

(NE)PREDVIDLJIVI PUTEVI RAZVOJA INŽENJERSTVA ENGINEERING ON THE (UN)PREDICATBLE ROADS

S. Hadži Jordanov, O. Popovski

Tehnološko-metalurški fakultet, Skopje, Makedonija

Izvod

*Inženjerstvo, kategorija prisutna u savremenom društvu i neizbežna za njegov opstanak i razvoj, na putu je da povрати svoj dignitet. Nevolje ovog, danas ne tako cenjenog poziva, počinju već sa definicijom pojmova inženjer i inženjerstvo. Instiktivno poistovećivanje sa engleskim engineer, izvedenog od naziva za motor (engine), direktno nas vodi u zabludu da je inženjer stručnjak (isključivo) za motore, kao i da je inženjerstvo bavljenje motoristikom, sto nije isključeno, ali je daleko od toga da bude kompletna definicija inženjerstva. Treba se napregnuti i definiciju bazirati na jezike koji su bili primarni u međunarodnoj komunikaciji daleko pre engleskog. Ukratko, to nas dovodi do latinskog **ingenium** (duh, dar, oštroumlje). Konačno, dolazimo do sveobuhvatne, pune značaja (i ponosa!) definicije inženjerstva: **Primena genija(lnosti) čoveka za zadovoljavanje potreba**. Potkrepu za ovakvo tumačenje možemo naći i u misli Theodore von Kármán-a: **Scientists study the world as it is; engineers create the world that has never been** (Naucnici utvrđuju kakav je Svet; Inženjeri **s t v a r a j u** Svet koga ranije nije bilo). Potrebe, koje prema definiciji treba da zadovolji inženjerstvo, na početku su bile one elementarne: Hrana, streja nad glavom, odeća/obuća, Kasnije se spisak potreba uvećao neizmerno (pa i nesrazmerno), zadržavajući se isključivo na materijalne potrebe. (Jasno nam je da su za nematerijalne potrebe zadužene druge discipline, kao filozofija, religija, umetnost, ...). Potreba da se odbrani, vrlo brzo je navela (pra)čoveka na nužnost da napadne, pa i da ratuje. A potrebe ratovanja, kao što su fortifikacije, komunikacije i slično (na primer, izgradnja i rukovanje katapultima) moglo je da zadovolji samo – inženjerstvo. Tako je i inženjerstvo steklo reputaciju aktivnosti povezane sa ratovanjem i vojskom. Tek nakon Francuske revolucije, kada počinje značajnije građenje za civilne potrebe, izdvaja se posebna grana inženjerstva – civilno inženjerstvo. Civil Engineering se i danas koristi kao naziv za Građevinarstvo. Naziv Military Engineering nije bio korišćen. Jednostavno to je bilo samo Engineering (kod nas inženjerija). U međuvremenu, građevinarstvo je postalo samo jedna od mnoštva inženjerstava današnjice. Spomenimo još i mašinsko, hemijsko, električno, kompjutersko, aeronautičko inženjerstvo. Lepeza savremenog inženjerstva time nije iscrpljena. Puteve budućeg razvoja inženjerstva nije jednostavno predvideti. Da bi to uradili, treba da znamo koje će biti potrebe čoveka sutrašnjice. Borba za preživljavanje u uslovima ugroženosti ili - dalji procvat luksuznog i supermodernog življenja? Međutim, oslonimo li se na dosadašnje iskustvo, možemo sa puno izvesnosti tvrditi da će se inženjerstvo i u budućnosti baviti poboljšanjem performansi, na primer, povećavanje*

efikasnosti brojnih procesa, dalje smanjivanje malih i povećavanje velikih objekata, dalji prodor u sub-atomsku i sub-elektronsku tehniku i još puno toga. Ali, uz napore obezbeđivanja održivosti. U svim aktivnostima uvek će biti prisutna inventivnost, **ingenium**, sa kojom se i počelo - milenijumima unatrag.

Ključne riječi: Inženjerstvo, nauka, studija.

Abstract

A scope is given on the past and future progress of the Engineering. The origin of the term Engineering is elaborated and followed through the past. A stress is put on the Latin **Ingenium**, as opposed to the frequently mismatched origin in the word **Engine**. Further development through the Military until the Civil Engineering (and other varieties in the contemporary world) is distinguished too. A forecast is given on the possible direction of development in future, based on the experienced trends in the past.

Key words: Engineering, Science, Study.

1. UVOD

U vreme kada nas potresaju kratkoročne (dali?) ekonomske krize i dugoročne pretnje o globalnim katastrofama usled pogoršanja uslova za opstanak života na planeti (iscrpljivanja zaliha energenasa i sirovina uopšte, prekomernog zagađivanja planete spolja i od nas samih), normalno je da se upitamo šta možemo da učinimo za spas sebe i onih oko nas. Kao pripadnici vodeće struke, inženjerske, posebno smo i prozvani i sbošobni da damo doprinos, pa i rešenje.

Ovako optimistički i sebe(pre)cenjeći stav baziran je na faktima kojima obiluje istorija ljudske civilizacije. U tekstu koji sledi navedeni su primeri kako je ljudska genijalnost, suština inženjerstva, rešavala brojne egzistencijalne probleme u milenijumima dugom razvoju. Osim bavljenja prošlošću data je i prognoza o budućim zaslugama ove struke, ma koliko to bilo rizično i nezahvalno.

2. INŽENJERSTVO-PLOD HENDIKEPA

Početak razvoja i napretka civilizacije uslovljeni su nedostacima koje je imao (pra)čovjek u odnosu na druge životinje. Živeći u surovom okruženju i hendikepiran nedostatkom očnjaka i krzna [1], čovek je od najranijih dana bio prinuđen da se dovija i snalazi. Umesto snažnih zuba koristio je kamen, štap ili kost, a krzno je prisvajavao od životinja ili mu je funkciju postizao na drugi način (pećinom, strejom, kolibom itd.). Kada se jednom uverio koje mu sve pogodnosti pruža korišćenje prirodnih sredstava, nastavio je da ih što više koristi i neumoljivo usavršava. Tako je štapom i kamenom 'produžio' ruke, pomoću točka je 'ubrzao' noge, vatrom je ubrzao ishranu i još puno toga. Usavršavao je i oružje i alatke, povećavao efikasnost svega čime se

bavio i daleko pre antičkih vremena proklamovao i prihvatio principe Olimpizma: **brže, jače, dalje, višlje!**

Svim tim poduhvatima čovek je na velika vrata uveo inženjerstvo u svoj život i postao zavisnik od njega. Naziv i definicija inženjerstva su uvedeni mnogo kasnije [2], a sadržaj (predmet bavljenja) inženjerstva se kontinuirano razvija i obogaćuje novim dostignućima.

3. RAZVOJ INŽENJERSTVA

Poluga, točak i koturača su izumi kojima je inženjerstvo počelo svoj pohod u davna vremena, a koji su i danas u osnovi moderne definicije inženjerstva ('korišćenje osnovnih principa mehanike kako bi se dobili korisni alati i objekti')[3].

Sam naziv je mnogo novijeg datuma. Godine 1325 uvedena je reč **engineer** (bukvalno: onaj koji rukuje mašinom), pri čemu su i mašina i rukovalac bili namenjeni - vojsci. Sam naziv **engine** izveden je (oko 1250. godine) od latinske reči **ingenium**, koja označava **genijalnost** (sposobnost razmišljanja steknuta rođenjem, oštromnost i/ili inventivnost) [4]. Konačno, dolazimo do sveobuhvatne, pune značaja (i ponosa!) definicije inženjerstva: **Primena genija(lnosti)* čoveka za zadovoljavanje potreba.**

Potrebe, koje prema definiciji treba da zadovolji inženjerstvo, na početku su bile one elementarne: hrana, streja nad glavom, odeća/obuća i dr. Kasnije se spisak potreba uvećao neizmerno (pa i nesrazmerno), zadržavajući se isključivo na materijalne potrebe. (Jasno nam je da su za nematerijalne potrebe zadužene neke druge discipline, kao filozofija, religija, umetnost, ...). Potreba da se odbrani, vrlo brzo je navela (pra)čoveka na nužnost da napadne, pa i da ratuje. A potrebe ratovanja, kao što su fortifikacije, komunikacije i slično (na primer, izgradnja i rukovanje katapultima) moglo je da zadovolji samo – inženjerstvo. Tako je i inženjerstvo steklo reputaciju aktivnosti povezane sa ratovanjem i vojskom.

Svedoci genijalnosti preteča inženjera su brojni primeri monumentalnih, sofisticiranih ili na drugi način posebnih tvorevina starih civilizacija. Među njima prednjače građevine (na primer viseći vrtovi u Vavilonu, piramide u Egiptu, svetionik u Aleksandriji, brojni hramovi, gradovi i spomenici kod starih Grka, Rimljana, Maja ili Acteka), iako ne nedostaju i mašine i druge mehaničke sprave Arhimeda, Leonarda da Vinčija i drugih poznatih ili anonimnih predhodnika današnjih inženjera. Normalno (?), među njima prednjače naprave za razaranje (katapult i slično). Tokom čitave istorije ljudske civilizacije mirnodopska namena inovacija je bila u drugom planu. Vredi spomenuti remek dela (mašine za pumpanje vode, uzor modernim konstruktorima) koja je al-Jazari iz Iraka projektovao još pre 1200. godine.

* Potkrepu za ovakvo tumačenje možemo naći i u misli Theodore von Kármán-a [5]: *Scientists study the world as it is; engineers create the world that has never been (Naučnici utvrđuju kakav je Svet; inženjeri s t v a r a j u Svet koga ranije nije bilo).*

Kasnije, u Srednjem veku je inicirano nastajanje elektrotehnike (William Gilbert, 1600. publikovao je delo De Magnete i uveo pojam "electricitet") [6]. Stotinak godina kasnije konstruisana je prva parna mašina [7], naprava koja je trasirala put Industrijskoj revoluciji. Alessandro Volta je 1800. otvorio put hemijskim izvorima struje i neograničenim mogućnostima primene struje [8]. Lavina inovacija tek je dolazila.

Tek nakon Francuske revolucije, kada počinje značajnije građenje za civilne potrebe, izdvaja se posebna grana inženjerstva – civilno inženjerstvo [9]. Civil Engineering se i danas koristi kao naziv za Građevinarstvo. Naziv Military Engineering nije bio korišćen. Jednostavno, to je bilo samo Engineering (kod nas inženjerija). U međuvremenu, građevinarstvo je postalo samo jedna od mnoštva inženjerstava današnjice. Spomenimo još i mašinsko, hemijsko, električno, kompjutersko, aeronautičko inženjerstvo. Lepeza savremenog inženjerstva time nije iscrpljena.

4. SUŠTINA INŽENJERSTVA

Umesto nabiranja svih grana inženjerstva i dostignuća u svakoj od njih, racionalnije je prepoznati suštinu, pa i zajedničke karakteristike dostignuća u tim granama. Osim već pomenutih smernica (brže, jače, dalje, višlje), tokom vremena kontinuirano su poboljšavani postojeći predmeti i objekti (oružje, oruđe, ...) kao i inovirani novi.

Tako, primera radi, **vatra** je prvobitno korišćena u otvorenom ognjištu. Ono greje, osvetljava, odbija životinje i koristi se za pečenje minerala, hrane i slično. Zatvaranjem vatre u ograničeni prostor dobija se peć - za kućne i zanatske potrebe, a zatim i za industriju. Zatvaranjem vatre u cilindar dobija se – mašina [8]. Kod parne mašine vatra je izvan cilindra, a samo njen produkt (vodena para) je u cilindru. Kod motora sa unutrašnjim sagorevanjem sam naziv označava gde je vatra - u cilindru. Još veći efekat se postiže ako se poveća brzina vatre. To zavisi od goriva: neka od njih (drvo, ugalj) sagorevaju sporo, druga (benzin, gas) – brzo, a treća – eksplozivno brzo. E, ova treća goriva (eksplozivi), na otvorenom prostoru daju samo vatru, zarobljena u cevi (puške ili topa) razaraju ili ubijaju, a efekat u široj cevi (cilindru) je još veći i raznovrsniji (rakete, reaktori, ...).

Osim vatre, vekovima smo usavršavali i goriva (fosilna, fisiona i, u novije vreme - alternativna, ...). Zatim, povećavali smo efikasnost rada i procesa, smanjivali/minijaturizirali/nanodimenzionirali (mehaničke proizvode, elektriku i elektroniku) ili povećavali do nezamislivosti (mostove, tunele, tankere, ...). Prirodu smo koregirali (usavršavanjem prirodnih materijala), nadmudrivali (pravljenjem, na primer, plovila koja su teža od vode i letila koja su teža od vazduha), pa i zamenjivali (korišćenjem veštačkih materijala).

5. INŽENJERSTVO SUTRA

Puteve budućeg razvoja inženjerstva nije jednostavno predvideti. Da bi to uradili, treba da znamo koje će biti potrebe čoveka sutrašnjice koje inženjerstvo treba da udovolji. Dali će to biti borba za preživljavanje u uslovima ugroženosti ili - dalji procvat luksuznog i supermodernog življenja?

Međutim, oslonimo li se na dosadašnje iskustvo, možemo sa puno izvesnosti tvrditi da će se inženjerstvo i u budućnosti baviti poboljšanjem performansi, na primer, povećavanje efikasnosti brojnih procesa, dalje smanjivanje malih i povećavanje velikih objekata, dalji prodor u sub-atomsku i sub-elektronsku tehniku i još puno toga. Ali, uz napore obezbeđivanja održivosti.

U svim aktivnostima uvek će biti prisutna inventivnost, **ingenium**, sa kojom se i počelo - milenijumima unatrag. Ruke će nam se i dalje produživati, noge ubrzavati, mišići jačati, a pogled i sluh – izoštravati. Prema tome, putevi inženjerstva sutrašnjice su zaista predvidljivo – nepredvidjivi, ali poznati i već iskušani.

LITERATURA

- [1] T. K. Derry and Trevor I. Williams, Short History of Technology, Oxford at the Clarendon Press, 1960. pp. 4-6.
- [2] Milan Vujaklija, Leksikon stranih reči i izraza, Posveta, Beograd, 1966, str. 351,
- [3] Webster's New Collegiate Dictionary, Merriam-Webster, (1959), p. 273,
- [4] Random House Unabridged Dictionary, © Random House, Inc. 2006.
isto i Barry J. Kemp, Ancient Egypt, Routledge 2005, p. 159
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering>
- [6] Rhys Jenkins, Links in the History of Engineering and Technology from Tudor Times. Ayer Publishing. (1936). pp. 66. [ISBN 0836921674](#).
- [7] [Imperial College London England](#): Studying engineering at Imperial: Engineering courses are offered in five main branches of engineering: aeronautical, chemical, civil, electrical and mechanical.(According to Wikipedia: Engineering, Ref, No. 12)
- [8] S. Hadži Jordanov i Perica Paunović, Elektroliza: Teorija i tehnologija, monografija, Tehnološko-metalurški fakultet Skopje, 2008, str. 18-19.
- [9] T. K. Derry and Trevor I. Williams, Short History of Technology, Oxford at the Clarendon Press, 1960. pp. 403-404.