Študij za delo na daljavo

Žiga Turk
izr.prof., Univerza v Ljubljani, FGG

Tomo Cerovšek,
podiplomski študent, Univerza v Ljubljani, FGG

Mario Šargač,
študent, Univerza v Ljubljani, FA

POVZETEK
V zadnjih letih so informacijske in komunikacijske tehnologije tako napredovale, da postaja sodelovanje z njihovo pomočjo enako učinkovito kot osebni stik. To spreminja način dela posameznikov in organizacijo gradbeništva kot celote. Ponekod imajo študentje že možnost, da se privadijo delu na daljavo s pomočjo Interneta. Spodbujali bodo lahko napredek v podjetjih, kjer se bodo zaposlili. Eden boljših tovrstnih programov - PBL - teče na podiplomskem študiju gradbeništva in arhitekture na Univerzi Stanford, ZDA. Študenti se v njem naučijo dela (1) na daljavo, (2) v mednarodnem okolju in (3) preko meja ozko specializiranih strok. Program teče po Internetu, na daljavo. Učitelji ob njem testirajo metode učenja na daljavo in proučujejo prednosti in slabosti, ki jih tak način dela prinaša. Od leta 1998 v tem programu sodeluje tudi Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. V članku predstavljamo način študija, izkušnje naših študentov in predloge za spremembe načina inženirskega študija. Ugotavljamo, da niso ključne samo nove tehnologije in Internet, ampak je pri tej vrsti študija pomembno tudi to, da je projektno usmerjen, interdisciplinaren in celovit.

Learning for Distance Working

SUMMARY

The recent advances in information and communication technologies can make technology-supported collaboration nearly as efficient as through personal contacts. This is changing the ways the individuals work and the ways in which the construction industry as a whole is organised. At certain schools, the students are already getting the opportunity to get used to distance working using the Internet technologies. They will be agents of change in the companies where they would be eventually employed. On of such programs - PBL - runs at the University of Stanford, USA. The participating students learn (1) distance working in (2) an international environment (3) across the borders of their professional specialisation. The PBL program runs using distant learning techniques over the Internet. The faculty are using it to test now distant learning methods and study opportunities and disadvantages of such type of lecturing. Since 1998 Faculty of Civil and Geodetic Engineering is taking part in the programme. In the paper, we present the programme, the experiences of our students and suggestions for teaching engineering in general. We claim that in addition to using the modern technologies, the essential issues are also, that the study is project based, interdisciplinary and integrated.

1. UVOD

Medsebojna komunikacija in izmenjava informacij je nujni predpogoj za sodelovanje med strokovnjaki, ki so udeleženi v procesu gradnje. Pred pet sto leti je komunikacija potekala ustno, izmenjava informacij pa prav tako, saj tehničnih risb skorajda niso risali. Glavni stavbeniki so kar na gradbišču in ustno vodili gradnjo. Od renesanse dalje, še bolj pa od "odkritja" opisne geometrije konec 18. stoletja, pa so za izmenjavo tehničnih informacij postale vse pomembnejše tehnične risbe in poročila, kar je omogočilo specializacijo poklicev. Pogovor je najprej še vedno tekel ustno, prek dopisovanja, kasneje pa tudi prek telegrafa, telefona, telefaksa in v zadnjih letih preko elektronske pošte. Tehnična sredstva so omogočala, da se je potreba po fizični prisotnosti zmanjševala, s tem pa je počasi izginil tudi glavni stavbenik. Nadomestila ga je množica specialistov, ki sodelujejo deloma brez, precej pa s pomočjo tehničnih pomagal. Prav v zadnjih nekaj letih je tehnika tako napredovala, da je mogoča učinkovita izmenjava tehničnih informacij med biroji ali med centralo podjetja in gradbiščem. Medij za prenos načrtov ni več papir, ampak Internet oz. elektronska pošta. Tak način izmenjave podatkov pa je še vedno razmeroma okoren, ko je potrebno tesno sodelovanje med strokovnjaki.

1.1 INFORMACIJSKI ZNAČAJ GRADBENIŠTVA

Ko smo še včeraj govorili o tesnem sodelovanju, je bilo treba besedno "tesno" vzeti skorajda dobesedno. Za skupinsko reševanje zapletenih problemov je bilo najbolj učinkovito, če so se ljudje zbrali na sestanku v istem prostoru - da so se torej slišali, videli in se lahko sklonili nad isto mizo, nad isti načrt. Danes fizična bližina za tesno sodelovanje med npr. med arhitektom in glavnim statikom, ni več tako zelo nujna. Internetske tehnologije namreč že omogočajo prenos treh ključnih komponent, s pomočjo katerih se sporazumevamo. To so prenos govora, slike govorca in delovne površine oz objekta, o katerem teče beseda. Če komunikacija teče preko računalniških omrežij, niti ni več nujno, da sta oba iz istega mesta, države ali kontinenta. To pomeni, da lahko npr. arhitekt in statik sodelujeta, ne da bi se osebno sploh srečala.

1.2 GLOBALIZACIJA

S tem postajajo tudi inženirski poklici zanimivi za globalizacijo. Globalizacija pomeni, da so ljudje, izdelki, denar, in informacije oz. ideje globalno gibljivi oz. dostopni. Globalizacija gibanja ljudi in materialnih izdelkov je seveda povezana z nekaterimi tehničnimi, fizikalnimi, in, tudi po padcu Berlinskega zidu, političnimi omejitvami. Pri pretoku dobrin, ki jih je mogoče zapisati računalniško (denar, informacije, ideje) pa vsaj tehničnih ovir ni. Razvoj komunikacijskih tehnologij v zadnjih tridesetih letih namreč omogoča, da lahko praktično v vsakem trenutku stopimo v kontakt s komerkoli v razvitem svetu. Če le ta "prodaja" informacije, mu jih lahko v hipu tudi plačamo. Informacijski "izdelki" tvorijo vse večji delež ekonomij razvitega sveta. V ilustracijo le podatek, da je cena fizične izdelava športnega copata manj kot 10% prodajne vrednosti tega izdelka. V ostanku cene so skriti stroški za informacije, ki ta copat naredijo tržno zanimiv. Podobno, le da pretežno v manjši meri, vse bolj velja za vse industrijske izdelke.

Gradbeništvo se zdi zaradi vezanosti izdelka na teren in lokacijo nekako bolj odporno na izzive globalizacije, vendar je prvi vtis zmoten. Morda se res ne bo nikoli zgodilo, da bi bila na naših gradbiščih delovna sila iz Kitajske ali Malezije, postaja pa vse bolj realno, da bodo pri načrtovanju, planiranju in nadzoru pri naših objektih lahko konkurenčni tuji inženirji in arhitekti; da bodo računalniške animacije in armaturne načrte risali npr. na Poljskem. Kar se lahko zdi grožnja domačim strokovnjakom pa je po drugi strani priložnost, saj globalizacija omogoča pretok informacij (in denarja) v obe smeri. Za Slovenska podjetja bi lahko delali tuji statiki, arhitekti, in seveda obratno, slovenskim inženirjem in arhitektom se na ta način odpirajo tuja tržišča. Računalniške komunikacije pač omogočajo prelaganje dela v dežele, kjer je delovna sila poceni. Tako npr. podjetja iz bogatih industrijskih držav že prelagajo rutinska in manj kreativna dela (npr. risanje armaturnih načrtov), podjetjem v Vzhodno Evropo ali Južno Ameriko. Poznavanje mehanizmov in tehnologij, ki globalizacijo omogočajo, nas nanjo lahko bolje pripravi

1.3 PROJEKTNI ŠTUDIJ

Gradbeništvo je izrazito interdisciplinarna industrijska panoga. Pri gradnji se praviloma srečajo inženirji skoraj vseh profilov. Vendar študij tega ne odraža dovolj. Študentje se praviloma ne srečajo s kompleksnostjo celotnega gradbenega projekta, celo za vaje, ki bi segala preko meja enega predmeta, običajno ni možnosti. Projektni študij, ki ga predstavljamo, tradicionalni način študija v tem pogledu dopolnjuje.

Projektno študij je študij, ki ga motivira delo na konkretnem, praktičnem projektu. Praktično in seminarsko delo ima v visokem šolstvu dolgo tradicijo, ki pa se je do danes najbolj ohranila na seminarskem delu, kot ga poznajo študentje arhitekture. Na področju inženirstva se je integralni pristop, ki ga goji projektno delo, postopoma umikal

učnemu načrtu, ki je postajal podobno razdrobljen, kot znanstvene discipline, na katerih posamezni predmeti slonijo.

Med najodmevnejšimi kritiki takega načina poučevanja strokovnjakov sodi profesor urbanizma in pedagogike iz M.I.T Donald A. Schön. V svojih delih [1983,1990] analizira delo strokovnjakov in 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. Tega, namreč kako problem zastaviti, kako ga morda prevesti v kaj drugega in kako ga umestiti v celovito okolje, o tem naj bi se v visokih šolah premalo govorilo. Pravi, (1.) da se bodoče strokovnjake namesto o jedrih stroke uči o temeljnih znanostih, (2.) da se na račun reševanja problemov zanemarja postavitev problemov ter izbira metod in konceptov ter (3.) da se zanemarja socialna komponenta strokovnjakovega dela, torej sodelovaje s sorodnimi strokovnjaki in širši vpliv njihovega dela na družbo. Schön tudi poudarja pomen dela v skupini saj večino problemov danes rešujemo skupinsko. V svojem prvem 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.

Trdijo [Fruchter, 2000] da je razdrobljenost gradbene industrije deloma 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 industrijo, ki oblikuje pozidano okolje - AEC (architecture, engineering, construction). Vemo tudi, da način organizacije visokega šolstva pri nas spodbuja specializacija znotraj teh smeri ne pa sodelovanja in povezovanja med predmeti.

Projektni študij, kot ga predstavljamo v tem prispevku, je odgovor na te kritike in predstavlja dopolnitev tradicionalnih oblik študija.

2. PROJEKTNI ŠTUDIJ 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 (graduate) študija gradbeništva in arhitekture. V učnem procesu sodelujejo še profesorji iz raznih univerz, strokovnjaki iz prakse in bivši študenti pri tem predmetu.

PBL z denarjem in opremo podpirajo podjetja kot so Autodesk, Bentley, Cisco Systems, Intel, Sun Microsystems, Informix, White Pine Software ipd.

2.1 SKUPINE

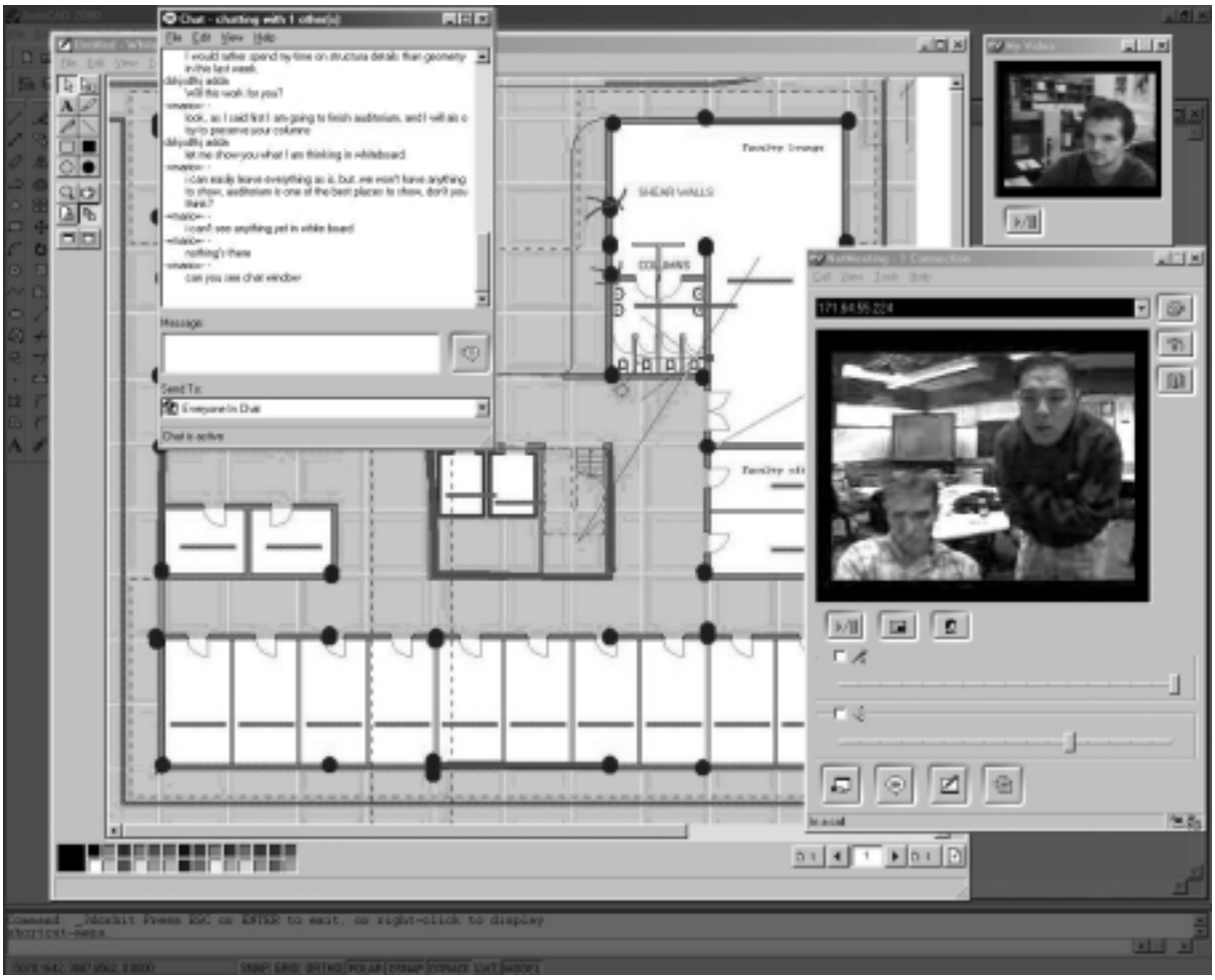
Projekte izdelujejo trojke študentov, ki morajo v približno štirih mesecih izdelati tehnično dokumentacijo, npr. za šolo ali bolnišnico. Trojko sestavljajo arhitekt, gradbenik-konstrukter in gradbenik organizator. Vsak projekt ima tudi investitorja oz. lastnika. To vlogo pogosto prevzame slušatelj predmeta iz prejšnjih let.

Zadnji dve leti sta v PBL sodelovala tudi študenta iz Univerze v Ljubljani. V leta 1999 je bil konstrukter Tomo Cerovšek uvrščen v skupino z arhitektom iz univerze Georgia Tech iz Atlante (Steven Georgalis) in tehnologom-managerjem iz Univerze Stanford (Jacky Ho). Investitor je bil dr. Ali Al Ali-jem iz Kalifornije. V letu 2000 je arhitekt Mario Šargač sodeloval z konstrukterjem in tehnologom Michael Chesterjem in Roger Leejem (oba iz Univerze Stanford). Investitor je bil Cerovšek.

2.2 RAČUNALNIŠKA INFRASTRUKTURA

PBL skoraj izključne teče 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.

Za komunikacijo "od-točke do točke" (point-to-point), med dvema uporabnikoma, so uporabljali program NetMeeting - to je brezplačen video konferenčni sistem podjetja Microsoft. S pomočjo tega programa so člani ekipe "sestankovali" (Slika 1). Z nadgradnjo na strežnikovi strani je pogovor mogoč tudi med več osebami. Izmenjava zvoka in slike je odvisna od prepustnosti omrežja. Med pogovorom si lahko izmenjamo tudi datoteke, odpremo katerokoli aplikacijo in si jo delimo z drugimi uporabniki (application sharing) ali diskutiramo ob grafičnih predlogah z grafičnim in tekstualnim označevanjem (whiteboarding).



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. Slaba video slika je bila značilna.

Za spremljanje predavanj je na voljo prav tako brezplačen program Microsoft Media Player, ki se uporablja za predvajanje video posnetkov preko Interneta.

Solidna programska oprema za učenje in delo na daljavo je torej praviloma dostopna brezplačno. 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 videa. Sicer lahko le ugotovimo, da je tehnična infrastruktura za delo in učenje v Evropskih okvirih popolnoma ustrezna.

Ocenjujemo, da je za izvedbo takega projekta potreben stalen podatkovni pretok vsaj 100 kbit/sek (to ustrezna dvojni ISDN zvezi). Med našim sodelovanjem v PBL so hitrosti padle tudi pod 25 kbit/sek, kar je onemogočalo nekatere oblike sodelovanja, npr. sočasno delo dveh oseb s programom AutoCAD. Včasih so bila zato tudi predavanja slabše razumljiva.

Projektiranje in načrtovanje teče na osebnih računalnikih. Udeleženci so največ uporabljali naslednje programe: AutoCAD, SAP2000, ETABS, zbirko programov Office, HTML urejevalnike in orodja za prenos datotek po protokolu FTP. Poleg tega so bila predstavljena programska orodja, ki so namenjena inženirskemu delu iz različnih lokacij. Podatkovne strukture inženirskih informacij so zelo specifične in vključujejo mnoge grafične in tekstovne podatke. V ta namen so na Univerzi Stanford razvili orodja za shranjevanje sprememb in izmenjavo dokumentov znotraj okolja AutoCAD, za samo spremljanje procesa projektiranja, dodatke za uporabo digitalnih video-posnetkov predavanj. Nekatera od naštetih orodij zahtevajo razmeroma dobro mrežno infrastrukturo in stalno, zanesljivo propustnost Interneta.

2.3 POTEK DELA

Čeprav se skoraj vse v PBL dogaja na daljavo in od doma, pa se program predmeta PBL začne in konča z osebnim srečanjem vseh udeležencev v laboratoriju PBL na Univerzi Stanford. Na začetku je srečanje vseh prisotnih, okrogla miza in spoznavni večer. Okrogla miza obravnava vidike razvoja gradbene stroke, arhitekture in gradnje v smislu metod, informacijske tehnologije, finančnih omejitev, kvalitete projektov, gradnje objektov, zahtev naročnikov, same perspektive razvoja stroke in sodelovanja treh disciplin. Tu se udeleženci seznanijo tudi med seboj. Poseben poudarek je namenjen vzpostavitvi osebnega stika med ljudmi, ki se bodo sicer srečevali samo s posredovanjem tehnologije.

V okviru teh priprav udeleženci dobijo tudi literaturo, ki obsega nekaj sto strani tiskanega gradiva (članki, posamezna poglavja knjig, izvlečki predstavitev). Gradivo se nanaša na proces projektiranja, vsebuje primere dobrih arhitektonskih, konstrukcijskih ali tehnoloških rešitev ter seznam referenčnih virov in literature. Vsak udeleženec dobi tudi CD-ROM z gradivom in nekaterimi programi.

Podan je natančen urnik predavanj (glej Dodatek), diskusij in rokovnik za izvedbo projekta. Oblikujejo se ekipe. Člani se seznanijo z informacijsko tehnologijo, ki služi za komunikacijo med sodelujočimi pri delu na daljavo.



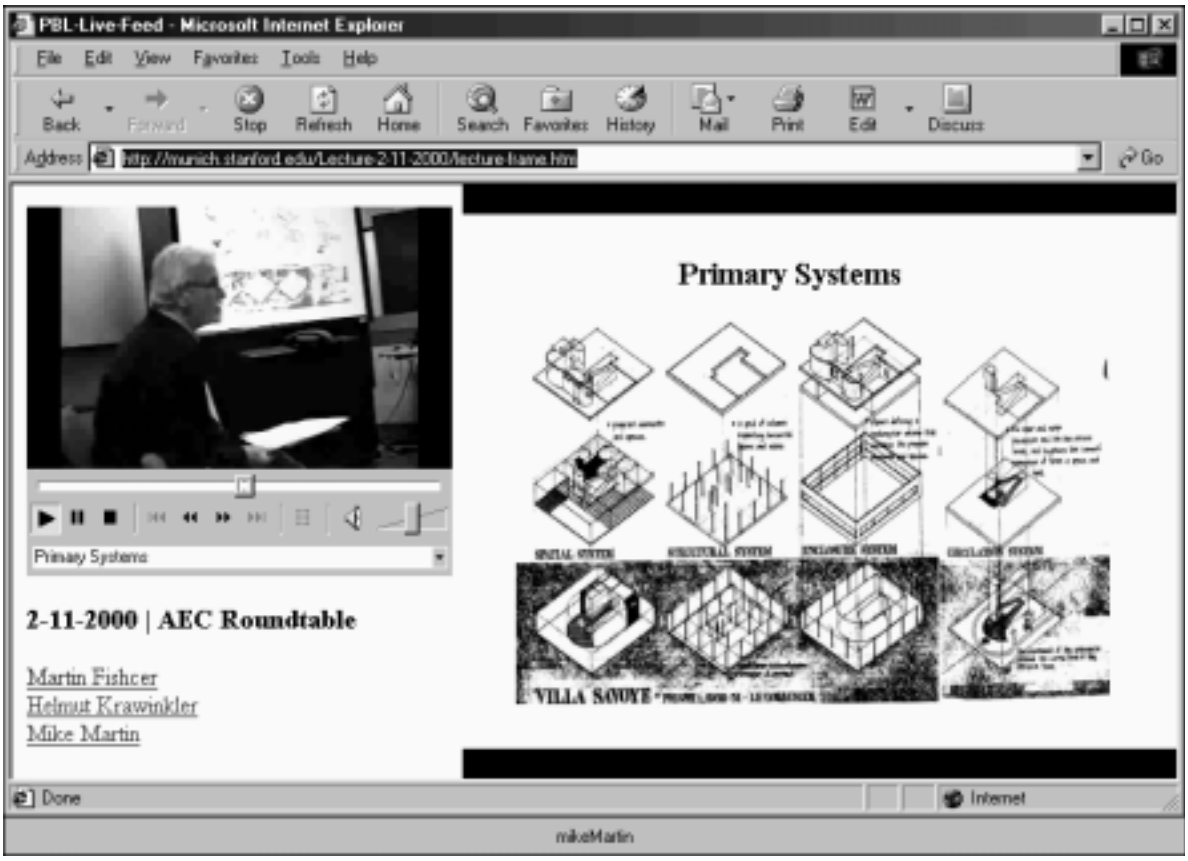
Slika 2: Projektna skupina "Mountain" iz leta 2000.

Program teče v dveh semestrih. V tem času se med seboj prepletajo predavanja, diskusije, odgovarjanje na razne vprašalnike in predvsem delo na projektni nalogi. Na koncu je zaključna predstavitev rezultatov, ki spet teče v živo.

2.4 PREDAVANJA

Namen predavanj je posredovati bolj teoretično znanje, ki pa je povezano s projekti. Predavanja so v vlogi "just-in-time" dostave informacij ob delu na projektu. Tako so ob začetku dela na daljavo osredotočena predvsem na informacijsko tehnologijo, ki je osnovni pogoj za nadaljnje delo. Kasneje, ko zaživi timsko delo na projektu in se izdelajo prve arhitektonske zamisli, pa tudi predavanja preidejo na ustrezne strokovne vsebine in na nek način pomagajo v procesu načrtovanja. Odnos med "predavanji" in "vajami" je tako pravzaprav obraten, kot smo ga vajeni pri običajnem študiju - tu so predavanja v službi vaj oz. projekta.

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.



Slika 3: Predavanje Prof. Mike Martina na daljavo.

Predavajo profesorji arhitekture in gradbeništva iz Univerze v Stanford, Berkeley in Georgia Tech. Poleg tega so sodelujejo praktiki iz industrije in nekaterih največjih projektantskih hiš kot so Frank Gehry, Greg Luth in drugi. K sodelovanju so povabljeni tudi strokovnjaki področij, ki pogosto nastopajo v procesu izvedbe del, npr. spremljajočih sistemih stavb in proizvajalci gradbenih produktov in opreme. Teme predavanj pokrivajo raznolika področja od procesa modeliranja, pravilne zasnove konstrukcije, izbire koncepta, materialov in konstrukcijskih elementov, do samega načina statičnega in dinamičnega izračuna. Vključena so tudi izbrana poglavja s področja gradbene informatike, kot je sočasno inženirstvo, produktno in procesno modeliranje in drugo. Predstavljeni so nekateri raziskovalni dosežki, npr. 4D CAD, ki prostorskemu modelu (3D) doda še čas. V povezavi s terminskim planom 4D CAD orodje lahko prikaže planirani izgled grajenega objekta in gradbišča v poljubnem trenutku. Mnogo pozornosti se posveča posameznim detajlom pri izvedbi, predvsem tistim, ki lahko močno povečajo čas gradnje ali stroške izvedbe. Poleg tipičnih gradbeniških tem imajo mesto v programu tudi znanja s področja mehanskih in elektro sistemov stavbe. V ZDA cena teh sistemov namreč močno presegajo stroške konstrukcije. Podrobnejša vsebina predavanj je v Dodatku.

Predavanja potekajo preko Interneta z zvokom in sliko ob skrbno pripravljenih prosojnicah, ki so na voljo že pred predavanji. Na ta način se študent lahko pripravi na predavanje že prej. Običajno so predavanja v živo, možno pa si je ogledati tudi posnetke (Slika 3), če se predavanja študent ne more udeležiti ali je (v našem primeru) časovna razlika le prevelika.

Predavanjem običajno sledi diskusija, lahko teče sinhrono, v živo, ali asinhrono. V živo teče preko video-konferenčnega sistema ali preko programa za klepet. Asinhrona diskusija je v obliki vprašanj in odgovorov, ki se tipkajo v posebej zato pripravljeno internetsko stran. Dodatna pojasnila je od predavateljev moč dobiti tudi preko elektronske pošte. Poleg navedenih kontaktov s predavatelji in ostalimi mentorji so študentom na voljo še virtualne konzultantske sobe in redne govorilne ure. Te prav tako potekajo preko video-konferenčnega sistema.

2.5 PROJEKT

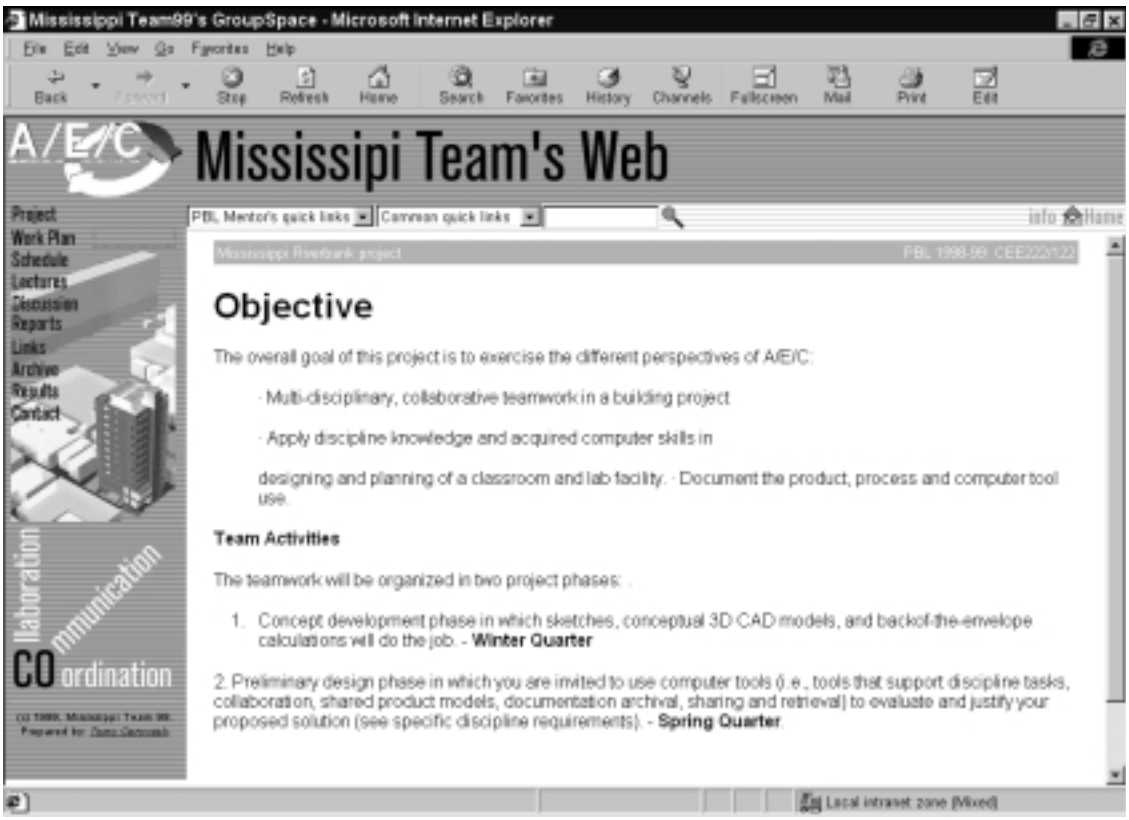
Projektno delo gre skozi naslednje faze:

- Na osnovi situacijskih načrtov je treba izdelati po štiri variante za vsakega izmed dveh podanih tlorisov na podani lokaciji. Pri tem je treba upoštevati zahteve naročnika, arhitektonske, konstrukcijske in tehnološke omejitve ter predvidena razpoložljiva finančna sredstva
- Tako nastane osem variant arhitekturne zasnove. Za vsako je treba predlagati več konstrukcijskih in tehnoloških rešitev. Pri tem arhitekt v enem izmed zasnov uporabi že izdelano konstrukcijsko zasnovo in skuša udejanjiti svoje zamisli v obstoječi konstrukcijski skelet. V enem primeru pa mora že izdelano arhitektonsko zasnovo interpretirati konstruktorju ob dodanih svojih vizijah. Prav tako je naloga konstruktorja interpretirati omenjeno obstoječo konstrukcijsko zasnovo. S tem načinom se pokaže razumevanje načrtovanih namer in končne interpretacije znotraj posamezne discipline.
- Variante je treba med seboj primerjati, analizirati prednosti in slabosti ter eno izbrati. Pri tem se uporablja več strategij v smislu zmanjšanja števila različnih elementov, poenostavljanja detajlov, izbire materialov, konstrukcijskih sistemov in podobno, se pravi, s ciljem zniževanja stroškov ali časa gradnje.
- Izdelati je treba detajlne načrte, plan gradnje in stroškovno analizo za izbrano varianto.

Projekt se izdeluje v dveh fazah, in sicer v zimskem semestru (februar, marec) študij variant v obliki zasnov, in v pomladnem semestru (april, maj) detajlno načrtovanje.

Pri delu na projektu gre za multidisciplinarno, geografsko distribuirano timsko delo. Multidisplinarno označuje delo v skupini, kjer sodeluje arhitekt, statik in tehnolog. Geografsko distribuirano pa, da so člani projektne skupine iz različnih geografskih področij.

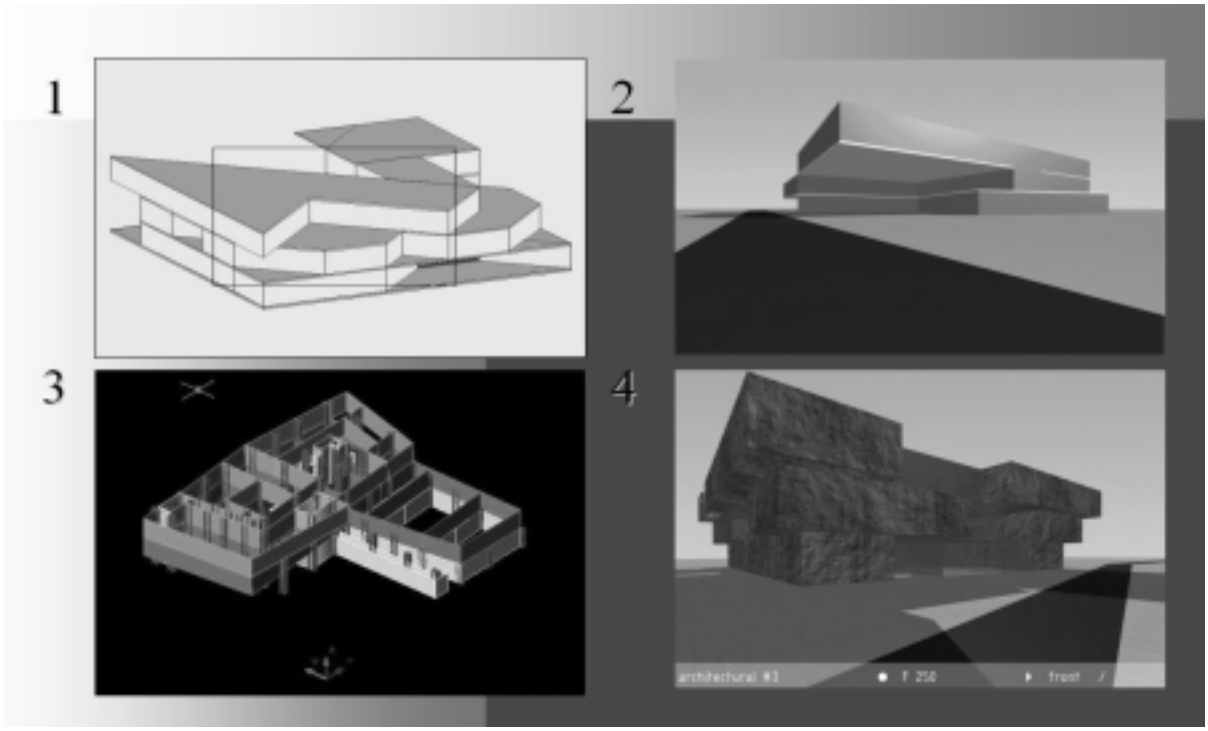
Namen dela na projektu je uporaba teoretičnega znanja na realnem problemu. Posebna pozornost je posvečena medsebojni komunikaciji in sledenju samega procesa načrtovanja z vidika vseh treh disciplin. Ob tem je potrebno dokumentirati proces načrtovanja, končni produkt in uporabo računalniških orodij. Člani projektne skupine razvijajo rešitve samostojno in skupinsko.



Slika 4:Vsaka ekipa ima svoje spletne strani, kjer prikazuje rezultate dela.

Vsaka projektna skupina (arhitekt, konstrukter, tehnolog) deluje pod svojim psevdonimom (na primer Mississipi, Mountain, Pacific, Ridge) in ima svojo spletno stran (Slika 4). Vsak udeleženec ima še osebne strani. Te strani se uporabljajo za dostavo, arhiviranje, izmenjavo informacij, za medsebojno časovno koordinacijo in komunikacijo. Ob tem z lahko z uporabo HTML enostavno povežemo različne vsebine, ki jih ponujajo različni servisi po svetu, npr. specifikacije gradbenih izdelkov, seznami razpoložljivih izvajalcev v okolici bodočega objekta, itd. Poleg

tega je tu na voljo tudi okolje za diskusije, koledar aktivnosti, okolje za planiranje sestankov in obsega del, koordinacijo med udeleženci. Časovna razlika med Ljubljano in ZDA (9 ur) se je izkazala za sodelovanje pri predavanjih kot tudi za izdelavo projekta kot velika ovira. Včasih pa lahko časovna razlika predstavlja celo prednost, saj delo lahko poteka 24 ur dnevno. Vrsto rešitev je moč izdelati neodvisno od stališča posamezne discipline.

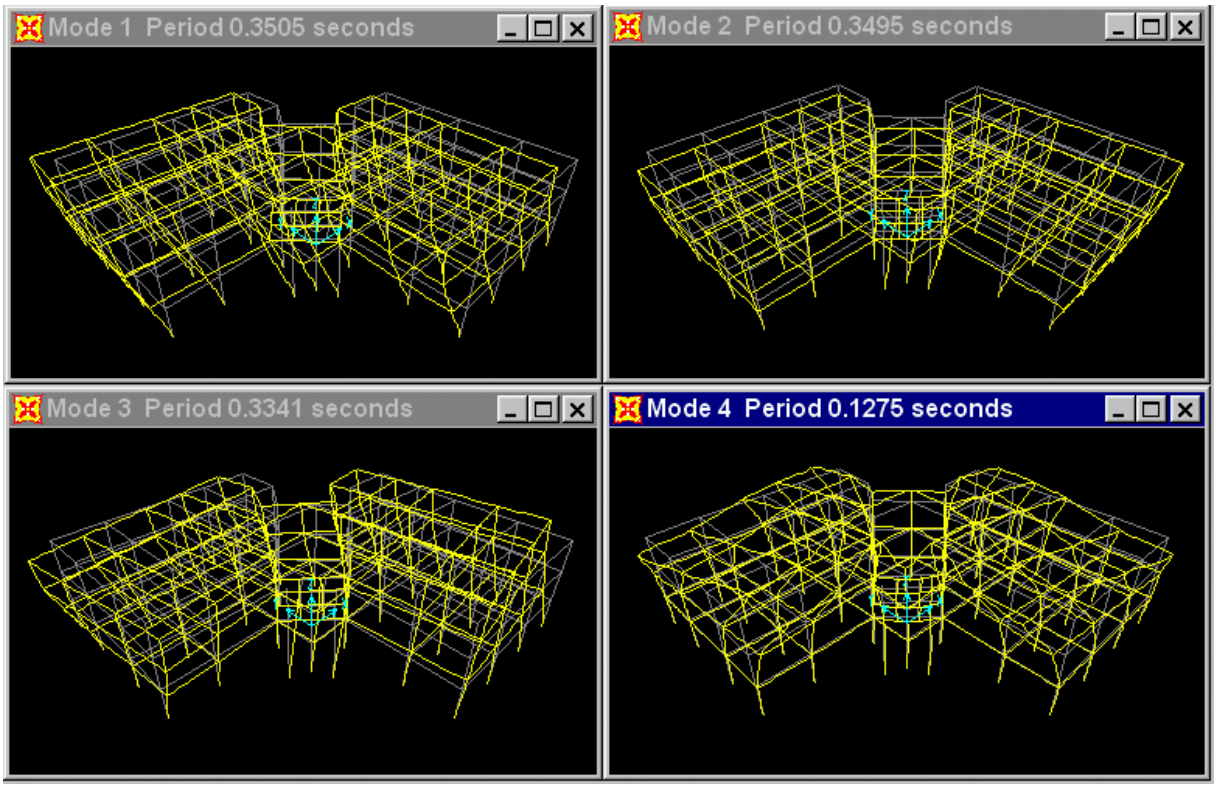


Slika 5:Primerjava različnih variant arhitekturne zasnove.

Zimski semester je bil namenjen zasnovi (conceptual design). Zanimivo je, da dajejo zasnovi najmanj enakovreden položaj kot detajlnemu načrtovanju, in da je vedno potrebno podati več rešitev. Za vsako izmed štirih arhitektonskih rešitev je bilo potrebno izdelati od 3 do 4 konstrukcijske rešitve s tipičnimi dimenzijami, ponazoritve prenosa obtežbe, opisom prednosti in slabosti. Prednost tega postopka je, da se poglobi razumevanje konstrukcijskih modelov, se dejansko opraviči izbrani model za izdelavo projekta za izvedbo in da se izboljša komunikacija med arhitektom in gradbenikom. To zahteva veliko več dela, pri tem pa so finančne kalkulacije dokaj negotove, saj dejanske dimenzije in morebitni zahtevni detajli niso znani. Študenti pa le dobijo živo predstavo o tem, kakšen je delež konstrukcije v celotni vrednosti stavbe in kako lahko zanemarjanje kakšne tehnološke rešitve ali neupoštevanje instalacijskega detajla vpliva na stroške.

Najpomembnejša konstrukcijska zahteva je praviloma potresna varnost. Za dinamični račun konstrukcije (Slika 6) je v okviru projekta predpisan tudi program SAP2000 in predpisi. Uporablja se dokaj natančen model, praktično brez redukcije prostostnih stopenj (preko 4000 končnih elementov). Upoštevajo so predpisi, ki veljajo na lokaciji načrtovanega objekta, kar pomeni, da se je bilo potrebno seznaniti z UBC predpisi (Universal Building Codes) za določitev obtežb, metode računa, itd ter z ACI (American Concrete Institute) predpisi za dimenzioniranje betonskih elementov konstrukcije v ZDA.

Statični račun je obsegal običajen del nalog konstruktorja s poudarki na detajlih, kar se pri našem študiju ne izpostavlja v tolikšni meri. Razlog vidijo v deležu cene objekta, ki jih lahko predstavljajo detajli. To so stiki med horizontalnimi in vertikalnimi elementi, integracija ventilacijskih naprav in prezračevalnih kanalov ter drugih vodov. Shematično se že v zelo zgodnji fazi predvidijo pomembnejši posegi v samo nosilno konstrukcijo. Tovrstni premisleki, podobno kot večje število zasnov, zmanjšujejo možnost nepredvidljivih stroškov in zastojev del pri sami gradnji konstrukcije zaradi nepopolne dokumentacije. Izboljša se tudi pregled nad elementi projektiranja drugih disciplin in lahko s tem konstruktor zmanjša sam čas projektiranja in utrjuje način komuniciranja s strokovnjaki drugih disciplin. Namen takega dela ni proučitev znanj drugih disciplin, temveč razumevanje strokovnjakov s teh področij.



Slika 6:Dinamična analiza konstrukcije



Slika 7: Prizor iz zaključne predstavitve projekta. Šargač razlaga arhitekturo objekta.

2.6 ZAKLJUČNA PREDSTAVITEV

Na zaključni predstavitvi se udeleženci predmeta drugič (in zadnjič) srečajo v živo. Vsaka skupina javno predstavi svoj izdelek. Pri predstavitvi je pomembna vizualizacija saj investitorja ponavadi zanima predvsem izgled objekta in funkcionalnost. Poleg simulacije uporabljenih materialov na konstrukciji, je izdelana tudi animacija ogleda objekta.

2.7 IZPIT IN OCENJEVANJE

Znanja ne preverjajo neposredno npr. z kolokviji ali izpiti, ampak se uporablja pri delu na projektu samem. Na končno oceno močno vpliva sodelovanje v diskusijah in pisanje esejev, komentarjev in poročil, ter seveda uporaba znanja s predavanj pri projektni nalogi.

3. SKLEP

V PBL smo v zadnjih dveh letih sodelovali s po enim študentom, kar na študij gradbeništva in arhitekture v Sloveniji nima posebnega neposrednega vpliva. Da pa bi študij v Ljubljani dopolnili z nekaterimi poudarki iz PBL seveda ni potrebno sodelovanje preko skoraj dveh petin globusa. Ti poudarki so:

- Intradisciplinarnost znotraj gradbene stroke. Sodelujejo vse stroke s področja gradbeništva (temeljenje, jeklo, beton, dinamika konstrukcij). To izpostavi celovit pogled na gradbeno stroko.
- Interdisciplinarnost. Sodelujejo arhitekti, načrtovalci strojnih instalacij ipd. Študentje se tako seznanijo s strokovnjaki in stroko, ki je z gradbeništvom tesno povezana.
- Poudarek na zasnovi in konceptualnem načrtovanju. To ima vsaj enako pomembno vlogo kot detajlno načrtovanje. Študente prisili razmišljati o konstrukciji kot celoti, a ne le s stališča ene stroke (npr. potresa, betona, jekla) ampak spet celovito.
- Skupinsko delo. Delo v praksi je timsko, praksa na univerzah pa bolj vzpodbuja individualno delo. V programu FGG so predmeti, kjer je delo timsko, izjema. Skupinsko delo ima seveda dodaten pomen, če se člani skupine po znanjih dopolnjujejo in niso npr. vsi gradbeniki, konstruktorji, specialisti za beton.
- Sodelovanje s strokovnjaki iz industrije. Informacijska tehnologija omogoča, da študenti lahko vzpostavijo stik s praktiki, ki tovrstne probleme dnevno rešujejo. Le-ti s praktičnimi izkušnjami dopolnjujejo teoretično znanje učiteljev z univerz.
- Planiranje gradnje, organizacija in tehnologija imajo enakovredno mesto arhitekturi in gradbeništvu. Zanemarjanje upravljalsko-organizacijskih znanj na tehničnih šolah v Vzhodni Evropi je tudi posledica zgodovinskega razvoja teh dežel.

Površna primerjava znanja študentov, ki so prišli v PBL iz različnih univerz z raznih koncev sveta pokaže, da smo npr. v Ljubljani boljši v mehaniki, računalništvu in detajlnem načrtovanju in sicer na račun konceptualnega načrtovanja, organizacije in ekonomike.

Študenti, ki se udeležijo PBL, pridobijo (1.) golobji 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 bodi 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. Privadijo se (4.) 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.

Gradbeni praksi delo na daljavo odpira nove trge, dela pa jo tudi še bolj ranljivo za konkurenco iz tujine. Prikazane metode dela na daljavo je mogoče aplicirati na medkrajevnem nivoju in pri delu od doma. Metode učenja se da uporabiti za osveževanje znanja zaposlenih in uvajanje novih znanj. Način dela, kjer je večina informacij in komunikacij arhivirana v računalniški obliki podjetjem omogoča, da shranjujejo znanje in izkušnje. Tehnike kot so npr. "data-mining" omogočajo, da se iz prejšnjih projektov učijo. V podjetju tudi ostane več znanja zaposlenih, če le ti podjetje zapustijo. Po drugi strani ta način dela zahteva dodatna znanja s področja uporabniških programov za delo na daljavo. Pomemben in še ne dovolj raziskan je sociološki vidik, saj se pri komunikaciji preko tehnologije izgubi osebni stik.

4. ZAHVALA

Sodelovanje v PBL je omogočilo Ministrstvo za znanost in tehnologijo v okviru programov za znanstveno in tehnološko sodelovanje z ZDA, raziskovana skupina Konstrukcije in gradbena informatika Inštituta za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo (IKPIR) in predvsem predstojnica PBL, dr. Renate Fruchter, ki je našim študentom omogočila brezplačno udeležbo v programu.

5. LITERATURA

Fruchter, R. (2000). High five PBL, predavanje na Univerzi v Ljubljani na daljavo, http://itc.fgg.uni-lj.si/pbl/
Schön, D.A. (1983).The Reflective Practitioner - How Professionals Think in Action, Basic Books, UK.
Schön, D.A. (1990). Educating the Reflective Practitioner, Jossey-Bass; ISBN: 1555422209.

6. DODATEK: SEZNAM PREDAVANJ V PBL 1998/99

ZIMSKO ČETRTLETJE

Seminar:
- Okrogla miza
- Diskusija

Spoznavni večer

IT: Pregled informacijske tehnologije
- Sočasno inženirstvo
- Sinhrono in asinhrono sodelovanje.

Laboratorij:
- AEC infrastruktura
- Intranet, extranet, Internet
- Skupni spletni delovni prostor
- Videokonference in deljenje aplikacij

AEC gradbeni projekt:
- AEC projektni tim spozna investitorja

IT: Produktno in procesno modeliranje
- A, E, C predstavitve in pristopi
- Oblika, funkcija in obnašanje
- Grafični in simbolični modeli

Seminar: AEC okrogla miza #1
- Vloge
- Problemi in
- Procesi

Laboratorij: AutoCAD in 3D skupni produktni model
- Spletni arhiv gradbenega projekta

IT: Sočasno inženirstvo ob uporabi skupnega grafičnega modela
- Zajem multidisciplinarnih perspektiv

Seminar: Medeliranje vlog #1
- The Aspen music hall (predstavitev dela na projektu)

Laboratorij: Skupni 3D projektni model
- Semantični modeli razširitev interesov in odgovornosti
- Zajem odločitev pri načrtovanju – CAD zapiski, hipertekstne povezave in obveščanje o spremembah

IT: Sočasno inženirstvo ob uporabi skupnih grafičnih modelov
- Večkriterijski sočasni pristop

Seminar: AEC okrogla miza
- Detajli

Laboratorij: Sočasno inženirstvo
- Večkriterijska semantika in evaluacija
- Modeliranje vlog:
  D3: disect-diagnose-design

IT: Sočasno inženirstvo ob izmenjavi informacij (raziskave, standardi)

Laboratorij: CAD modeli po strokah in izmenjava informacij

Seminar: Neformalni pregled projektov faze zasnove

Seminar: 4D CAD Koncepti in demonstracija

Predstavitev projektov: Zaključek faze zasnove

POMLADANSKO ČETRTLETJE

Seminar: Inštalacijski sistemi
- Strojne napeljave
- Elektro inštalacije
- AIR conditioning

Laboratorij: Pregled konceptualnih alternativ

Seminar: Modeliranje vlog:
- Uporaba najnovejših tehnologij v praksi
- Frank O Ghery Project

Laboratorij: uporaba 4D CAD orodij

Seminar: HBS vaja iz pogajanj

Laboratorij: Predhodni pregled projektov in trenutnega stanja

Laboratorij: Evaluacija uspešnosti projektov

Laboratorij: Neformalni pregled projektov

Laboratorij: Delo na zaključni projektni dokumentaciji in predstavitvah

Zaključna predstavitev AEC projektov