



NASTAVNICI I SARADNICI

- **Prof. dr Barbara Simeunović**

Kabinet 311c (Lin centar)

E-mail: barbara.simeunovic@fon.bg.ac.rs

Konsultacije: utorak 9-11

- **Milena Gatić**

E-mail:

Konsultacije:

- **Prof. dr Dragoslav Slović**
- **Doc. dr Dragana Stojanović**
- **Doc. dr Ivan Tomašević**
- **Ivona Jovanović**

imi.fon.bg.ac.rs

f: Katedra za industrijsko i menadžment inženjerstvo@imifon

LITERATURA

- **Osnovna literatura:**

- Petrović B., *Proučavanje rada*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 1996.
- B. Petrović, D. Slović, *Proučavanje rada 2 - zbirka zadataka*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2004
- Vasiljević D., Slović D., *Kaizen: Japanska paradigma poslovne izvrsnosti*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2015
- **materijal sa nastave**

- **Dopunska literatura:**

- Kanawaty G., *Introduction to Work Study - 4th edition*, International Labour Organisation, Geneva, 1992
- Meyers F.E., Stewart J.R., *Motion and Time Study: For Lean Manufacturing*, Pearson College Division, 2001

NAČIN POLAGANJA

- Ispit se sastoji od dva dela: praktičnog i teorijskog.
- **Praktični deo** (52 poena) je položen ukoliko je ostvareno najmanje 26 poena.
- **Teoretski deo** (48 poena) je položen ukoliko je ostvareno najmanje 24 poena.
- Konačnu ocenu određuje zbir ostvarenih poena, na sledeći način:

Ocena	5	6	7	8	9	10
br. poena	[0-49]	[50-59]	[60-69]	[70-79]	[80-89]	[90-100]

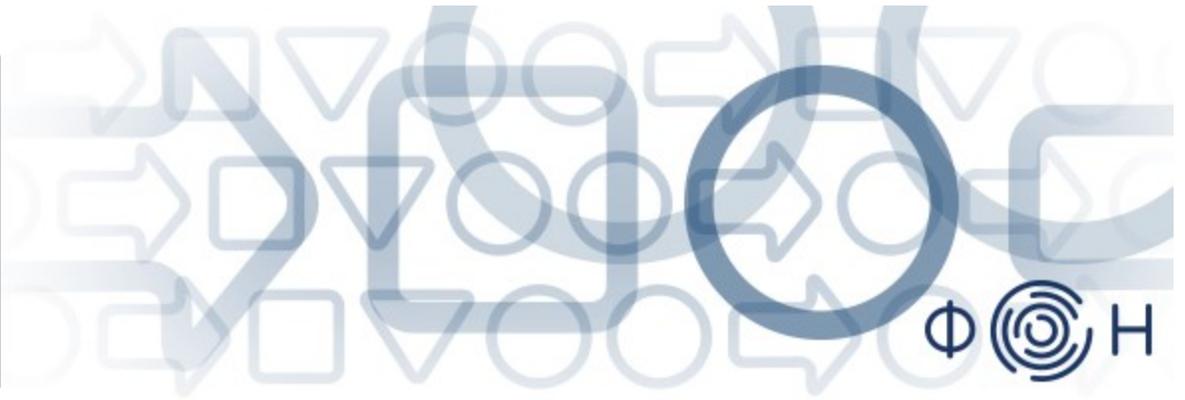


NAČIN POLAGANJA

- **PRAKTIČNI DEO (52 poena):**
 - projektni zadatak (POM) –u toku semestra
 - snimanje i rešavanje realnog problema - 4 dela (41 poen),
ili
 - rešavanje domaćih zadataka - 5 delova (26 poena)
 - vežbe za ocenu (UPV) – u toku vežbi (6 poena)
 - aktivno učešće na vežbama (5 poena).
- Uslov za polaganje teoretskog dela je položen praktični deo.

NAČIN POLAGANJA

- **Teorijski deo ispita (48 poena) se polaže pismeno, i to:**
- U toku nastave – 6x1 pitanje - 12 poena
 - **Parcijalno:**
 - Dva kolokvijuma – 2x6 pitanja – 24 poena
 - U ispitnom roku – 6 pitanja – 12 poenaili
 - **Integralno:**
 - U ispitnom roku – 18 pitanja – 36 poena
- Kolokvijumi nisu obavezni.
- Kolokvijumi nisu uslovljeni.



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

DEFINICIJA

INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO



LJUDI



MATERIJAL



OPREMA



NOVAC



INFORMACIJE



ENERGIJA



SISTEM



PROJEKTOVANJE
POBOLJŠAVANJE
POSTAVLJANJE





INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

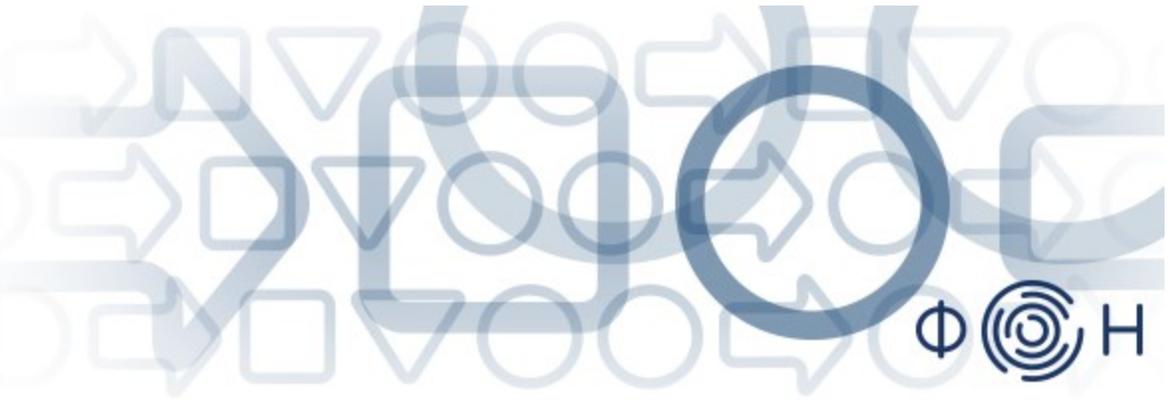
“Industrijsko inženjerstvo se bavi projektovanjem, poboljšavanjem i postavljanjem integrisanih sistema sastavljenih od ljudi, materijala, informacija, opreme i energije.

Zasniva se na primeni specijalizovanih znanja i veština iz matematike, prirodnih i društvenih nauka zajedno sa principima i metodima inženjerske analize i projektovanja radi definisanja, predviđanja i ocene rezultata koji će se dobiti od tih sistema.”

INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

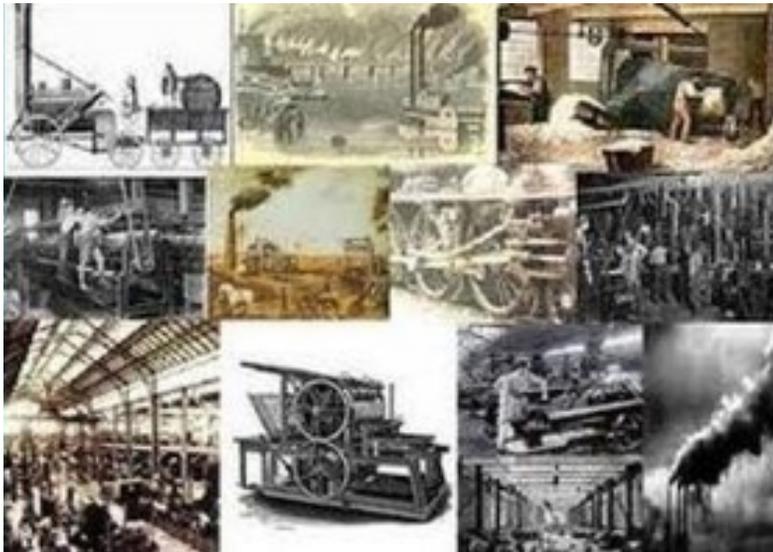


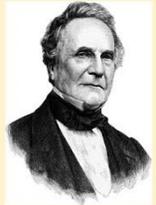
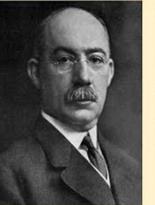
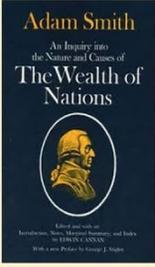
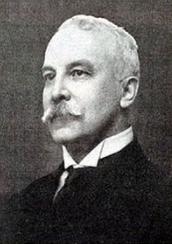
<https://www.iise.org/details.aspx?id=43631>



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO

RANI RAZVOJ

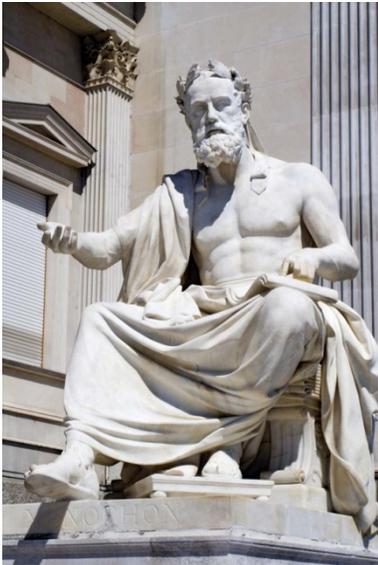


					
Adam Smith	James Watt	Charles Babbage	Frederick Winslow Taylor	Henry L. Gantt	Frank and Lillian Gilbreth
↓	↓	↓	↓		
					
			Father of Industrial Management & Industrial Engineering	Harrington Emerson	L.H.C. Tippet

INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ

Stara era

- **Vavilonci** (oko 1950 pre n. e.) – princip minimalne zarade
- **Kinezi** (oko 1644 pre n. e.) – princip specijalizacije rada
- **Stari Rimljani** – primitivni oblik fabričkog sistema za proizvodnju naoružanja, tekstila i grnčarije



Xenophon of Athens (4-3.vek pre n. e.) - podela rada na operacije u proizvodnji obuće za grčku vojsku



Qin Shi Huangdi (oko 221 pre n. e.) – proizvodnja samostrela sa standardizovanim delovima

INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XII – XVII vek (1)

Arsenal u Veneciji

- Izgrađen 1104. godine – za održavanje ratnih brodova
- Novi veći arsenal izgrađen je u 14. veku
- Masovna proizvodnja ratnih brodova
- Vrhunac produktivnosti u 16. veku (16000 zaposlenih, 1 brod dnevno)
- Tri faze proizvodnje:
 - konstrukcija broda,
 - rezanje i obrada dasaka i izrada kabina
 - završna montaža
- Radnici su specijalizovani za svaku fazu (podela rada)
- Veliki deo brodova je je rađen od standardizovanih delova (korišćenje standardnih materijala)
- Izrada broskog rama – tajna majstora
- Arhitektura i organizacija Arsenala omogućavala je minimalni transport materijala (kanali)



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XII – XVII vek (2)

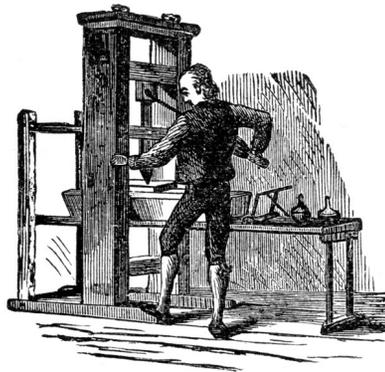


Leonardo da Vinci (15. vek)

- podela rada na profesionalne pokrete
- merenje vremena
- upotreba vizuelanih sredstava za planiranje

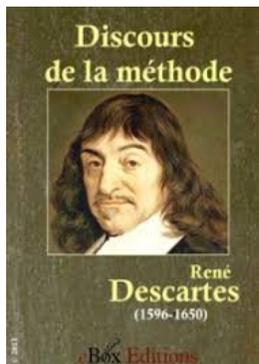
Johann Gutenberg (15. vek)

- štamparska presa (1439.)
- ekonomsko održiv proces masovne proizvodnje štamparskih knjiga



Sébastien Le Prestre de Vauban (17. vek)

- popločavanje Strazbura
- dnevni zadaci rada na osnovu snimljenog vremena izrade
- preteče normi



René Descartes (17. vek)

- Rasprava o metodu – pravila o metodičnom radu
- kritičko rasuđivanje o podacima, podela problema na delove, logičko zaključivanje



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XVIII vek (1)

Bernard Forest de Bélidor

- Hidraulična arhitektura – analiza rada kod zabijanja drvenih pilota
- rastavljanje rada na operacije, određivanje sredstava za izvršavanje, utvrđivanje vremena izrade, utvrđivanje zalaganja radnika, potreba za odmorom



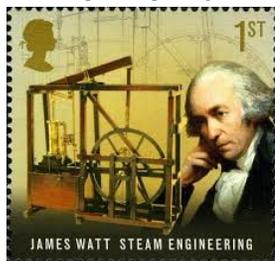
Jean-Rodolphe Perronet

- proučavanje radnih postupaka, sistem nagrađivanja
- proučavanje vremena u proizvodnji pribadača – standardna vremena



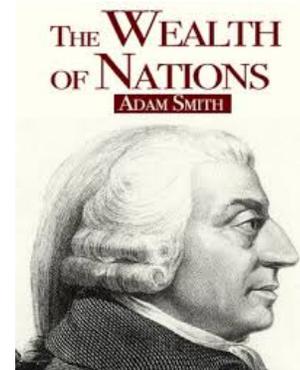
INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA (oko 1770.)

- **James Watt** – parna mašina
- **Henry Maudslay** – strug za rezanje vijaka
- promene u načinu organizovanja i obavljanja posla



Adam Smith

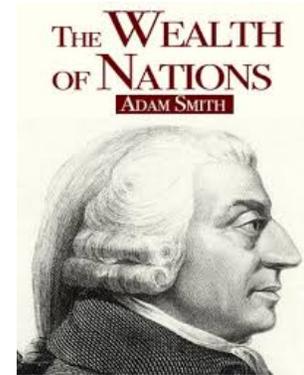
- “Bogtastvo nacija” (1776.)
- specijalizacija radne snage
- koncepti kao osnova za kasniji razvoj industrijskog inženjerstva



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XVIII vek (2)

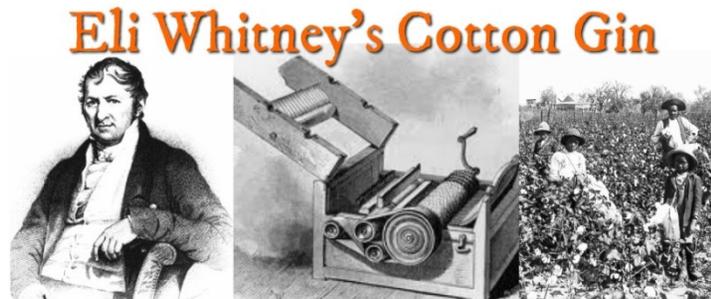
Adam Smith

- “Bogtastvo nacija” (1776.)
- specijalizacija radne snage
- koncepti kao osnova za kasniji razvoj industrijskog inženjerstva



Eli Whitney

- pamučna mašina
- proizvodnja mušketa
- zamenljivost delova



Ecole Polytechnique

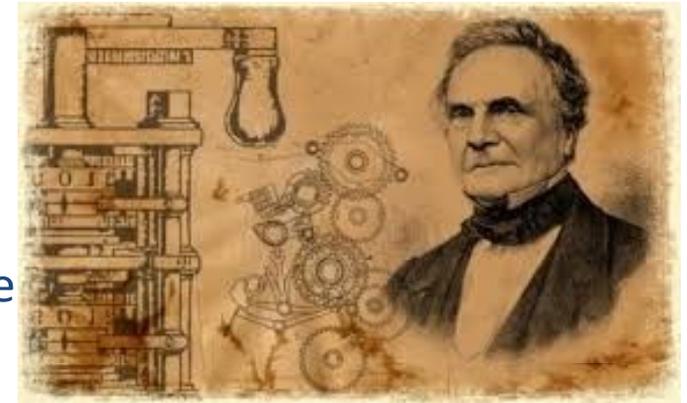
- osnovana 1794. godine u Francuskoj
- 1928. godine preimenovana u Ecole Centrale des Arts et Manufactures



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XIX vek

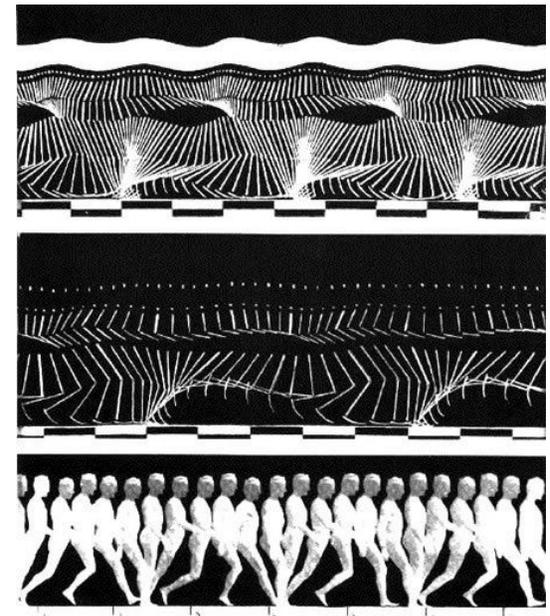
Charles Babbage

- detaljne studije i analize vremena u istovrsnoj proizvodnji
- izumitelj prvog računara i diferencijalne mašine
- Bebidžov princip – komercijalne prednosti od pažljivije podele rada na primeru izrade ravnih klinova
- dodeljivanje manje plaćenih radnika (žena i dece na manje kvalifikovane operacije
- isplata zarada, planovi podele dobiti
- standardizacija zadataka



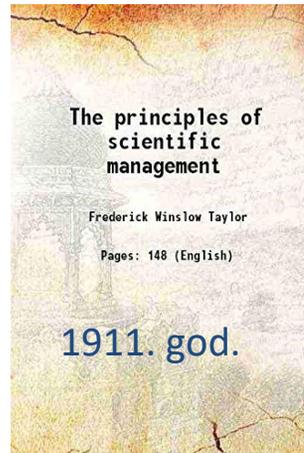
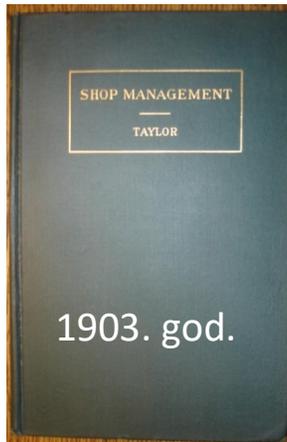
Étienne-Jules Marey

- kretanje – opsesija
- hronografija, kao preteča kinematografije
- beležio ljudsko kretanje hronografskim kamerama
- plan za sistem fizičkog faspitanja
- najbolje moguće korišćenje mišićnog napora čoveka



...

Frederick W. Taylor (1856 –1915) (1)



Naučni menadžment

=> početak industrijskog inženjerstva,
iako Tejlor nije koristio taj termin

– Stevens Institute of Technology –
Mašinski inženjer – 1883. godine

- Enterprise Hydraulic Works, Filadelfija (1874-1878)
- Midvale Steel, Filadelfija (1878 – 1890)
 - 1881 – 1883: Studija vremena - podela zadatka na elemente – merenje vremena svakog elementa i sabiranje svih vremena
=> **Utvrđivanje potrebnog vremena**
 - proučavanje elemenata rada – eliminisanje nepotrebnih pokreta
 - eksperimenti na sečenju metala - povećanje produktivnosti
- Manufacturing Investment Company of Philadelphia (1890-1893)



Frederick W. Taylor (1856 –1915) (2)

- Savetnik za menadžment (Consulting Engineer - Systematizing Shop Management and Manufacturing Costs a Specialty) (1893)
 - Bethlehem Steel (1898-1901):
 - eksperiment sa lopatanjem
 - eksperiment za rukovanje sirovim gvožđem

Tejlorov sistem:

- razbijanje proizvodnog procesa na sastavane delove, i poboljšanje efikasnosti svakog od njih
- ubrzavanje rada korišćenjem stega i drugih pomagala
- razvoj standarda rada
- naučni odabir, obrazovanje i razvoj radnika
- odeljenja za organizovanje i planiranje proizvodnje
- važnost rasporeda proizvodnih pogona
- razvoj sistema stimulativnog plaćanja za radnike koji premašuju standardne rezultate
-

Frederick W. Taylor (1856 –1915) (3)

- Naučni metod u industriji
Način na koji ljudi rade - metod ili metoda
=> **Proučavanje metoda rada**
- Studija vremena - merenje – vreme
obavljanja operacija. Prvi je uveo odmor
radnika u planiranju vremena
=> **Utvrđivanje potrebnog vremena**
- Nagrada kao motivacija za rad. Utvrđivao je
zavisnost između obavljenog posla i zarade
=> **Utvrđivanje relativne vrednosti rada**



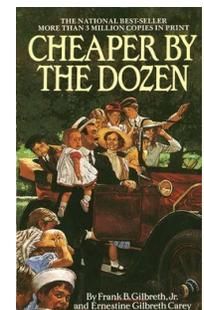
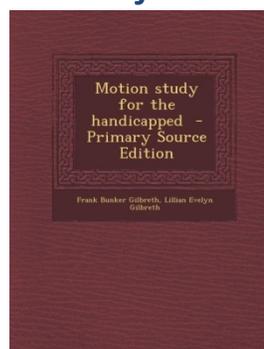
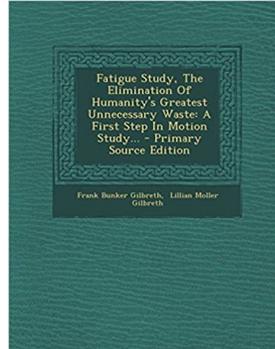
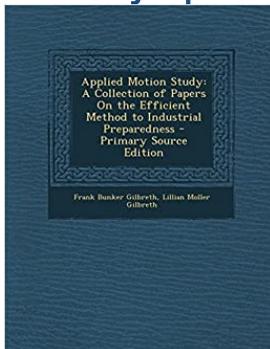
INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ

Frank B. Gilbreth (1864 – 1930)

- Celokupan rad se može prikazati kroz 18 osnovnih pokreta (“therbligs”)
- Postoji jedna najbolja metoda za izvršavanje najboljeg zadatka
- Zavisnost između metoda rada i vremena za rad
 - posmatranjem radnika na gradilištu, primetio je da jedan radnik radi isti posao na različite načine, i u skladu sa tim, za različito vreme.
- **Lillian Gilbreth (1889-1972)**
- proučavanje umora radnika i uticaja zadovoljstva radnika na kvalitet i produktivnost
 - početak ergonomije.
- studija pokreta i vremena u kuhinji

THERBLIG-GILBRETH CHART

 Search	 Use
 Find	 Disassemble
 Select	 Inspect
 Grasp	 Preposition
 Hold	 Release Load
 Transport Loaded	 Unavoidable Delay
 Transport Empty	 Avoidable Delay
 Position	 Plan
 Assemble	 Rest



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XX vek – početak (1)

Henry Ford (1863 –1947)

- Ford Motor Company (1903) – model T (1908)
- Sistem pokretne trake – unapređenje organizacije rada u proizvodnji (bolja podela rada, racionalno korišćenje elemenata proizvodnje, povećanje stepena iskorišćenja vremena, veća specijalizacija rada, adekvatnija priprema proizvodnje)
- povećanje produktivnosti rada uz snižavanje troškova proizvodnje
- proizvodnja istog modela na različitim lokacijama
- kontinuirani tok i eliminisanje rasipanja



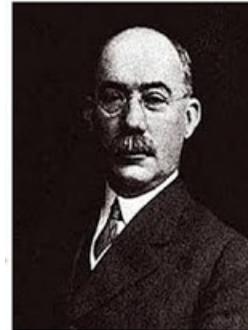
Henry Towne (1863 –1947)

- menadžment – nova društvena uloga inženjera
- “Inženjer kao ekonomista”

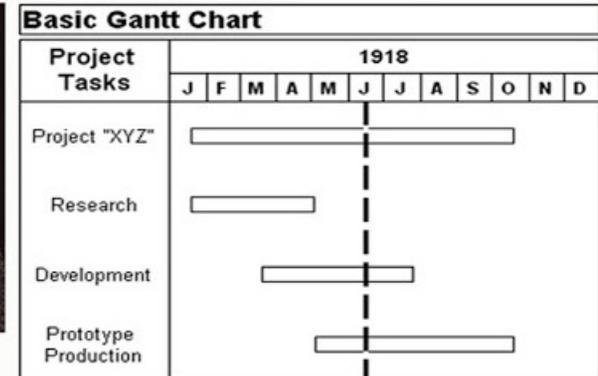
INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XX vek – početak (2)

Henry Gantt (1863 –1947)

- pravilan izbor i obuka radnika
- razvoj podsticajnih planova za nagrađivanje radnika
- Gantogram – grafički postupak za planiranje i zakazivanje aktivnosti

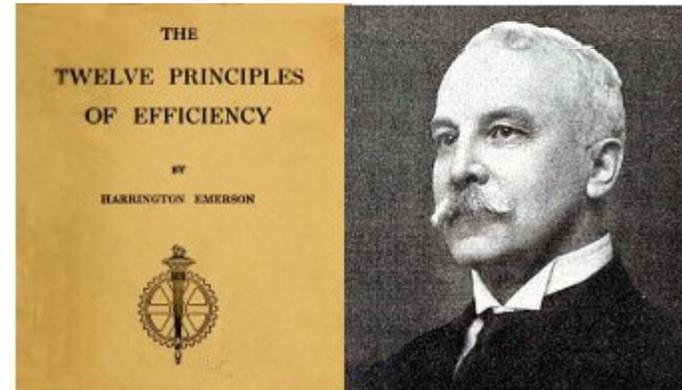


Henry L. Gantt



Harrington Emerson (1853 –1931)

- Santa Fe Railway (1903)
- plan efikasnog nagrađivanja
- dvanaest principa efikasnosti (1913)



Charles Bedaux (1886 –1944)

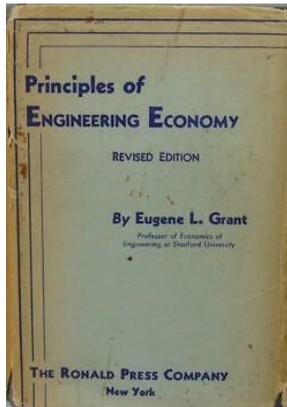
- sistem procene učinka pri radu
- procenjivanje brzine rada u odnosu na određenu normalnu brzinu
- vreme potrebno za rad – vreme rada i vreme potrebnog odmora

Morris L. Cooke, Henri Fayol,

INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XX vek – period između dva rata (1)

H. B. Maynard, G.J. Stegemerten, S.M. Lowry

- Studija vremena i pokreta (Time and Motion Study)
- “Inženjering metoda” – tehnika koja naglašava “eliminisanje svake nepotrebne operacije” pre određivanja vremenskog standarda.

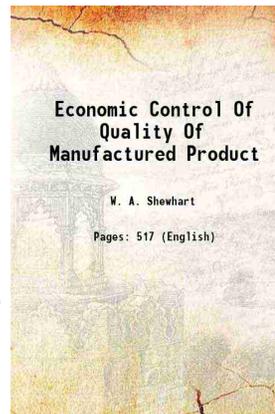


Eugene Grant (1897 –1996)

- Principi inženjerske ekonomije (1930) – ekonomski način razmišljanja o inženjerstvu

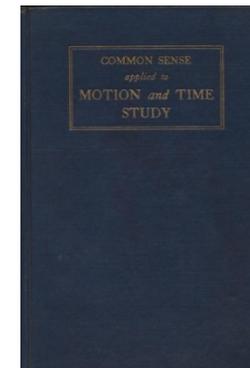
Walter A. Shewhart (1891 –1967)

- Ekonomska kontrola kvaliteta proizvoda (1931) – teorija uzorkovanja kao pristup kontrole kvaliteta



A.H. Mogensen (1901 – 1989)

- Zdravi razum primenjen na studiju vremena i pokreta (1932) – pojednostavljenje rada
- koncept direktnog obučavanja radnika



INDUSTRIJSKO INŽENJERSTVO – RAZVOJ XX vek – period između dva rata (2)

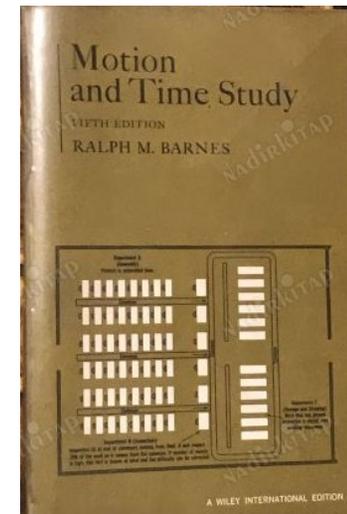
Leonard H.C. Tippett (1902 –1985)

- Primena matematičko-statističkih metoda u oblasti utvrđivanja vremena u tkačnici
- Uzorkovanje rada i nerada



Ralph Mosser Barnes (1900 –1984)

- Cornell University - prvi doktorat u Americi u oblasti industrijskog inženjerstva (1933) – “Studija vremena i pokreta”
- Unapređenje Tippetove metode - uzorkovanje rada – utvrđivanje vremena aodnosa rada i zastoja i uzorkovanje zalaganja radnika
- Primena normativa vremena rada



Allan Mogensen, Erwin Shcell, David Porter, Lillian Gilbreth

- Učešće radnika u poboljšavanju metoda rada (1937)
- Obuka radnika - pojednostavljenje rada

