

## **Učenje gradbeništva in arhitekture preko WWW**

**Žiga Turk<sup>1</sup>, Renate Fruchter<sup>2</sup>**

Na podiplomskem študiju gradbeništva in arhitekture na Univerzi Stanford, ZDA, enega od predmetov izvajajo z uporabo metod projektnega učenja in z uporabo tehnologij za učenje in delo na daljavo. Od leta 1998 pri tem sodeluje Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Poleg izbranih tem s področja gradbeništva in arhitekture se študenti pri tej obliki študija praktično seznanijo z delovnim okoljem, ki ga bodo srečevali v prihodnosti - z Internetom in drugimi informacijskimi tehnologijami, ki omogočajo projektiranje na daljavo, z delom v mednarodnem okolju izven nacionalnih okvirjev in s sodelovanjem s ključnimi akterji v procesu gradnje - arhitekti, inženirji, managerji in investitorji.

### **Pomen projektnega učenja**

Ko Schön (1983) analizira delo strokovnjakov, npr. inženirjev, arhitektov, ravnateljev, itd., ugotavlja, da njihovo delo ni le aplikacija znanstvenih metod in postopkov, ampak da se predvsem naslanja na širok repertoar izkušenj, zdrave pameti in znanja, ki ga racionalno niti ne znajo razložiti. Predvsem najtežje odločitve sprejemajo na ta način - torej, ko je treba problem na podlagi neurejenega konteksta šele zastaviti oz. si ga zastaviti z druge strani. Samo reševanje problema, potem, ko je zastavljen, je lažji del posla.

Schönov prispevek k epistemologiji ni docela nov. Da znamo zabiti žebelj, ne da bi kaj vedeli o mehaniki, je zapisal že Heidegger (1962), ki podobno kot Schön meni, da znanje izkazuje "v delu" in da je znanje v osnovi pred-racionalno. Winograd in Flores (1987) sta ta razmišljanja uporabila za kritiko nekaterih pristopov umetne inteligence. Izpostavila sta, da ključna človekova dejavnost ni reševanje problemov, ampak dajanje in sprejemanje obvez znotraj družbenega okolja. Tudi Schön poudarja pomen dela v skupini. V svojem delu postavi model tehnične racionalnosti, ki da temelji na "razmišljujočem strokovnjaku", ki je v stalnem dialogu, na eni strani s svojim problemom, na drugi pa s sodelavci. Kritizira način univerzitetnega izobraževanja strokovnjakov. Pravi, (1.) da se bodoče strokovnjake namesto o jedrih stroke uči o temeljnih znanostih, (2.) da se na račun reševanja zanemarija postavitvev problemov ter izbira metod in konceptov ter (3.) da se zanemarija socialna komponenta strokovnjakovega dela, torej sodelovaje s sorodnimi strokovnjaki in širši vpliv njihovega dela na družbo.

### **Gradbeništvo**

Gradbeništvo prispeva dobro desetino družbenega proizvoda Evropske unije. Ne velja za industrijsko vejo visokih tehnologij. Je razdrobljeno, prevladujejo mala in srednja podjetja z zelo različnimi nivoji informacijske pismenosti. Gradbeništvo je tudi industrija, kjer so nekateri danes zelo moderni vzorci dela že tradicionalni, npr. virtualno podjetje ali unikatna proizvodnja za vsakega kupca posebej. Skoraj vsak gradbeni objekt namreč načrtuje, planira, gradi in vzdržuje edinstvena skupina podjetij, ki se v taki postavi sreča samo za en projekt. Izdelki (stavbe, mostovi, ceste) so enkratni, zato se načrtovanja in planiranja gradnje lotevamo drugače, kot za velikoserijske industrijske izdelke. Prav razdrobljenost industrije je eden glavnih izzivov za gradbeno informatiko, ki poskuša predvsem z uvajanjem standardnih modelov produktov, ki omogočijo računalniško izmenjavo podatkov, povečati učinkovitost gradbene industrije.

Razdrobljenost je tudi posledica izobraževalnega sistema, ki namesto tradicionalnega "glavnega stavbenika" vzgaja posebej arhitekta, posebej (na zahodu) gradbenika načrtovalca in posebej gradbenika organizatorja. Te tri smeri dajo tudi črke za kratico, s katero predvsem v ZDA označujejo

---

<sup>1</sup> Izredni Profesor za Gradbeno informatiko in dokumentacijo, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani; ziga.turk@fgg.uni-lj.si

<sup>2</sup> Dr., Predstojnica laboratorija PBL, Stanford University, Palo Alto, Kalifornija, ZDA; renete.fruchter@stanford.edu.

industrijo, ki oblikuje pozidano okolje - AEC (architecture, engineering, construction). Prva se ukvarja predvsem z estetiko, drugo načrtuje, kakšen bo grajeni objekt, ko bo zgrajen, tretje planira, kako se bo gradilo, kdaj, kdo, in po čem. V bivših socialističnih deželah delitev med načrtovalci in planerji ni tako izrazita, predvsem zato, ker je področje gradbenega managementa in ekonomike nima enakega položaja. Razdrobljenost še povečuje ločeno poučevanje o posameznih fazah načrtovanja in posameznih specialnostih znotraj teh treh velikih kategorij.

Študentje se v toku študija praviloma ne srečajo s kompleksnostjo celotnega gradbenega projekta, celo za vaje, ki bi segala preko meja enega predmeta, praviloma ni možnosti. Projektni študij, ki ga predstavljamo, tradicionalni način študija v tem pogledu dopolnjuje.

## **PBL**

Kratica PBL stoji za "Problem, Project, Product, Process, People Based Learning", torej problemsko, projektno, produktno, procesno učenje, ki je zgrajeno okrog ljudi. Organizira ga Univerza Stanford za študente podiplomskega študija gradbeništva in arhitekture. V učnem procesu sodelujejo še profesorji iz raznih univerz, strokovnjaki iz prakse in bivši študenti pri tem predmetu.

Bistvo predmeta je projektno učenje - trojke študentov morajo v približno štirih mesecih izdelati konkreten projekt, npr. za šolo ali bolnico. Lahko bi rekli, da gre za nekakšno seminarsko nalogo. Trojko sestavljajo arhitekt, gradbenik-konstrukter in gradbenik organizator. Vsak projekt ima tudi investitorja oz. lastnika. Vlogo pogosto prevzame slušatelj predmeta iz prejšnjih let.

Predavanja so povezana s projekti. Predavajo vrhunski profesorji gradbeništva in arhitekture iz univerz Stanford in Berkely, pa tudi vrhunski strokovnjaki iz prakse in managerji večjih ameriških gradbenih podjetij. Predavatelji so seveda specialisti vsak na svojem področju, v predavanjih pri tem predmetu pa obravnavajo predvsem teme, ki se nanašajo na širši kontekst gradnje. Povabljeni strokovnjaki iz industrije imajo pomembne mentorske naloge in študentom pomagajo oz. ocenjujejo, komentirajo in kritizirajo njihovo delo. S svojimi bogatimi praktičnimi izkušnjami dopolnjujejo predvsem teoretično znanje profesorjev iz univerz.

Pri tem predmetu sodelujejo naslednje univerze: Stanford, Berkely in Cal Poly iz Kalifornije, Georgia Tech iz vzhodne obale ZDA, Škotski Strathclyde, Aoyama Gakuin Univ., Tokyo in Univerza v Ljubljani. Med industrijskimi sponzorji najdemo znana imena s področja računalništva (Autodesk, Cisco Systems, Intel, Sun Microsystems) ter znana gradbena podjetja in projektivne biroje.

## **Vse preko Interneta**

Tako zastavljen program bi bilo težko izpeljati brez uporabe informacijskih tehnologij. Zadnja leta skoraj vse poteka preko Interneta - predavanja tečejo s pomočjo programov NetShow in ClassPoint, ki omogočata, da študentje na svojem računalniku predavatelja vidijo, slišijo, prikazujejo pa se jim tudi njegove prosojnice. Diskusija, ki predavanjem sledi, omogoča, da se med seboj vsi vidijo in slišijo oz. v skrajnem primeru vsaj berejo vtipkano besedilo (Meeting Point). Klasičnega preverjanja znanja (npr. izpitov, kolokvijev) ni, na končno oceno pa močno vpliva sodelovanje v diskusijah in pisanje esejev, komentarjev in poročil, ter seveda uporaba znanja s predavanj pri projektni nalogi. Vsa predavanja so tudi posneta in si jih študent lahko kasneje ponovno ogleda.

Tudi pri delu na projektni nalogi trojke sodelujejo izključno preko Interneta. Praviloma vsak prihaja iz druge univerze. Tako je lani Tomo Cerovšek, študent na doktorskem študiju na FGG, sodeloval s kolegom iz Atlante in Stanforda. Letos pa Mario Šargač, študent četrtega letnika Fakultete za arhitekturo, sodeluje s kolegi iz Stanforda, vlogo investitorja v tej skupini pa ima Cerovšek. Osebnost se srečali le na spoznavnem sestanku januarja na Univerzi Stanford, projekt v celoti pripravili preko Interneta in ga maja osebno in v živo tudi predstavili. Na Internetu so si izmenjevali načrte, se pogovarjali o projektu v temu namenjenim diskusijskih skupinah ali preko e-pošte. Praviloma enkrat tedensko so se srečali na Internetu v živo - s pomočjo računalniških video kamer in programske opreme za sodelovanje (slika 1). Le ta omogoča, da se npr. gradbenik in arhitekt preko Interneta slišita, za silo vidita, in hkrati usklajujeta detajle na risbi, ki jo skupaj urejata, npr. s programom AutoCAD. Če je pretočnost Interneta zadovoljiva, je tako sodelovanje celo udobnejše, kot če bi oba sedela za istim računalnikom. Rezultat projektne naloge so spletne strani, kjer je natančno predstavljena dokumentacija za izbrano rešitev, pa tudi študije številnih variant, ki so nastajale v procesu načrtovanja

(slika 2). Vsaka skupina je rezultate pokazala na zaključni predstavitvi, ki je sredi maja potekala na Univerzi Stanford (v živo, slika 3).

Ker arhitekt in gradbenika praviloma prihajajo iz različnih univerz je pomemben faktor tudi časovna razlika med njimi. Med Ljubljano in Kalifornijo le-ta znaša devet ur, še povečajo pa jo delovne navade v Sloveniji (delo zgodaj zjutraj) in ZDA (delo pozno popoldne). Razlika po eni strani otežkoča srečanja v realnem času; primerna ura je npr. le okrog 17:00 po našem času, ko je na zahodni obali ZDA šele 8:00. Po drugi strani pa lahko npr. arhitekt v Ljubljani pripravi nove arhitektonske podlage, gre spat, medtem pa jih statik in organizator iz ZDA preverita po tehnični in ekonomski plati. Arhitekta naslednje jutro v e-poštnem predalu že čakajo komentarji, na spletnih straneh okolja za upravljanja z dokumentacijo, pa so označena problematična področja.

Solidna programska oprema za učenje in delo na daljavo je praviloma dostopna brezplačno; infrastrukturo, ki omogoča urejeno izmenjavo podatkov in sodelovanje je mogoče razmeroma hitro izdelati. Pravzaprav edina tehnična pomanjkljivost, s katero so naši študenti srečevali, je nezanesljivo delovanje Interneta in pogosto njegova premajhna pretočnost v smeri iz ZDA v Evropo. Za te kapacitete so se namreč naši študentje morali boriti z vsemi drugim uporabniki iz Slovenije, ki akademsko omrežje uporabljajo tudi popolnoma neakademsko, npr. za prenos glasbe in video-spotov. Sicer lahko le ugotovimo, da je tehnična infrastruktura za delo in učenje v Evropskih okvirih popolnoma ustrezna.

Zanimivo je bilo tudi primerjati nivoje znanja gradbeništva in arhitekture med študenti različnih univerz. Oba dosedanja udeleženca sta bila med najboljšimi; na mnogih področjih sta po znanju prekašala kolege iz tujine, opazili pa smo tudi nekaj področij, ki so pri nas zanemarjena.

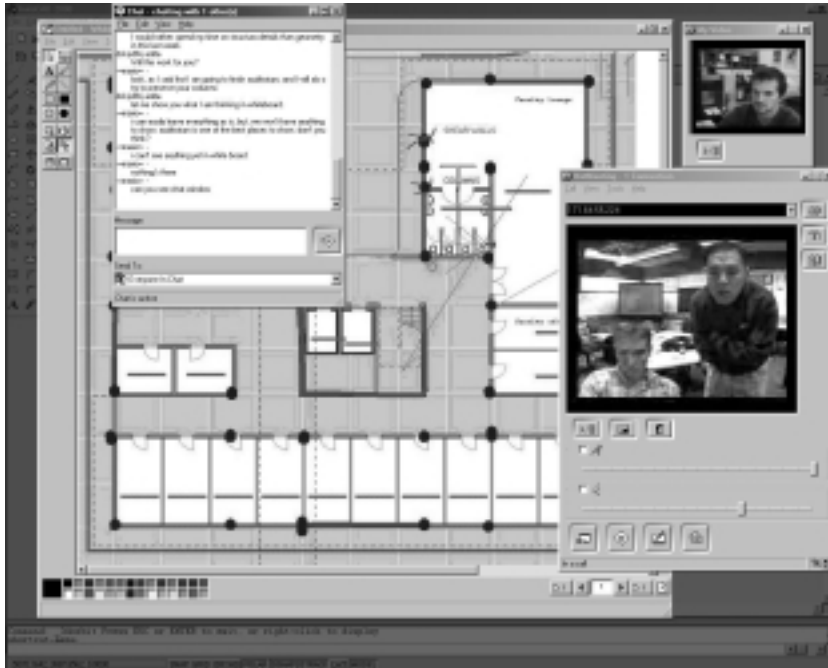
## **Zaključek**

V PBL smo bili povabljeni zaradi utečenega znanstvenega sodelovanja med Inštitutom za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo in Univerzo Stanford na področjih gradbene informatike in potresnega inženirstva. Naši študenti se predmeta zato lahko udeležijo brezplačno, kriti je potrebno le stroške, ki nastanejo z dvema potema v ZDA, ter z opremo, ki jo pri delu potrebujejo. Lani smo se PBL udeležili v okviru programa za znanstveno tehnološko sodelovanje med Slovenijo in ZDA, letos pa stroške krijemo iz drugih raziskovalnih projektov. Sodelovanje v PBL želimo ohraniti tudi v prihodnje, saj ne gre le za izobrazbo enega študenta, ampak nas seznanja z zadnjimi dosežki računalniških podjetij iz Silicijeve doline, ki PBL sponzorirajo, prispeva praktične izkušnje za raziskovalno delo na področju inženirskega dela in učenja na daljavo in prispeva k razmisleku o oblikah študija doma. Tako npr. lahko s temi izkušnjami pomagamo pri vzpostavitvi tesnejšega sodelovanja med gradbenimi oddelki univerz v Ljubljani in Mariboru.

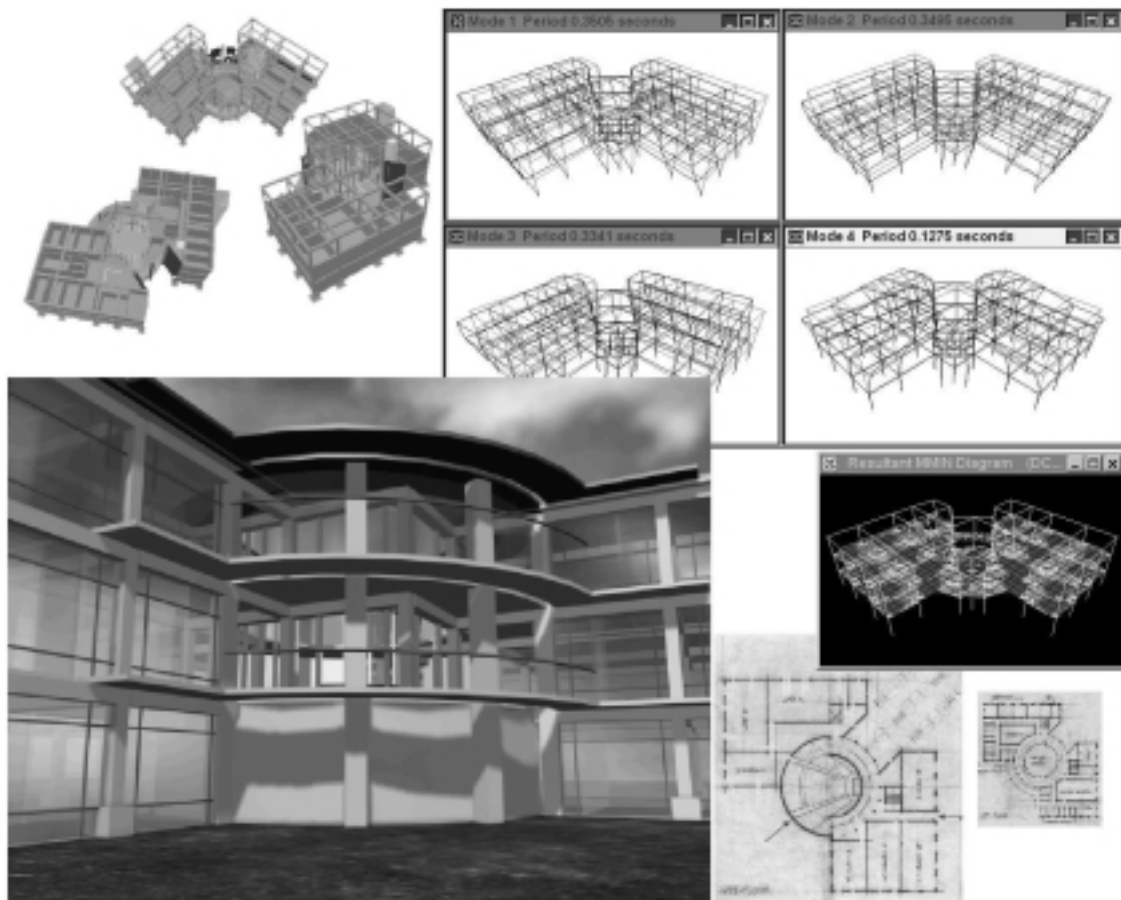
Študenti, ki se udeležijo PBL, pridobijo (1) globlji celovitejši vpogled v svojo stroko: iz pasivnih sprejemnikov znanja prelevijo v aktivne iskalce znanj, ki jih potrebujejo ob projektu; od poznavanja napredujejo k obvladovanju snovi; namesto sintetičnih problemov iz učilnic se spoznavajo z problemi iz resničnega sveta; od črtnih risb in besedil se priučijo rabe multimedijev; od izolacije svoje specialnosti so se prisiljeni odpreti k sorodnim panogam. Seznanijo se (2.) z informacijskimi tehnologijami in načini dela, ki se bodo v intelektualnih poklicih pojavili v naslednjih letih - postali bodo agenti sprememb in spodbujevalci tehnološke prenove v podjetjih, ki jih bodo zaposlila; naučijo se (3.) sodelovanja, dogovarjanja, iskanja kompromisov s poklici, s katerimi se bodo srečevali svojih službah. In nenazadnje se tudi privajajo na delo v mednarodnem okolju. Na globalnem trgu, ki ga omogočajo komunikacijske in informacijske tehnologije, bodo vsaj boljši med njimi v naslednjih letih namreč tekmovali.

## **Viri**

- Fruchter, R. (2000). High five PBL, predavanje na Univerzi v Ljubljani na daljavo, <http://itc.fgg.uni-lj.si/pbl/>
- Heidegger, M. (1962). Being and time, Harper & Row.
- Schön, D.A. (1983). The Reflective Practitioner - How Professionals Think in Action, Basic Books, UK.
- Winograd T and R Flores (1987). Understanding Computers and Cognition, Addison-Wesley.



Slika 1: Timsko delo med Ljubljano in Zahodno obalo ZDA. Mario Šargač (Ljubljana), Michael Chester in Roger Lee (oba Stanford) usklajujejo tloris stavbe, ki bo stala ob jezeru Tahoe na meji med Nevado in Kalifornijo. Kvaliteta video slike ni najboljša.



Slika 2: Šolsko poslopje v Sacramentu, Kalifornija. Arhitektura: Steve Georgalis, Atlanta, konstrukcija Tomo Cerovšek, Ljubljana, plan gradnje Jackie Ho, Palo Alto.



*Slika 3: Mario Šargač predstavlja izbrano arhitekturno rešitev za stavbo v Lake Tahoe.*