na izradi lakih pregrada

Osnovni pojmovi u procesu građenja

- Naručilac - Investitor**
- Izvođač**
- Nadzor**
- Ugovor o građenju**
- Građevinski objekat**
- Konstrukcija**
- Gradilište**
- Tehnička dokumentacija**
- Tehnička specifikacija**
- Standardi**
- Normativna dokumeta**
- Izgradnja objekta**
- Metodologija građenja**
- Rekonstrukcija objekta**
- Radovi na građevinskom objektu**
- Pripremni radovi**
- Stalni radovi**
- Viškovi radova**
- Manjkovi radova**
- Nepredviđeni radovi**
- Nepredvidivi radovi**
- Naknadni radovi**

Neposredno građenje

- tri međusobno povezana osnovna oblika

- ❑ Tehnika i tehnologija građenja
- ❑ Organizacija građenja
- ❑ Ekonomika građenja

Procesi građenja

- ▶ Neposredni radni procesi
- ▶ Snadbijevanje energijom i vodom
- ▶ Odvodnjavanje
- ▶ Unutrašnji i spoljašnji transport
- ▶ Skladištenje i odlaganje materijala
- ▶ Tekuća održavanja sredstava za rad
- ▶ Zaštita radnika, građevinskog objekta i okoline

Pregled tehnološkog procesa

- Sagledavanje tehnološkog procesa - značaj
- Analiziranje tehnoloških procesa
- Primjer podjela na tehnološke linije
- Karta procesa i simboli koji se koriste
- Primjeri karte tehnološkog procesa

SAGLEDAVANJE TEHNOLOŠKIH PROCESA

ULOGA I ZNAČAJ

- ❑ Tehnološki procesi obuhvataju izgradnju, kao i funkcionisanje objekta
- ❑ Određivanje realnih potreba za resursima
- ❑ Određivanje realne cijene
- ❑ Određivanje realnog vremena izgradnje
- ❑ Neophodan je timski rad na sagledavanju tehnoloških procesa

Analiziranje tehnoloških procesa

Operacije i procesi

Resursi (radna snaga, mehanizacija i materijali)

Tehnološka linija

Tehnološki proces

PRIMJER PODJELE NA TEHNOŠKE LINIJE

Izrada armiranobetonske konstrukcije :

- ▶ Spravljanje i transport svježe betonske mase
- ▶ Izrada i transport armature i gotovih armaturnih sklopova
- ▶ Izrada i transport oplata
- ▶ Unutrašnji transport i montaža oplata i armature
- ▶ Unutrašnji transport i ugrađivanje betona



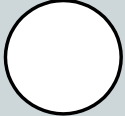



KARTA PROCESA

Metod za prikazivanje tehnologije rada

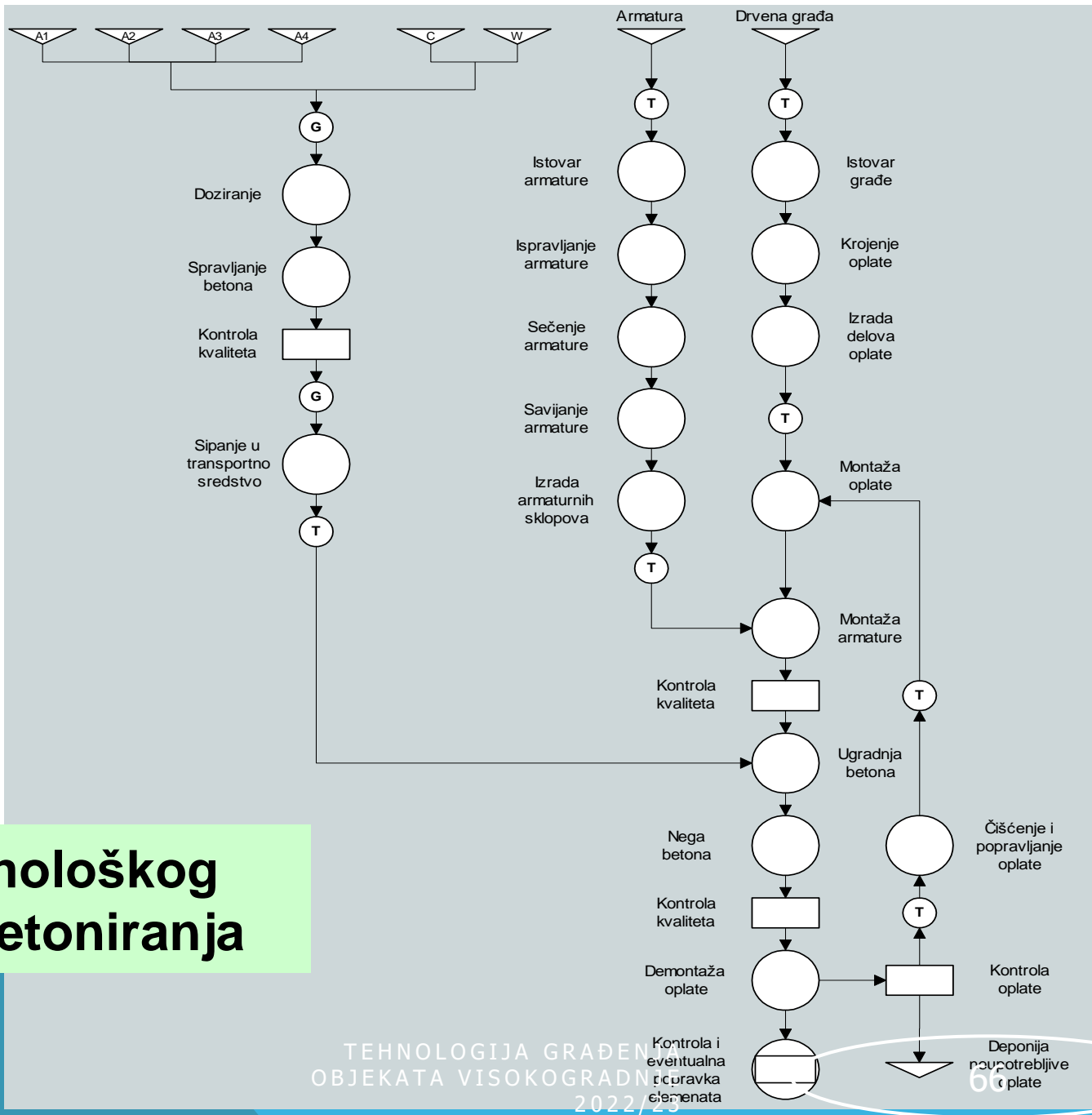
Ukazuje na osnovne operacije i postupke u okviru tehnoloških linija

Osigurava kompletan uvid u operacije i resurse potrebne za funkcionisanje pojedinih tehnoloških linija

Simboli koji se koriste pri izradi karte procesa

	Transport gravitacijom
	Transport transportnim sredstvom
	Operacija
	Deponija
	Kontrola
	Obavezan zastoj

Uz simbole na karti procesa potrebno je upisati i oznaku (naziv) mašine koja obavlja navedenu operaciju. Samo u kartama koje daju opšti prikaz procesa mogu se izostaviti ove oznake.



Karta tehnološkog procesa betoniranja

Karta tehnološkog procesa montaže

