



Kombiniran učni model za srednje strokovno izobraževanje na področju strojništva in razvoj kompetenc dijakov in učiteljev za digitalno izobraževanje

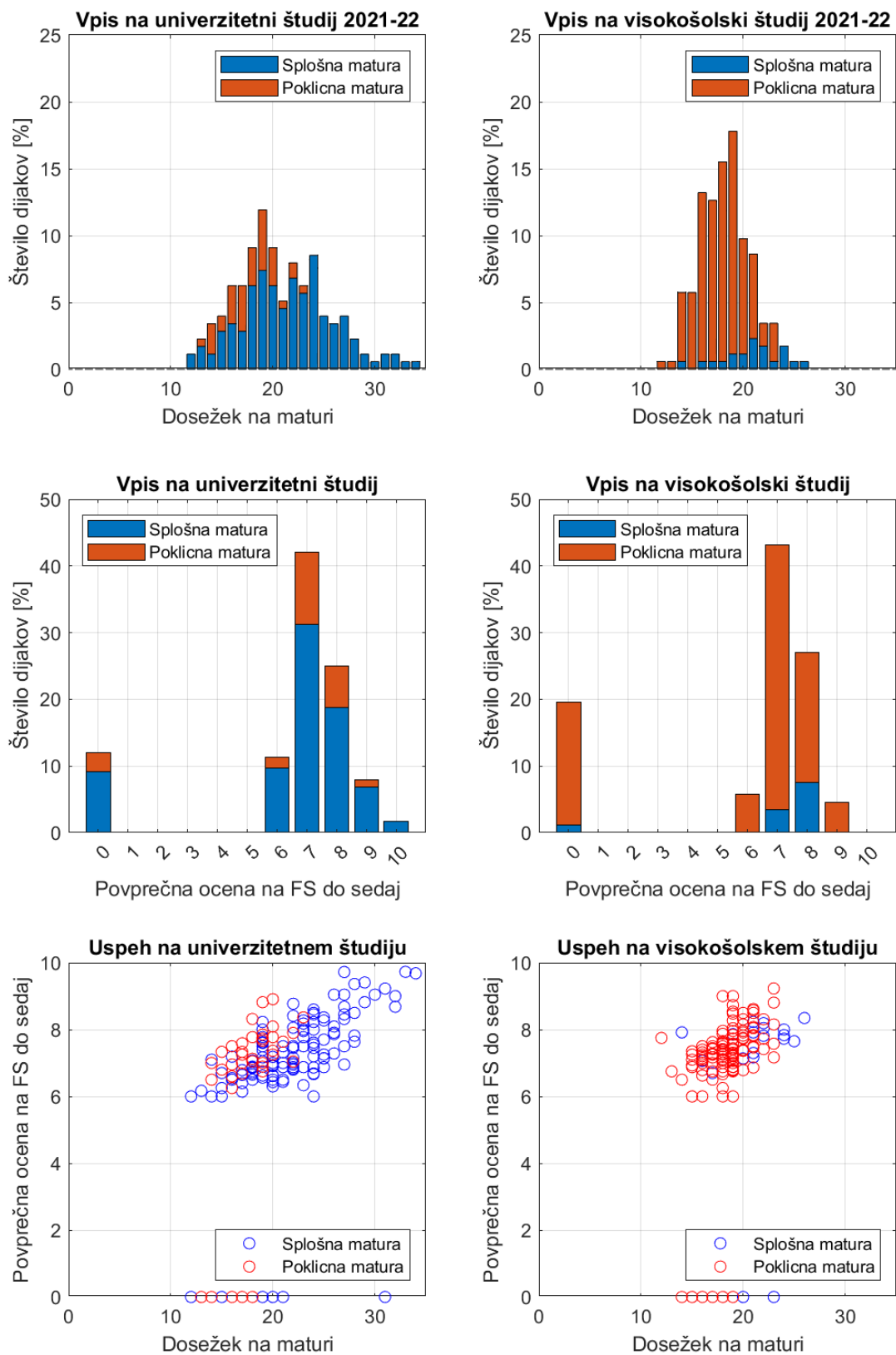
Analiziranje potreb po znanjih in spretnostih dijakov/učiteljev v izobraževanju in usposabljanju za vključevanje spretnosti in kompetenc za 21. stoletje v procese srednjega strokovnega izobraževanja

Zaradi izrazitega napredka na področju strojništva in inženirstva, kateri močno spreminja orientiranost industrije, so tudi na izobraževalnem področju potrebne korenite spremembe oz. nadgradnje obstoječih študijskih programov z novimi/modernimi vsebinami in načini podajanja snovi. Iz tega razloga smo v lanskem letu na Fakulteti za strojništvo, Univerze v Ljubljani, posodobili obstoječa visokošolska študijska program prve stopnje STROJNIŠTVO – projektno aplikativni (PAP) in razvojno raziskovalni program (RRP). Vanju so bile dodane modernejše inženirske vsebine, ki sovpadajo s cilji zelenega prehoda EU, kot tudi IKT metodologije poučevanja.

Poleg dviga nivoja kompetenc študenta je bila s prenovi poudarjena tudi aplikativna povezava teorije z realnimi problemi v inženirstvu, ter možnosti fleksibilnega izbiranja širokega nabora študijskih vsebin, kar omogoča možnost popolne individualizacije študijskih programov individualnim potrebam študentov. Kljub visoki kvaliteti in pospešeni uporabi IKT vsebin programov se soočamo s problemom vpisa najboljših dijakov na študij strojništva. To je še najbolj dominantno pri projektno aplikativnem programu, kamor se pretežno vpisujejo dijaki iz strokovnih šol z opravljeno poklicno maturo.

V zadnjem desetletju opažamo spremembo v strukturi dijakov, ki prihajajo na program STROJNIŠTVO. To se je, predvsem na razvojno raziskovalnem študijskem programu, bistveno spremenilo iz vidika vpisa na študij iz različnih srednjih šol. Namreč na ta študij se vpisuje čedalje več gimnazijcev, ki niso imeli tehničnega izobraževanja; taki dijaki niso imeli nobenega stika s prototipiranjem, obdelovalnimi napravami, itd. Po drugi strani alumni, ki so diplomirali pred 10 ali več leti, včasih niso več v stiku z zadnjimi trendi razvoja na področju strojništva.

V interakcijah z zunanjim okoljem na FS zaznavamo izzive, ki niso neposredno povezani z našo stroko, lahko pa na te izzive ustrezno odgovorimo z multidisciplinarnim povezovanjem. Zato je potrebno po našem mnenju, dijake pripraviti že v srednji šoli. Ta ugotavljanja se odražajo tudi v bolj podrobni analizi vpisa dijakov na naš študij v zadnjih letih. Primer take analize za vpis v lanskem letu 2021/2022 je prikazan v sledeči **sliki 1**.



Slika 1: Analiza vpisa dijakov na fakulteto za strojništvo (UL) 2021/2022 in njihova uspešnost.

Analiza vpisa v zgornjih dveh grafih (slika 1) kaže kakšni dijaki, glede na uspešnost na maturi, se vpisujejo na naša študijska programa (RRP – levo, PAP – desno). Videti je, da se na RRP študij vpisujejo dijaki z opravljeno splošno maturo. Na drugi strani pa se na PAP študij vpisujejo pretežno študentje s strokovnih šol in opravljeno poklicno maturo. Iz pregleda celotnega spektra vpisanih vidimo tudi, da na PAP študij prihajajo dijaki s slabšimi dosežki na splošni maturi, medtem ko velika večina dijakov s strokovno maturo dosega 15-20 KT.

Na srednjih dveh grafih (slika 1) so prikazane uspešnosti teh dijakov v prvem letniku študija strojništva preko njihove povprečne ocene opravljenih izpitov. Tisti, ki imajo povprečje 0 predstavljajo študente, ki niso opravili nobenega izpita. To so večinoma študenti, ki so ugotovili da je nivo previsok oz. so izgubili interes po študiju. Na RRP študiju je teh približno 10%, medtem ko je takih študentov na PAP študiju kritičnih 20 procentov. Iz dodatne analize ugotavljamo, da se velik del teh študentov sklicuje na previsok teoretični nivo študija (matematika, fizika, termodinamika, itd.).

Na zadnjih dveh grafih (slika 1), pa je prikazana korelacija med uspehom na maturi in uspehom pri opravljenih izpiti na študijskih programih strojništva. Iz teh je vidno, da obstaja na RRP študiju direktna korelacija med uspešnostjo na maturi in uspešnostjo študentov na študiju strojništva. Medtem kot ta korelacija ni tako dominantna na PAP študiju. Se pa dodatni vidi, da so tisti študentje, ki ne naredijo nobenega izpita, študentje ki so slabše opravili maturo.

Kot dodatek analizi vpisa študentov in njihovi začetni uspešnosti na študiju, smo naredili tudi analizo mnenj med profesorji na naši fakulteti. V to analizo je vključenih 6 predstavnikov osnovnih smeri študija:

- Procesno strojništvo
- Energetsko strojništvo
- Proizvodno strojništvo
- Mehatronika
- Konstrukterstvo
- Mehanika

Ugotovitve analize

Opažanja, menjena, ugotovitve, ter smernice po priporočenih spremembah so podane v spodnjih vidikih:

1. *Potrebne vsebine za visokošolsko strokovno izobraževanje, kjer se opaža pomanjkanje znanja in kompetenc*

Dijaki, ki bi želeli nadaljevati izobraževanje na visokošolskem ali univerzitetnem študijskem programu potrebujejo več temeljnega znanja matematike in fizike. Ta znanja morajo bolj temeljiti na inženirskih strojniških temah in imeti vsaj nekaj praktičnih primerov, da bosta predmeta zanimivejša in tako dvigovala kompetence.

Matematika: Opažamo pomembne razlike pri študentih, ki prihajajo iz gimnazij in ostalih šol. Znanje gimnazijcev je v povprečju na bistveno višjem abstraktnem nivoju, poleg tega so tudi bolj večji uporabe matematičnih orodij, kot je reševanje enačb, risanje grafov, manipulacija s funkcijami, odvajanje in integriranje, ipd. Težava je dvoplastna:

- Študent ima težave pri manipulaciji osnovnih matematičnih izrazov, zato se težko posveti fizikalni vsebini, ki jih ti izrazi predstavljajo. Težave pri npr. izpostavljanju neznanke iz enačbe ali računanje s trigonometrijskimi izrazi kažejo na to, da je bilo pri takšnih študentih v dosedanem šolanju vaje na tem področju preprosto premalo. Digitalizacija pedagoškega procesa ima težko kakršenkoli učinek: dokler dijak ne reši množice nalog na papir, da postane več uporabnih matematičnih orodij, je popolnoma vseeno, ali je naloge dobil v digitalni ali pisni obliki.
- Četudi je študent več uporabnih matematičnih orodij, ima težavo s tem, kdaj in zakaj jih uporabiti. Takšni primeri kažejo na to, da je bilo v procesu šolanja preveč pozornosti posvečene mehanističnemu reševanju nalog po vzorcih in premalo poudarka na razumevanju pomena orodij. Tak študent zna rešiti zahtevne naloge iz odvajanja in integriranja, ko pa mora pri nalogi iz mehanike izračunati maksimum funkcije ali ploščino, se ne spomni, da orodje za to obvlada. Tu bi digitalne vsebine lahko pripomogle: predvsem pri pojasnjevanju, kje vse so matematična orodja uporabna, s čimer bi dijakom tudi pokazali, da jih je res koristno obvladati.

Fizika: Fizikalno predznanje študentov je zelo različno. Največja težava je v tem, da mnogim osnovni koncepti niso razumljivi. Prevečkrat se opazi težnja po konceptu reševanja "iščem formulo, v katero lahko vstavim dane podatke", ki popolnoma spregleda učenje globljega razumevanja pomena posameznih enačb. Takšen princip je še bolj utrjen pri študentih, ki prihajajo iz srednjih strokovnih šol in kljub temu, da so imeli v primerjavi z gimnazijskimi maturanti predmete s področja mehanike, pri študiju nimajo prednosti. Včasih se celo izkaže, da se v razmišljanju težko odmaknejo od okvira receptov reševanja, ki so se jih naučili v srednji šoli in so primerni samo za reševanje elementarnih problemov. Sposobnost reševanja tipskih nalog jim daje celo pretirano samozavest, da to zadošča tudi za reševanje kompleksnejših problemov na področju mehanike. Digitalizacija bi lahko pripomogla k prikazu fizikalnih konceptov, fizikalnega ozadja matematičnega popisa in prikaza omejitev posameznih enačb, da bi dijaki razumeli, v katerih primerih se določene enačbe sme uporabiti, v katerih pa ne.

Dijakom manjkajo:

- Praktični prikazi osnovnih matematičnih operacij in njihova implementacija na področjih strojništva. Tipičen primer je nerazumevanje uporabe logaritmov, kotnih funkcij in celo sklepnega računa pri reševanju strojniških problemov.
- Problem prenosa osnovnih principov posameznih pridobljenih kompetenc na druga področja strojništva – npr. osnov strojnih elementov na področje bazičnih elementov montaže kot je spona, vpliva krčnega naseda pri preoblikovalnih orodjih, itd.

- Sposobnosti komuniciranja in dela v skupini – delo v skupini na nivoju samoorganizacije ob ustrezno postavljenih mejnikih, ki preprečujejo kampanjsko delo in/ali delo zgolj nekaterih posameznikov skupine.

Predlagamo vpeljavo samostojne projektne naloge (npr. predmet Tehnična vzgoja). Predmet naj vzpodbuja in združuje splošno razgledanost, slovenščino, matematiko, fiziko in inovacije. Seminar znotraj vsebine predmeta naj bo sestavljen iz samostojne izbire teme, samostojnega raziskovanja in pisanja poročila (max 10 strani). Poročilo se pregleda in popravi v skladu s pričakovanimi standardi, sledi še predstavitev rezultatov raziskovanja.

2. Strokovni učitelji v srednjem strokovnem izobraževanju na področju strojništva – kje bi bilo potrebno podpreti oz. nadgraditi njihove kompetence (digitalno poučevanje...)

Slaba digitalna pismenost, ki ne obsega le pomanjkanja konceptov programiranja kot osnovne veščine sodobnega strojnika, temveč je kritična na bistveno bolj bazičnem nivoju napredne uporabe osnovnih programov kot so npr. Word in Excel. Primer: veliko študentov zna v Excelu sestaviti diagram merjenih rezultatov, a zelo malo preko vnesenih točk prilagoditi ustrezno aproksimacijsko krivuljo, ali naprej izdelave analiz podatkov, uporaba makrov za parametrično/avtomatsko prilagodljivo analizo, itd.

Dijaki morajo ob prihodu na univerzo obvladovati osnovne koncepte programiranja, ki niso vezani na posamezen programski jezik. Poleg bazičnih konceptov programiranja je že na nivoju srednješolskega izobraževanja smiselno opredeliti vsaj en programski jezik, ki ga na področju reševanja problemov (tudi proizvodnega strojništva) dijaki najpogosteje srečujejo in so ga sposobni uporabljati.

Digitalizacija je v času covida močno spremenila izobraževalni proces in kljub temu, da so se digitalne kompetence tako učiteljev kot dijakov/študentov po sili razmer povečale, danes lahko opazujemo večinoma negativne posledice takšnega izobraževanja na nivo znanja. To samo potrjuje, da je uvajanje digitalnih vsebin v pedagoški proces treba izvesti premišljeno. Nevarnost povečevanja razpoložljivosti digitalnih gradiv je zatekanje učiteljskega kadra h konformizmu, saj jim gradiv ni treba ustvarjati, ampak jih imajo možnost nekritično privzeti. Iz preteklosti poznamo primere uvajanja množice delovnih zvezkov, kjer dijaki vstavljajo samo ključne besede, učitelj pa nalogo lažje pregleda, ali pa predavanja s PowerPoint predstavitevami, kjer študentom ni treba delati zapiskov, saj imajo e-gradivo na voljo. V tem smislu cilj ne sme biti povečevanje števila e-gradiv in aplikacij, ki bi jih učitelji lahko uporabili pri pouku, pač pa usposabljanje učiteljev za izdelavo lastnih e-pripomočkov, s katerimi lažje ponazorijo učne vsebine, pri organizaciji pouka pa vseeno skrbijo za to, da manualni in intelektualni napor učencev ostaja na enakem nivoju.

Ključna je integracija učnih vsebin v srednješolske učne programe, ki spodbujajo digitalne kompetence dijakov (in ne le surfanje po youtube in facebook aplikacijah) in posledično kasneje tudi študentov. Izrazitega pomena je tudi celoviti dvig digitalnih kompetenc od informacijske in podatkovne pismenosti, sposobnosti digitalne komunikacije in sodelovanja, ustvarjanja digitalnih vsebin in ne nazadnje ustrezna digitalna varnost pridobljenih rezultatov. Srednješolske učne vsebine morajo zajemati potrebo po pridobivanju podatkov za delo dijakov v digitalnem okolju in njihovo kritično vrednotenje pred samo integracijo v obravnavan problem.

Kažejo se potrebe po boljšem poznavanju digitalnih učnih okolij (predvsem okolje Moodle s segmenti interaktivnih predstavitev in kreiranja videoposnetkov) na nivoju srednješolskega izobraževanja, saj imajo dijaki preslabo znanje za uporabo teh orodij na fakultetah. Ravno tako je potrebna povečana integracija digitalnih učnih okolij v fakultetne študijske programe strojništva s ciljem kompetenc večpredstavnostnega komuniciranja v sodobnih industrijskih podjetjih. V gospodarstvu se namreč vedno več sestankov dogaja v digitalnem okolju, zato je potrebno kompetence dijakov in študentov dvigniti tudi na področju okolij za digitalne komunikacije (Zoom, Teams, itd.) in jih usposobiti za naprednejšo uporabo teh okolij (ne le spremljanje in eventuelno organizacijo sestankov).

3. *Kompetence in spretnosti dijakov modernega strojništva, vključno z digitalnimi kompetencami, prenosljivimi spretnostmi, komuniciranju ter učenju učenja, mehke veščine, reševanje problemov, kritično mišljenje, ustvarjalnost ter iniciativnost in podjetnost skozi razvoj modulov za mehke veščine*

Osnovna digitalna spretnost študenta strojništva, ki se jo upravičeno pričakuje na začetku študija, je večča uporaba kalkulatorja. Težave pri uporabi kalkulatorja pri računanju izrazov z oklepaji, ulomki in funkcijami kažejo na to, da so se v teku dosedanjega šolanja s takšnimi izzivi spopadli premalokrat. Zelo zaželeno bi bilo tudi boljše obvladovanje osnovnih orodij za oblikovanje teksta, preglednic (npr. Word in Excel) ter podajanja rezultatov/poročil, kar bi lahko izboljšali z več izdelanimi poročili v srednji šoli ter njihovo govorno predstavitevijo. V vsebinskem smislu pa pri poročilih in zaključnih nalogah, pri prevelikem številu študentov, opazamo slabo bralno pismenost (nerazumevanje branja navodil), nizek nivo slogovnega in stilističnega izražanja, ter slabo poznavanje slovnice, kar priča o premalo branja leposlovnih del in pisanja spisov, esejev in poročil. Zato je ključno ustrezno znanja angleškega jezika, sposobnost kvalitetnega izražanja v slovenskem jeziku, in sicer tako pisno (pisanje poročil) kot ustno (sposobnost predstavljanja skupini ljudi, oziroma delovanja v njej). Ni kot nadgradnja še vsaj površinsko poznavanje širokega spektra tehničnih sistemov.

4. *Potrebe po posodobitvah zahtevanih kvalifikacij poklica; s čimer bi lahko vplivali tudi na trajno promocijo STEM poklicev*

Strojništvo je širok in dinamičen poklic. Nenehno posodabljanje vsebin vodi do tega, da se v učni proces dodajajo vedno nove vsebine, ki pa so zaradi tehničnega razvoja tudi vse zahtevnejše. Ocenjevanje povprečnih dijakov, ki za pregledno (površno) razumevanje zahtevnih in obsežnih vsebin dobijo slabo, a še vedno pozitivno oceno, njim samim sporoča, da narediti nekaj "na pol" v strojništvu sicer ni odlično, še vedno pa je pozitivno. Digitalizacija omogoča diferenciacijo dijakov po njihovih zmožnostih in v skladu s tem tudi deljenje nalog različnih težavnosti. Če bi že v srednji šoli selekcionirali in dodeljevali naloge s pomočjo digitalnih orodij tako, da bi jih lahko vsi dijaki rešili v celoti glede na svoje sposobnosti, študenti ob prihodu na fakulteto ne bi bili presenečeni, ko zahtevamo za pozitivno oceno popolno izvedbo za preprosto nalogo, boljše oceno pa se dobi z rešitvijo zahtevnejše naloge. V inženirstvu pač mora biti tako: če inženir ne zmore preračunati zahtevnega mostu, tudi preračun "na pol" ni pozitiven; še vedno pa lahko odlično preračuna brv. Priučevanje odgovornosti do rezultatov svojega dela (pa čeprav preprostih nalog) bi povečalo tudi ponos do poklica, kar bi zagotovo pozitivno vplivalo na promocijo tehničnih poklicev.

5. Prilagoditve izobraževalnih vsebin na potrebe gospodarstva in zahteve družbe, tj., krepitev človeških virov s ciljem izboljšanja človeškega kapitala in baze znanja, podpora razvoja kompetenc za 21. stoletje, ter boljši povezanosti izobraževanja in usposabljanja z realnim okoljem (problem zastarelih učnih vsebin, ki ne naslavlajo trenutnih potreb v gospodarstvu)

Prav je, če se strokovne šole tesno povezujejo z gospodarstvom, saj lahko podjetja po konceptu vajeništva usposobijo svoje kadre. Za inženirstvo pa je pomembneje, da se poučuje abstraktne vsebine in osnovne koncepte, saj se vezanost na določeno tehnologijo lahko spremeni že v času študija. Za inženirja je pomembneje priučevanje kreativnega in inovativnega razmišljanja ter spodbujanje sposobnosti abstraktnega mišljenja kot pa enciklopedično poznavanje najnovejših tehnologij, saj je bistveno, da je inženir v razmišljanju odprt in lahko kreira novo znanje v kateremkoli izzivu v gospodarstvu. Po drugi strani pa mora izobraževalni proces vseeno slediti trendom v gospodarstvu; če se gospodarstvo digitalizira, mora izobraževanje temu slediti. Od dijakov bi zato pričakovali vsaj osnovno poznavanje konceptov programiranja, tj. kaj je algoritem, zanke in pogojni stavki, saj se vedno več življenja odvija po določenih sekvencah, pa tudi v gospodarstvu na tak način potekajo vsi tehnološki procesi. S poučevanjem programiranja se izboljšuje tudi sposobnost strukturiranega in logičnega razmišljanja, ki je za inženirja nujno.

6. Vidik enakosti spolov, ki naslavlja premajhno zastopanje žensk v tehničnih smereh, ki je še posebej izrazita v strojništvu (vzvodi za vključevanje bodočih inženirk v izobraževanje na področju strojništva)

Strojništvo pri nas izgubi polovico človeškega potenciala samo s tem, ker ne sprejmemo dejstva, da so ženske za tehniko enako sposobne kot moški. Deklarativno jim priznavamo veljavo na strokovnem področju, a samo do takrat, ko so nam podrejene. Če pustimo ob strani posledico vzgoje v tradicionalni družini, je osnovna škoda strojništvu storjena s poukom tehnike v osnovni šoli, ki ga mnogokrat poučuje kader, ki mu ne morejo zaupati poučevanja drugih predmetov, kurikulum pa je sestavljen tako, da učenci dobijo občutek, da je tehnika sinonim za tehnično pisavo, projekcije, žago in vrtni stroj. Tu bi, bolj kot poučevanje nekaterih starih tehnologij in metod, morali poučevati vsebine modernega strojništva (mehatronika, aditivne tehnologije, itd.). Najboljši ženski kadri se zato tudi po gimnaziji v tehniko redko vrnejo, še najtežje pa v strojništvo. Edina rešitev je tako razmislek o popularizaciji tehnike (ki niso samo avtomobili in motorji) med najmlajšimi, kar bo imelo učinek šele na naslednje generacije. Za našo generacijo strojnih inženirjev pa bi bilo dovolj že to, da sami pri sebi spremenimo percepcijo do žensk in jih v vseh poklicih spoštujemo.

Identificirati in spodbujati je treba veščine, ki niso vezane na fizično sposobnost posameznika in kjer so ženske lahko popolnoma enakovredne moškim tudi na področju proizvodnega strojništva. Enakovrednost med spoloma na področju tehniških ved, kamor spada tudi strojništvo, je treba prenesti tako na vsebine srednješolskega kot tudi osnovnošolskega izobraževanja. Nedvomno pa, glede na naše izkušnje, študentke fakultete za strojništvo spadajo med najboljše študente po uspehu.

Projekt »Kombiniran učni model za srednje strokovno izobraževanje na področju strojništva in razvoj kompetenc dijakov in učiteljev za digitalno izobraževanje« je financiran v okviru programa Izobraževanje – krepitev človeških virov, ki se sofinancira iz sredstev Norveškega finančnega mehanizma 2014-2021 ter pripadajoče slovenske udeležbe Službe vlade RS za razvoj in kohezijsko politiko.