

ZNAČENJE I POVEZANOST OSNOVNIH POJMOVA iz područja TEHNOLOGIJE GRAĐENJA

Uvodna predavanja za predmet **Tehnologija i strojevi za građenje**
na 3. semestru stručnog studija

napisao: **mr.sc. Držislav Vidaković, d.i.g., viši predavač, Građevinski fakultet Osijek**

Tehnika

(općenito, prema B. Klaiću) -su **oruđa** (noviji propisi koriste riječ oprema - op. D.V.) i **znanja** –skup metoda i vladanje (umješnost, vještine) tim metodama koji se primjenjuju u bilo kojem radu.

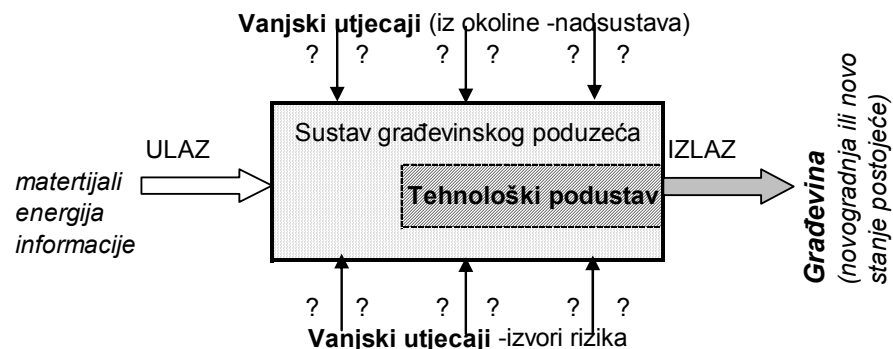


Tehnologija

(općenito, prema B. Klaiću) -je **nauka o načinu prerade sirovine** (resursi za građevinske projekte - op. D.V.) **u gotove proizvode** (građevine - op. D.V.).

Pojam tehnologija ima korijene, u grčkom jeziku (*tehnos + logos*), a mogao bi se definirati i kao „skup teorijskih i praktičnih znanja koja ljudi koriste da primjenom snage i vještine od različitih materijala, polu-proizvoda i energije unaprijed definiranim procesima stvaraju nove proizvode“. Opći karakter ovakvih definicija ukazuje na pojavu široke primjene ovog termina u brojnim oblastima.

U inženjerskim disciplinama pojam tehnologije je u tijesnoj vezi sa **sredstvima** (strojevima, opremom, alatima) koja se koriste u procesima. Tehnologija se u našoj praksi iskazuje različitim i brojnim metodama, procesima, tehnikama, pod čijim uticajem dolazi do **transformacije** i/ili **premještanja** (pozicioniranja) **sirovih materijala** s ciljem da se ulazu (*input-u*) doda vrijednost i stvori izlaz (*output*) koji zadovoljava ili služi nekoj od potreba ljudi.



T e h n o l o g i j a g r a đ e n j a zapravo proučava **tehnološki podsustav** u proizvodnom, organizacijskom sustavu izvođenja graditeljskih projekata.

Tehnologija građenja jedno je od područja kojom se bavi **organizacija građenja**, a obje disciplina imaju dodirnih točaka i s **ekonomijom** (pitanje troškova, rokova i isplativosti), **pravom** (važeći zakonski propisi) i **ergonomijom**. Obzirom da se tehnologija bavi strojevima za građenje povezana je i sa **strojarstvom**, a organizacija građenja dijelom se „preklapa“ i s drugim znanostima kao što su npr. sociologija i psihologija.

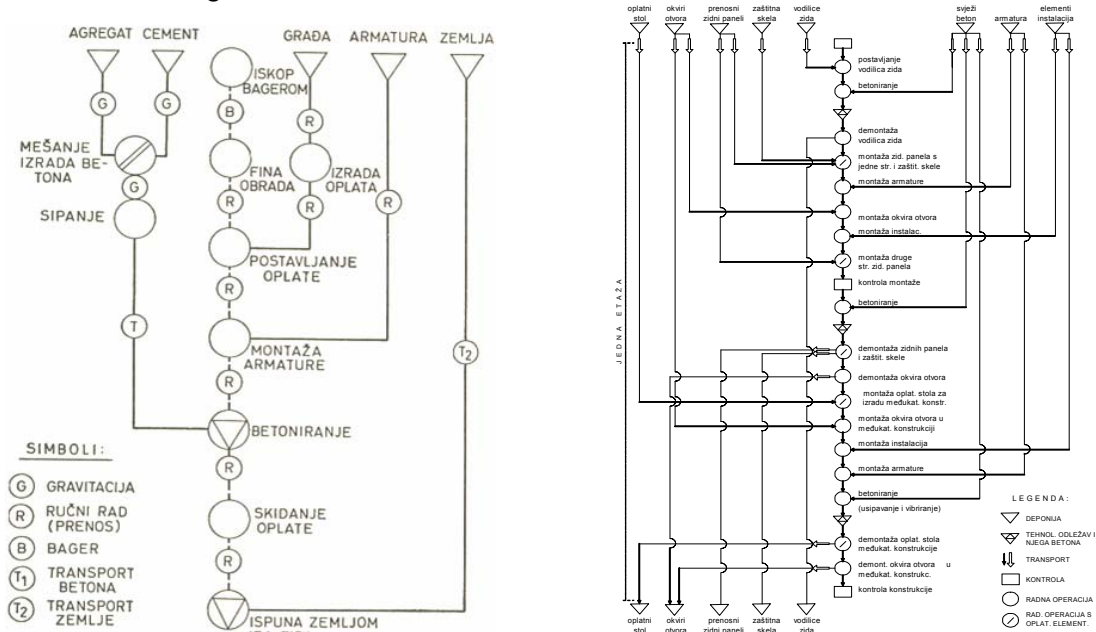
Tehnološki proces – tehnološki postupci

Tehnologija istražuje odvijanje proizvodnje u cjelini, a posebno tehnoloških procesa (na koje se dijeli izvedba građevine), kao i pojedine čimbenike koji utječu na odvijanje procesa, njihovu međusobnu ovisnost i promjenjive odnose. Radni proces odvija se na prostoru na kome djeluje veći ili manji broj radnika, strojeva i postrojenja većeg ili manjeg učinka. **Tehnološki proces označava redoslijed i način obavljanja pojedinih dijelova složenoga radnog procesa** za dobivanje proizvoda određenih osobina. Rad obavljaju radnici i strojevi, a za izradu istog proizvoda (građevine), odnosno većine njegovih dijelova mogu se primijeniti različite tehnologije. (Trebalo znati odrediti što je kada najpogodnije!)

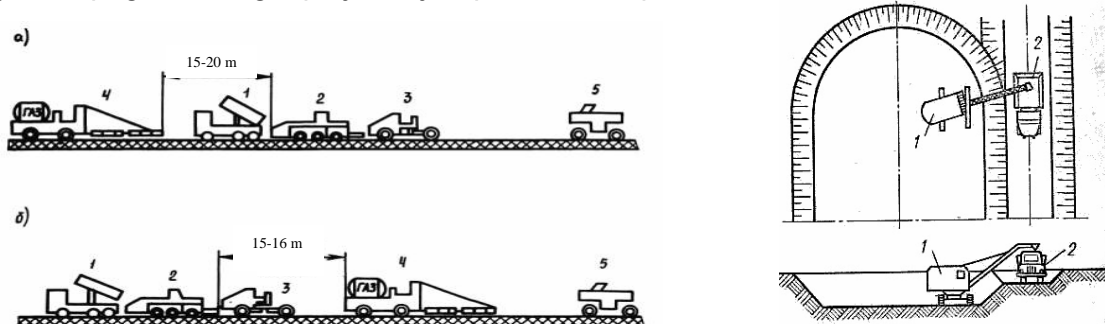
Za sve proizvode mora biti razrađen tehnološki proces rada. Svaku građevinu, da bi joj izračunali troškove realizacije te izradili vremenski plan i organizirali izvedbu radova, potrebno je podijeliti na njene elementarne dijelove. Stavke troškovnika i aktivnosti vremenskih planova najčešće se definiraju upravo na nivou tehnoloških procesa. **Složeni tehnološki proces** dijeli se na tehnološke, **radne procese**. Tehnološki proces rada čini sistem izrade jednog artikla (vrste rada) određene vrste i obavljaju ga radnici jednog, odgovarajućeg zanimanja. Tehnološki proces treba sadržavati metode rada, režim rada, vrijeme rada i složenost rada. Tehnološki postupak može se dijeliti na **operacije** koje čine onaj dio procesa koji se obavlja na posebnim radnim mjestima ili strojevima, odnosno s posebnim alatima.

Tehnološki procesi prikazuju se (za analizu i planiranje) rastavljen na operacije (bitno je prepoznati ključne operacije):

- **kartom procesa (process chart)** -simboli za operacije, transporte, skladištenje kontrolu i dr., uz obveznu legendu,



- **dijagramom toka (flow diagram)** -na shemi pogona ili gradilišta gdje se odvija ili u presjeku ili pogledu istoga, pa je vidljiv i prostorni raspored,



- **tekstualnim opisom** -obično u kombinaciji s još nekim drugim načinom prikaza.

Posebности graditeljske proizvodnje očituju se prije svega u njenoj projektnoj orijentiranosti (kao primjerice i brodogradnja, ali bitno različito od raznih industrijskih djelatnosti):

- zbog karaktera pojedinačnosti (unikatnosti) graditeljskog proizvoda za svaku se građevinu mora izraditi posebna projektna dokumentacija, kao i dokumentacija organizacije proizvodnje (POG), jer se svaka građevina gradi na posebnoj lokaciji ili/i u drugim vremenskim uvjetima ili/i s različitim radnim resursima (ljudima, strojevima), pa je rutina manje izražena;
- pri izvođenju građevinskih radova proizvod je nepomičan, a radnici i strojevi se premještaju (upravo obrnuto nego u industrijskoj proizvodnji na traci);
- realizacija građevinskih radova obavlja u značajnoj mjeri pod izloženošću brojnih vanjskih, prirodnih utjecaja (temperatura, oborine, vodostaj i dr.);
- potrebno je dugo vrijeme za proizvodnju graditeljskog proizvoda –građevine (prosječno 0,5 -1,5 god.);
- rad radnika u graditeljstvu je složen (obavljaju veći broj različitih operacija);
- uključene su mnoge i raznovrsne grane industrije u proizvodnji i transportu graditeljskih materijala, gotovih elemenata za ugradbu i opreme;
- graditeljska je proizvodnja, kolektivni rad, koji ovisi ne samo o radu pojedinih radnika; već o čitavom sustavu (kolektivu) koji učestvuje u proizvodnji. Složenost i raznolikost raznih procesa otežava ostvarenje ukupnoga procesa pri građenju objekata;
- graditeljski proizvod je nakon dovršenja nedjeljiv i nepokretan;
- proizvodi se najčešće za poznatog kupca (investitora).

Zahtjevi za produktivnijim građenjem kroz postizanje kraćeg vremena, standardne kvalitete i nižih troškova proizvodnje traže primjenu racionalnih metoda organizacije (npr. taktna organizacija) i tehnologije. Uz to, unaprjeđenje tradicijskog građenja zahtjeva i reorganizaciju primjenom industrijskih metoda proizvodnje, što u tržišnom natjecanju s brojnom konkurencijom postaje sve veći imperativ. Temeljni uvjet industrijalizacije proizvodnje uvijek je razvoj proizvodnih tehnika, pa istom podliježe i razvoj industrijalizacije proizvodnje u graditeljstvu. Graditeljsku proizvodnju moguće je približiti industrijskoj primjenom:

- **prefabrikacije, tj. gradnje s montažnim elementima,**
- **mehanizacije,**
- **automatizacije i robotizacije,**
- **racionalne organizacije** (kao što je taktno građenje) i **tehnologije građenja.**



Montirani glavni i sekundarni krovni elementi



Obr.8 R/O/B/- robot pro zidání (Pike St.NYC, USA)

Montažno (više od 50% montažnog građenja) i polumontažno (preko 50% udio tradicijskog) građenje naziva se **industrijskim građenjem**. (Uvijek je porebno dio radova obaviti na samom gradilištu, tradicijski (npr. iskopi, monolitizacija, neki završni radovi i dr.), ali ako je to ispod 10% tada se to može nazvati potpunom montažom.)

Kod većine naših obrta i u manjim poduzećima još uvijek je često tzv. **poboljšano primitivno**, tradicijsko građenje, što podrazumjeva izvođenje samo pojedinih procesa uz

upotrebu neke mehanizacije (npr. mješalice za beton ili mort, jednostavnije dizalice i sl.) Ostala građevinska poduzeća obavljaju radove uz korištenje više mehanizacije umjesto ručnog rada i uz primjenu racionalnije opreme, pa se to smatra nekim od načina **poluindustrijaliziranog građenja** (od bliže poboljšanom do blizu industrijaliziranom). **Industrijalizirano građenje** značilo bi maksimalnu industrijalizaciju svih građevinskih procesa maksimalnom zamjenom ručnog rada mehaničkim i uporabom suvremene, racionalne opreme najvećih mogućnosti, a uz obvezno postavljanje varijantnih rješenja tehnoloških i organizacijskih postupaka između kojih se pronalazi ono optimalno. Takvo građenje uključuje automatizaciju i robotizaciju građevinskih procesa i to je ono čemu se tek teži u građevinskoj praksi.

Vrste građevinskih (glavnih i završnih, tj. obrtničkih) **radova** (po abecedi) su:

- [Antikorozivni radovi](#)
- [Armirački radovi](#)
- [Asfatterski radovi](#)
- [Betonski radovi](#)
- [Bravarski radovi](#)
- [Bojadarski \(farbarski\) radovi](#)
- [Fasaderski radovi](#)
- [Gipsarski radovi](#)
- [Izolatorski radovi](#)
- [Kamenorezački radovi](#)
- [Keramičarski radovi](#)
- [Krovopokrivački radovi](#)
- [Limarski radovi](#)
- [Malerski \(ličilački\) radovi](#)
- [Montažni radovi](#)
- [Parketarski radovi](#)
- [Podopolagački radovi](#)
- [Staklorezački radovi](#)
- [Spušteni plafoni i lake pregrade](#)
- [Stolarski radovi](#)
- [Tapetarski radovi](#)
- [Teracerski radovi](#)
- [Tesarski radovi](#)
- [Transporti građevinskih materijala](#)
- [Zemljani radovi](#)
- [Zidarski radovi](#)

Vađenje i obrada kamenog materijala obično se ubraja u zemljane radove, a proizvodnja betona u betonske radove.

Pri realizaciji građevinskih radova odvijaju se i brojni **instalaterski radovi** (jaka i slaba struja, plin, vodovod i kanalizacija), a po potrebi i **strojarski radovi** (npr. lift, postrojenja unutar građevine i dr.).



Resursi - u terminologiji koja se obično koristi u vezi s realizacijom investicijskih projekata obuhvaća je „sve ono što je ljudima potrebno za realizaciju ciljeva projekta“. Resursi su nešto što se može akumulirati na primjeren način i pripremiti u količini koja je potrebna za planirani proces, ili osigurati u okviru obnovljivih izvora čija izdašnost (kapacitet) neće ugroziti pomenute procese. Da bi procesi bili efikasno realizirani njihovo korištenje mora biti neometano, planirano i optimizirano u okviru ostalih ograničenja koja projekti podrazumjevaju.

Resursi se mogu dijeliti na: prirodne resurse (zemlja, voda, minerali itd.), preoblikovane (energija, materijal, tehnički sustavi), ljudske (ljudi, znanje, institucije), omogućavajuće (novac, informacije, prostor) i vrijeme. Neki autori objekte, strojeve i opremu ubrajaju u tzv. kapitalne resurse. Zajedno sa ljudskim radom, fizičkim angažiranjem koje je osmišljeno na bazi znanja i iskustva, prirodni i kapitalni resursi predstavljaju **osnovne proizvodne faktore**.

Resursi za izvođenje građevinskih projekata su:

- ljudi (*ljudski rad*),
- strojevi –postojenja i oprema,
- materijali,
- energija,
- novac,
- informacije,
- prostor,
- u širem smislu i odluke i vrijeme.

Planiranje organizacije i tehnologije, što uključuje i planiranje potrebnih resursa, obavlja se u okviru **projekta organizacije građenja (POG)**.

Idejni POG izrađuje poduzeće (služba pripreme –timski rad) kada daje ponudu investitoru za izvođenje njegovog projekta. U idejnom POG-u, kao podlozi za definiranje ponude izvođača, u svezi tehnologije treba utvrditi temeljnu tehnološku koncepciju građenja (uvelike je određena projektom, tehničkom dokumentacijom) i glavne strojeve za procese građenja (širi izbor strojeva –koja vrsta najbolja). To je povezano s rezultatima prikupljanja i analize podloge i uvjeta građenja, te izradom idejne sheme gradilišta i određivanjem veličine puteva transporta (kao organizacijskim elementima POG-a). Na tehnološke elemente POG-a nadovezuje se (pružaju ulazne podatke) kalkulacija troškova i izrada vremenskog plana građenja.

Glavni ili izvedbeni POG izvođač građevinskih radova izrađuje nakon ugovaranja posla, a prije početka radova na gradilištu (nadograđuje se i po potrebi ažurira i paralelno s tijekom realizacije građevinskog projekta). Ova druga faza POG-a nadovezuje se na rezultate idejnog POG-a. U sklopu glavnog POG-a rješava se tehnologija izvedbe svih vrsta potrebnih građevinskih radova (sve tehnološke procese) i unutarnji transport, dimenzionira se i vanjski transport i za sve to se biraju odgovarajući (najbolji od raspoloživih) strojevi uz prethodno određivanje njihovog učinka u pretpostavljenim, praktičnim uvjetima rada (uži izbor strojeva –točno koji stroj u kombinaciji unutar tehnološkog lanca najpogodniji). Također, planira se i potreba za radnom snagom tijekom vremena realizacije, po broju, zanimanju i stupnju stručne obučenosti, kao i potrebna energija (za mehanizaciju, osvjetljenje, grijanje), voda i materijali.



Ljudski rad

se u procesu upravljanja projektima sve češće pojavljuje u kontekstu termina **human resources (HR)** koji je preuzet iz engleske terminologije a, pored rada, uključuje i ostale proizvodne potencijale zaposlenih, ali i dijelove kompanija koji se bave ovim potencijalima, selektiraju i zapošljavaju ljude, organiziraju njihovu obuku, prate efekte rada i način iskorištenja osobnih potencijala.

Veliki značaj ove tematike je uvjetovao razvoj **HR managementa** kao nove discipline koja povezuje sociološka, psihološka, tehnološka i druga znanja od interesa za organizacije.

Cijena ljudskog rada (bruto satnica) varira od poduzeća do poduzeća, a pogotovo su velike razlike između pojedinih zemalja (u Zap. Europi 15 -30 Eu/sat, u Hrvatskoj 3 -4 Eu/sat, a u Mađarskoj, BiH, Srbiji, Bugarskoj, Rumunjskoj i nekim drugim istočnoeuropskim zemljama 1 -3 Eu/sat) što bitno utječe na isplativost pojedinih tehnologija.

Radna snaga u građevinarstvu razlikuje se prema **zanimanjima** koja su u skladu s prethodno navedenim vrstama građevinskih (glavnih i završnih) radova. Suvremena sredstva rada (mehanizirani alati, tvornički proizvedeni oplatni sustavi i skele) i materijali (suvremena vezivna sredstva, polumontažni i montažni elementi itd.) olakšavaju i pojednostavljaju posao u odnosu na tradicijski način rada (npr. tradicijska, daščana oplata koja se krojila na gradilištu, izrada krvne konstrukcije s tesarskim vezovima, zidanje dimovodnih kanala punom opekom, monolitna izvedba a.b. nadvoja itd.), pa su znanja potrebna za obavljanje određenih vrsta radova manja. Zbog toga je moguće, a zbog nejednolike potrebe za pojedinim zanimanjima na gradilištu vrlo poželjno, postojanje **univerzalnih (polivalentnih) radnika** (npr. za obavljanje radova s oplatom, armaturom i betoniranjem). U slučajevima gdje su radovi složeniji, zahtjevniji i gdje se izvode veće količine iste vrste radova koriste se specijalizirani radnici jednog zanimanja (karakterizira ih usavršenost u poslu koje obavljaju). Tamo gdje se učestalo izmjenjuje potreba za različitim zanimanjima radnika (različite vrste radova), a radovi nisu posebno komplicirani pogodno je primjeniti radnike s širim poljem djelovanja od jednog zanimanja.

Prema općem normativu građevinskih radova iz vremena Jugoslavije, koji je kod nas još u primjeni, radnici se dijele na **I – VIII kategorije stručne obučenosti** (kvalifikacija).

Danas u građevinskim poduzećima (i novijim, autorskim normativima) takva podjela radne snage nije uobičajena, već se dijeli na **nekvalificirane** (NKV), **polukvalificirane** (PKV) (mogu raditi s jednostavnijim strojevima, kao npr. nekim mješalicama), **kvalificirane** (KV) (većina strojara) i **visokokvalificirane** (VKV) radnike (VKV su obično na radnom mjestu poslovođe, ali i za upravljanje nekim zahtjevnijim strojevima kao što su toranjske dizalice). Često se i to pojednostavljuje (u manjim poduzećima) dijeleći radnu snagu samo na majstore (rade samostalno) i pomoćne radnike.

Na učinak radnika, kao i strojeva, utječe raspoloživi radni prostor („fronta rada“). Smatra se da je pri građenju obično potrebno oko 15 m²/radniku, odnosno da je za 100 m² radnog prostora najbolje do 7 radnika. Na učinak radnika bitno djeluju i drugi unutarnji i vanjski čimbenici kojima se bavi organizacija građenja (trajanje radne smjene, doba dana kada se radi, temperatura, vlaga, buka i dr.).

Građevinski materijali

Da bi se bez problema moglo koristiti podatke o različitim vrstama materijala važno je upoznati principe tehnologije svake vrste radova jer se, posebno u oblasti zanatskih radova, suština tehnoloških razlika ponuđenih varijanti zasniva na razlikama u svojstvima materijala.

Najčešće se govori o sljedećim vrstama:

- armirački materijali
- tesarski materijali
- materijali za betonske radove
- zidarski materijali
- izolaterski materijali
- geosintetici



Oprema i alati

Svakodnevno se, na brojnim projektima, koriste oprema i alati specijalizirani za određene vrste, grupe ili pozicije radova. Efikasnost rada u velikoj mjeri zavisi od njih (kao što se često kaže: „Bez alata nema zanata!“).

Upravo zato je, podjednako svim majstorima, ali i inženjerima koji se bave pripremom i realizacijom projekata, od esencijalne važnosti znanje o efektima primjene različitih pomoćnih sredstava na objektima gradnje.

Većinu tradicijskih alata graditeljskih majstora danas su zamijenili mehanizirani alati, koji ne zahtjeva ljudsku snagu za pokretanje.

Kod građenja posebno mjesto (važnost) pripada **oplatnim sustavima** od kojih zavisi dinamika izrade konstrukcije objekata, a s tim i otvaranje frontova rada za ostale graditelje. Izuzetno važne su i **skele**, kao korisna sredstva koja servisiraju vrlo veliki broj građevinskih i zanatskih radova (često uz oplata, ali i za zidarske i fasaderske radove, radove održavanja i dr.).



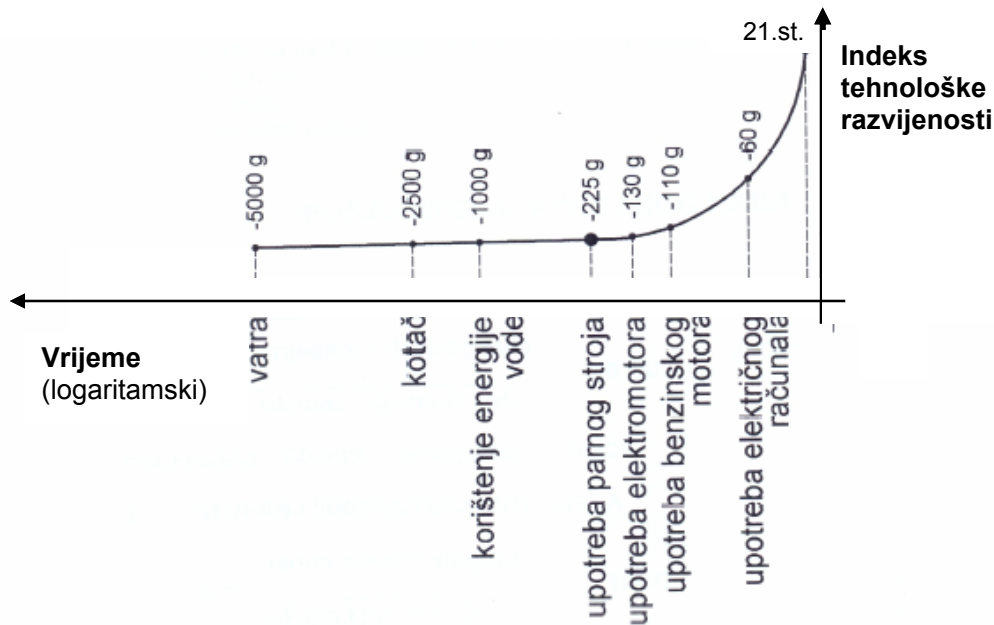
Mehanizacija –strojevi za građenje

Strojevi se ubrajaju u tehničke sustave (dijelo ljudskog stvaralaštva) koji su redovito u sklopu organizacijskih sustava. Građevinski strojevi su sastavni dio svih tehnoloških procesa u kojima se, zbog potreba graditeljskih projekata, zahvaćaju, transportiraju ili prerađuju velike količine materijala.

Strojevi koji izvor energije (nafta, električna, komprimirani zrak) pretvaraju u mehaničku energiju pogodnu za korištenje nazivaju se **pogonski strojevi**, odnosno **motori**. Strojevi koji troše mehaničku energiju i pretvaraju je u koristan rad su **radni strojevi** i u takve se ubrajaju razmatrani građevinski strojevi (mehanizacija).

Mehanizacija je razvijana radi zamjene ljudskog rada, odnosno za povećanje produktivnosti, kvalitete (preciznosti) i sigurnosti na radu, a što sve donosi manje troškove, odnosno veći profit izvođača radova. (Primjerice gradnja poznatog *Sueskog kanala* dužine oko 130 km trajala je od 1860 -70. godine, pri čemu je iskopano 35 milijuna m³, a u radu je sudjelovalo 41.000 radnika i 60 primitivnih bagera. *Panamski kanal* izveden je od 1906 -14. godine, a iskopano je čak 135 milijuna m³. Za *Managil kanal* u Sudanu dužine slične *Sueskom* kanalu iskopano je 28 milijuna m³, a sve je urađeno za dvije i pol godine, od 1957 -59. godine s 700 radnika i 68 snažnih strojeva. U 21. stoljeću po količini, rokovima i vrijednosti izvedbe ističe se izgradnja umjetnih otočja uz obalu Dubaija.)

Strojevi (mehanizacija) su sinonim tehnološkog razvoja jer se, projektiranjem novih modela i prilagođavanjem postojećih, sve kvalitetnije zadovoljavaju potrebe u pogledu obujma, brzine i kvalitete radova. Zato su za mogućnost usporedbe važni **pokazatelji mehaniziranosti radova**, koji se možu odnositi i na poduzeće u cijelini i na pojedino gradilište, odnosno građevinski projekt u realizaciji.



Učešće mehanizirane izvedbe radova može se izraziti (u građevinarstvu, ali i drugim djelatnostima, npr. rudarstvu, šumarstvu, poljoprivredi itd.):

- **stupnjem zahvata radova mehanizacijom** (postotak koji predstavlja odnos količine radova obavljenih mehanizacijom i ukupne količine radova, najčešće izraženo kroz njihovu

novčanu vrijednost): $S_{zrm} [\%] = \frac{Q_{mehanz} [mjer. jed.]}{Q_{ukupno} [mjer. jedin.]} * 100$ ili $= \frac{cijena Q_{mehanz}}{cijena Q_{ukupno}} * 100$

- **stupnjem mehaniziranosti** (ili **mehanizacije** ili **mehanoopremljenosti**) (postotak koji predstavlja odnos vrijednosti mehanizacije i ukupna vrijednosti realiziranih radova na određenom gradilištu ili u poduzeću, a može se odnositi na jednogodišnju proizvodnju):

$S_{mehanz} [\%] = \frac{vrijednost mehanizacije}{cijena svih izvedenih radova (za 1 god.)} * 100$

- **stupnjem energije** (omjer iznosa ukupno instalirane snage građevinske mehanizacije u kW i broja zaposlenih, tj. angažiranih radnika):

$S_{energ} [kW/radniku] = \frac{snaga svih građ. strojeva i uređed [kW]}{broj zaposlenih radnika}$

Općenito se u niskogradnji radovi mnogo više obavljaju strojno nego u visokogradnji (koja ima veliko učešće završnih, obrtničkih radova koji više koriste samo odgovarajuće mehanizirane alate). Zato je u niskogradnji $S_{zrm} = 50-90\%$, a u visokogradnji $S_{zrm} = 30-70\%$. Niti jedan stroj, bilo da pretvara prirodnu energiju u mehaničku ili mehaničku energiju u rad, ne može pretvoriti svu energiju, tako da jedan dio energije uvijek ostaje neiskorišten. Zato je za strojeve uvijek važan parametar tzv. **stupanj iskorištenja**, koji predstavlja

omjer iskorištene energije prema primljenoj energiji: $\eta = \frac{\text{iskorištena energija}}{\text{primljena energija}}$

Smjerovi razvoja građevinskih strojeva:

- veći učinak (snaga, brzina, hidraulične komande, dimenzije –tzv. divovska mehanizacija, koja se često koristi samo u velikim rudokopima),
- višefunkcionalnost (polivalentnost, univerzalnost),
- specijalni strojevi (teleskopski, za iskope pod vodom i dr.),
- bolja iskorištenost energije,
- bolja pokretljivost (različite vrste pneumatika i gusjenica, te kombinacija načina kretanja), veća preciznost (laseri, satelitsko navođenje), mini strojevi, manje zagađenje i dr.

Naravno cilj je uvijek smanjenje troškova, ali kako se oni uvijek dijele na fiksne (neovisne o količini obavljenog posla) i proporcionalne, izbor, odnosno isplativost svakog stroja ovisi o količini rada, te cijeni ljudskog rada (kao alternativni strojnom obavljanju istih radova). Strojevi iste vrste, isti ili vrlo slični onima koji se koriste u građevinarstvu, koriste se često i u nekim drugim djelatnostima, npr. rudarstvu (damperi, bageri, utovarivači itd.), poljoprivredi (grejderi), šumarstvu i drugdje.

Osnovna podjela, **podjela prema namjeni građevinskih strojeva**, zasniva se na kriteriju „radova iste vrste“ za koje je stroj namjenjen:

- [Strojevi za proizvodnju i preradu građevinskog materijala](#)
- [Strojevi za zemljane radove](#)
- Strojevi za radove u stijeni
- [Strojevi za betonske radove](#)
- [Strojevi za armiračke radove](#)
- [Strojevi za transport](#)
- Strojevi za asfaltne radove
- Strojevi za specijalne radove
- Pomoćna sredstva s pogonskim motorom

Čak i pri ovakvoj podjeli dolazi do nekonzistentnosti pristupa jer se, u okviru strojeva za istu vrstu radova, mogu bitno razlikovati principi njihovog djelovanja. No, bez podjele nema mogućnosti za uspješno prepoznavanje varijantnih rešenja za pojedine dijelove tehnološkog procesa. Građevinski strojevi mogu se dijeliti i razvrstavati po različitim kriterijima, na način da se isti strojevi mogu naći čak u više grupa (u zavisnosti od vrste pogona, mjesta ili načina djelovanja itd.).

Svi građevinski strojevi mogu se grupirati i u skladu s nekim od drugih kriterija kao što je:

Prema masi - strojevi se mogu dijeliti na:

- male strojeve (do 80 kg)
- srednje strojeve (od 80 kg do 6 t)
- velike strojeve (od 6 t do 18 t)
- vrlo velike strojeve (više od 18 t).

Prema pokretljivosti - strojevi se mogu dijeliti na:

- prijenosne strojeve (ručno, dizalicom)
- samohodne strojeve (točkovi, gusjenice i dr.)
- montažno-demontažne strojeve (premještanje moguće samo u dijelovima)
- stabilne strojeve (ne mogu se premještatati bez oštećenja).

Prema pogonu - strojevi se mogu dijeliti na:

- strojeve s parnim pogonom
- strojeve s eksplozivnim motorima (s unutarnjim sagorjevanjem)
- strojeve s električnim motorima
- strojeve s motorima na komprimirani zrak ili ulje
- strojeve sa specijalnim motorima.

Prema načinu upravljanja - strojevi se mogu dijeliti na:

- strojeve s mehaničkim upravljanjem
- strojeve s hidrauličkim upravljanjem
- strojeve s električnim upravljanjem
- strojeve s pneumatskim upravljanjem
- strojeve s daljinskim upravljanjem

Prema načinu rada - strojevi se mogu dijeliti na:

- strojeve s kontinuiranim radom (konstantno koriste istu snagu motira)
- strojeve s cikličnim radom (obavljaju radove uzastopnim ponavljanjem ciklusa s istim nizom radnji)



Učinak strojeva može se definirati kao količina kvalitetom zadovoljavajućeg rada, odnosno proizvoda (u adekvatnim mjernim jedinicama: m^3 , m^2 , m, kom, t), koja se obavi u nekom jediničnom vremenu (najčešće sat, ali može biti i radna smjena, dan, mjesec i dr.). **Konstruktivski učinak**, označuje učinak koji stroj postigne za vrijeme kratkotrajnog neprekidnog rada pri najpovoljnijim uvjetima. Taj se učinak ispituje u tvornicama i naznačuje u prospektima, katalogima i popratnim dokumentima stroja. **Teorijskim (ili tehničkim)**, **satnim učinkom stroja** smatra se rezultat jednosatnog rada stroja u idealiziranim uvjetima, pa on podrazumjeva samo utjecaj konstrukcijskih, tehničkih parametara toga stroja manifestiranih u radu s pretpostavljenim materijalom.

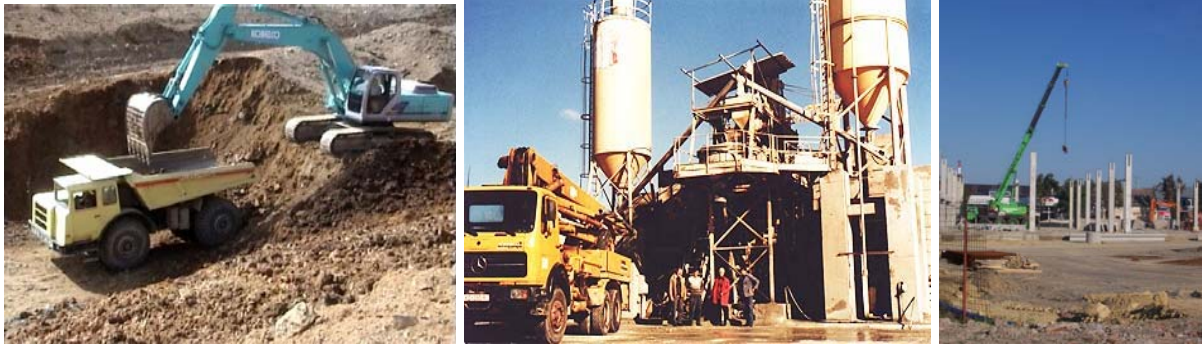
Djelovanje subjektivnih odlika rukovatelja i "objektivnih" uvjeta radnog okruženja reducira vrijednost teorijskog učinka stroja na realnu veličinu, tzv. **planski** ili **praktični učinak**. On je pokazatelj efikasnosti tehnološkog procesa. Praktični učinak strojeva angažiranih u jednom proizvodnom sustavu ograničen je s mogućnostima i brojem raspoloživih strojeva, željama da zadani obim radova bude urađen u planiranom roku, ali i ugovorenim financijskim sredstvima i uvjetima rada na konkretnoj lokaciji (radni prostor!). Na veličini planskog učinka temelji se izbor strojeva za obavljanje potrebnih radnih zadataka, koji bi trebao biti rezultat detaljne studije dinamike izvođenja svih radova, njihove usklađenosti i kompleksne analize mogućnosti primjene određene tehnologije rada.

Strojevi u svom radu transformiraju i/ili transportiraju prirodne ili umjetne materijale, pa je eventualno nagomilavanje produkata rada precizan pokazatelj neusklađenosti proizvodnih mogućnosti korištene mehanizacije. **Usklađivanje rada strojeva** u nekom tehnološkom procesu - **I a n c u**, zasniva se na pojmu "**ključnog stroja**", odnosno onog

onog stroja (ili grupe strojeva) koji obavlja operaciju ključnu za odvijanje proizvodnog procesa. To su u pravilu vrlo skupi strojevi koje traže i posebne uvjete rada. Visoki troškovi njihovog angažiranja nameću potrebu za radom ključnog stroja bez zastoja (ili s minimumom onih neizbježnih), odnosno s maksimalnim iskorištenjem njegovih radnih mogućnosti. Ostali strojevi promatranog lanca (sustava) mogu imati manji stupanj iskorištenja, ali njihovi učinci, s obzirom na to da uvjetuju rad ključnog stroja ili zavise od njega, moraju biti bar jednaki učinku ključnog stroja.

Ljudska radna snaga koja radi uz strojeve također se u pravilu prilagođava (brojem) njihovim mogućnostima, pa učinci strojeva određuju tzv. propusnu moć proizvodnog tehnološkog sustava.

Osim pozitivnih efekata, građevinski strojevi ostvaruju i **troškove mehaniziranog rada**. Troškovi imaju slojevitou strukturu i nastaju kao posljedica direktnog angažiranja strojeva u proizvodnom procesu ili kao posljedica financijskih obveza građevinske tvrtke, vlasnika nad sredstvima za proizvodnju. Posebnu grupu troškova čine troškovi održavanja (tzv. investicijska i tekuća održavanja). U osnovi se troškovi dijele na **fiksne** (neovisne o količini rada) i **proporcionalne** (proporcionalni količini obavljenog rada, ovisni o uvjetima rada). Upravo su visoki troškovi rada razlog da se praktičnim stranama primjene strojeva uvijek mora posvetiti puna pozornost.



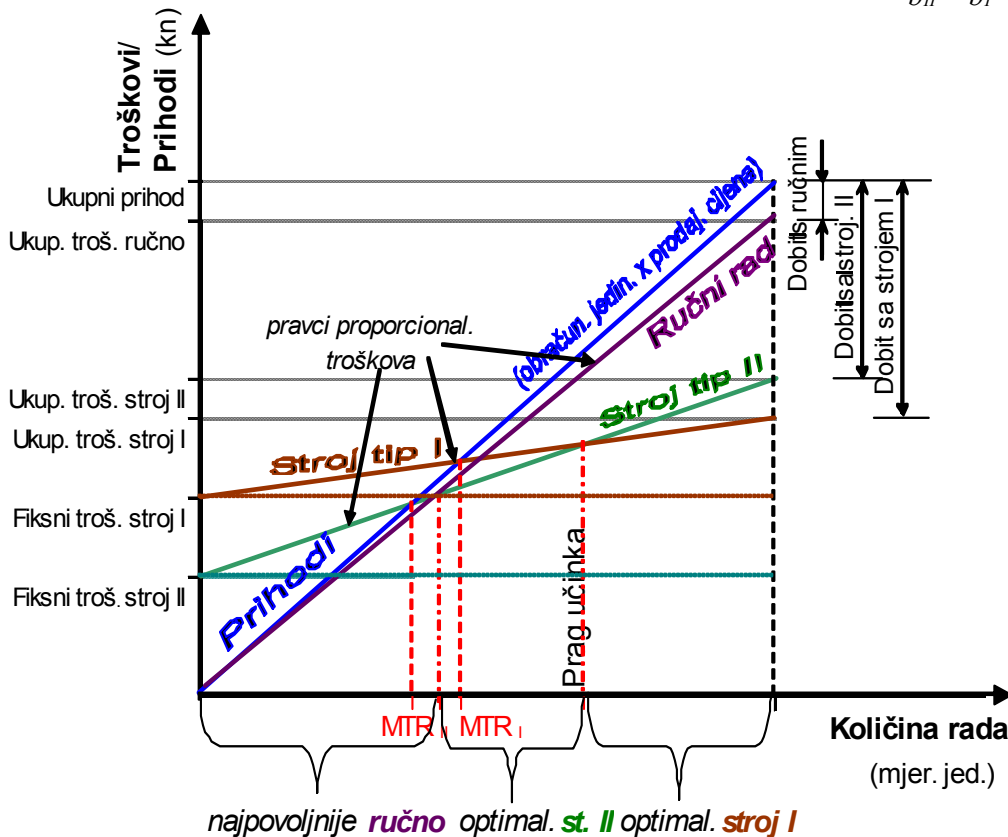
Nema sveopće najboljih rješenja tehnologije, nego za svaki konkretni slučaj treba izanalizirati što je optimalno (ako ne strogo matematički, onda barem u granicama zadovoljavajućeg). **Grafoanalitički** se za svaku tehnologiju može odrediti količina pri kojoj počinje ostvarivati dobit (tzv. mrtva točka rentabiliteta -MTR), ako i iznad koje količine je povoljnija od neke druge tehnologije (s manjim početnim, fiksnim izdacima), a ispod koje je isplativija ona s manjim fiksnim i većim proporcionalnim troškovima.

Izjednačavanjem pravaca prikazanih na grafikonu (za rad sa strojevima: $Y_I = a_I + X \cdot b_I$, $Y_{II} = a_{II} + X \cdot b_{II}$ i za ručno obavljani rad: $Y_{III} = X \cdot b_{III}$, gdje su „a“ fikсни troškovi, a „b“ proporcionalni troškovi) dolazi se do točki sjecišta čije su vrijednosti zanimljivi pokazatelji:

mrtva točke rentab. za rad strojevima: $MTR [m.j.] = \frac{\text{Fiks.trošk. [novč.jed.]}}{\text{Prodaj.cijena} - \text{Prop.trošk.} \left[\frac{\text{novč.jed.}}{\text{mj.jed.}} \right]}$

točka (količina) do koje je najisplativiji ručni rad: $X_{II-III} = \frac{a_{II}}{b_{III} - b_{II}} [mj.jed.]$

točka (količina) iznad koje je najisplativiji rad sa strojem I: $X_{I-II} = \frac{a_I - a_{II}}{b_{II} - b_I} [mj.jed.]$





Na ovdje iznešeni sadržaj nadovezuje se materija dana u nastavnim materijalima predavanja s temom učinka građevinskih strojeva.

Za izradu nastavnih materijala korištena je literatura koja se i preporuča studentima za svladavanje gradiva predviđenog nastavnim planom za ovaj predmet:

☛ Knjige:

- R. Lončarić: *Organizacija izvedbe građevinskih projekata*, Zagreb, 1995.
- G. Bučar: *Tesarski, armirački i betonski radovi*, Osijek, 1999.
- B. Trbojević, *Građevinske mašine*, Beograd, 1989.
- E. Slunjski: *Građevinski strojevi*, Zagreb, 1995.
- J. Izetbegović, V. Žerjav: *Organizacija građevinske proizvodnje*, Zagreb, 2009.

☛ Stručni časopisi: *Graditelj, Građevinar* i sl.

☛ Internet:

- nastavni materijali na fakultetskim web stranicama: B. Kovač, P. Brana, D. Vidaković: *Tehnologija građenja* (za dodiplomski studij GF Osijek), Z. Linarić: *Učinak građevinskih strojeva* (GF Zagreb) i sl.
- web stranice proizvođača građevinskih strojeva, oplata, skela, montažnih a.b. elemenata i dr.