

Tomo CEROVŠEK¹ in Žiga TURK²

PROJEKTIRANJE IN PLANIRANJE NA DALJAVO

Povzetek: Z razvojem informacijske tehnologije in globalnega omrežja se ob vstopu v novo tisočletje spreminja tudi način inženirskega dela. Mnoga projektivna podjetja v tujini, predvsem v ZDA, Nemčiji in Veliki Britaniji so že prestopila k tako imenovanemu dislociranemu in distribuiranemu načrtovanju, kjer delo in interakcija projektne skupine arhitektov, inženirjev in tehnologov poteka preko Interneta. Cilj tovrstnega dela je selitev del tja, kjer so opravljena boljše in ceneje, pa tudi hitrejša in kvalitetnejša izdelava projektne naloge ter učinkovitejše shranjevanje znanja, pridobljenega med procesom načrtovanja. Komunikacija preko računalniških omrežij namreč postaja vse hitrejša. Za posamezne dele projektne naloge se zlahka vključi sodelavec iz drugega kraja ali celo države. Nov način dela zahteva tudi dodatna znanja. Temu primerno se prilagajajo tudi učni programi po svetu. Aktivno se vključuje tudi skupina za Konstrukcije in gradbeno informatiko Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Avtorja že drugo leto sodelujeta (prvi kot udeleženec, drugi kot mentor) v svetovno najbolj priznanem tovrstnem programu na svetu, ki ga izvaja Univerza Stanford, ZDA. Namenjen je podiplomskim študentom gradbeništva in arhitekture, v njem pa svoje znanje posredujejo profesorji in ljudje iz prakse s področij arhitekture, informatike, geomehanike, statike, dinamike, strojnih, elektro sistemov ter tehnologije gradnje. Posebnosti programa so: delo je skupinsko (arhitekt, statik, tehnolog), delo poteka v celoti na daljavo (preko Interneta) in da se dela na dejanskem projektu s podrobno izdelano projektno nalogo (pod nadzorom mentorjev).

Distance Design and Planning

Summary: Global computer networks and other information technologies are changing the way engineers work. Many design and consulting companies in the West are outsourcing some works and practicing distributed working so that the architects, engineers and construction managers work over the Internet. The goal of these practices is the migration of the work where it can be done better, or at a lower price, or more efficiently. Computers networks are increasingly faster and project participants can come from across town, country or, as we will show, the globe. New ways of working require new kinds of knowledge that is reflected on the curricula. Faculty of Civil and Geodetic engineering at the University of Ljubljana is taking active role in these activities. Authors are taking part in worlds leading course of this kind at the University of Stanford, US. It is aimed at graduate students in AEC. Professors and practitioners from various fields of engineering are taking part. Specialties of the program are project based teamwork performed over large distances.

1 UVOD

Kratice PBL (ang. Problem, Project, Product, Process, People Based Learning) označuje proces poučevanja in učenja, ki je osredotočen na problemske, projektno orientirane aktivnosti, katerih rezultat je integriran produkt (projekt) za naročnika in učni program (predmet), ki se pod to kratico izvaja na podiplomskem študiju Univerze Stanford, ZDA. Eno izmed pglavitnih izhodišč je, da se je moč največ naučiti pri reševanju dejanskih problemov, ki se pojavijo pri realnem projektiranju. PBL prav tako daje pomemben poudarek na sam proces projektiranja, ki združuje ljudi iz različnih disciplin.

¹ univ.dipl.inž.gradb.,mladi raziskovalec, FGG, tcerovse@fagg.uni-lj.si

² izr.prof.,FGG, ziga.turk@fagg.uni-lj.si

1.1 Udeleženci in sodelavci

V programu PBL vsako leto sodeluje okoli dvajset do- in podiplomskih študentov arhitekture, gradbeništva in tehnologov-managerjev iz univerz: University of Stanford, University of Berkley, Georgia Tech University (vsi iz ZDA), University of Strathclyde iz Glasgowa, Aoyama Gakuin University, Japonska ter Univerza v Ljubljani. Iz teh univerz prihajajo tudi predavatelji in mentorji, ki pokrivajo raznolika področja od dinamike, statike, geotehnike, planiranja gradnje, gradbene informatike do strojnih in elektro sistemov. S ciljem zblíževanja akademskega dela z industrijo in medsebojnega prenosa znanja so privabili tudi nekaj največjih gradbenih podjetij in projektantskih hiš iz Californije in okolice. Poleg navedenih igrajo pomembno vlogo tudi sponzorji (med njimi so tudi zelo velika podjetja, kot so Autodesk, Microsoft, Informix, White Pine, Sun Microsystems, Intel, Cisco, IntelliCorp, BidCom). Ti nudijo pomoč v obliki finančnih sredstev, brezplačne strojne in programske opreme, pomagajo pri razvoju orodij, zanimivo pa je, da tudi poskrbijo za zaščito avtorskih pravic inovativnih pristopov razvitih v okviru PBL.

1.2 Računalniška infrastruktura

Pogoj za delo preko Interneta je dostop do globalnega omrežja. Modemski dostop preko običajnih telefonskih linij žal ne omogoča zadostnega pretoka podatkov za izmenjavo bolj zahtevnih podatkov kot sta zvok in slika. Z uporabo ISDN linij ali celo kabelskega omrežja pa je to popolnoma izvedljivo. Poleg dostopa do Interneta ni potrebna nobena druga strojna oprema razen www kamere. Zadovoljiva programska orodja so na voljo brezplačno (npr. NetMeeting - brezplačen video konferenčni sistem za »point-to-point« komunikacijo podjetja Microsoft). Videokonferenčni sistemi običajno omogočajo neposredno komunikacijo med dvema, z nadgradnjo na strežnikovi strani pa tudi med več osebami. Gre za nadomesten način klasičnemu načinu dogovarjanja in sestankovanja (konferenčni sistemi, sistemi za diskusijo preko Interneta, tako za asinhrono kot tudi za sinhrono komunikacijo). V odvisnosti od prepustnosti omrežja je odvisna izmenjava zvoka in slike, ob tem si lahko še izmenjamo datoteke, odpremo katerokoli aplikacijo in si jo delimo z drugimi uporabniki (application sharing) ali diskutiramo ob grafičnih predlogah z grafičnim in tekstualnim označevanjem (whiteboarding). Za spremljanje predavanj je na voljo prav tako brezplačen program Microsoft Media Player, ki se uporablja za predvajanje video posnetkov preko Interneta. Na univerzi Stanford uporabljajo programska orodja namenjena še posebno inženirskemu delu z različnih lokacij. Podatkovne strukture inženirskih informacij so zelo specifične in vključujejo mnoge grafične in tekstovne podatke. V ta namen so razvili orodja za shranjevanje sprememb in izmenjavo dokumentov znotraj okolja AutoCAD. Na trgu je na voljo zelo kvaliteten komercialen produkt podjetja Bentley Systems, ki deluje v okolju Microstation. Poudariti je potrebno, da slednje ni pogoj za delo preko Interneta.

2 Potek dela

Projekt se prične z okroglo mizo in spoznavnim večerom. AEC (Architecture, Engineering, Construction) okrogla miza je obravnavala 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, tako s študenti, profesorji, predstavniki industrije, kot tudi sponzorji. Poseben poudarek je namenjen vzpostavitvi osebnega stika med ljudmi, ki se bodo sicer srečevali samo z uporabo Interneta. Podan je bil natančen program aktivnosti, ki vključujejo predavanja na daljavo ter glavni cilj - izdelavo projekta za naročnika na daljavo. Vsaka projektna skupina s po enim arhitektom, konstruktorjem in tehnologom mora izdelati po 4 zasnove projektov (več v poglavju 2.2) in eno končno verzijo projekta javne zgradbe. Izmenjava podatkov in projektnih nalog v celoti poteka preko Interneta in infrastrukture, ki jo omogoča.

Udeleženci se najprej seznanijo z informacijsko tehnologijo, ki služi za komunikacijo med sodelujočimi pri delu na daljavo. Za tem so se formirali timi, prvi avtor (kot konstrukter) je bil prvi avtor uvrščen v skupino z arhitektom iz Georgia Tech-a, Atlanta (Steven Georgalis), tehnologom-

managerjem iz Stanforda (Jacky Ho). Po določitvi projektne skupine smo dobili tudi projektne naloge, sestali pa smo se tudi z dr. Ali Al Ali-jem iz Kalifornije, ki je predstavljal investitorja za naše projektne naloge.

Vsebina projektne naloge je bila izdelati predloge projektov za novo stavbo Univerze v Sacramentu:

- na osnovi situacijskih načrtov izdelati po štiri variante za vsakega izmed dveh podanih tlorisov na podani lokaciji, glede na zahteve naročnika, arhitektonske, konstrukcijske in tehnološke omejitve ter predvidena razpoložljiva finančna sredstva
- vsaka varianta obsega zasnovo arhitektonske rešitve, za vsako arhitektonsko rešitev več konstrukcijskih rešitev in ustrezne tehnološke rešitve
- izbrati eno izmed variant in izdelati detajlni projekt

Projekt se izdelava v dveh fazah, in sicer v zimskem semestru faza zasnove, in v pomladnem semestru pa detajlno projektiranje. Med procesom projektiranja so bila predvidena tudi predavanja, ki so potekala v obliki video konferenc in žive diskusije, ali kot vnaprej pripravljene video-posnetki na katerih se je gradila asinhrona diskusija. V okviru teh priprav smo dobili tudi literaturo, ki je obsegala nekaj sto strani tiskanega gradiva (članki, posamezna poglavja knjig, izvlečki predstavitev. Gradivo se je po večini nanašalo na sam proces projektiranja, uporabljene sodobne metode, primere dobrih arhitektonskih, konstrukcijskih ali tehnoloških rešitev ter seznam referenčnih virov in literature)

2.1 Predavanja

Predavanja imajo povsem drug status kot na naši fakulteti. Poleg same tehnične izvedbe, ki poteka preko Interneta, je potrebno izpostaviti nekaj zanimivosti.

Vsebina predavanj. Predavanja so posredovali profesorji arhitekture in gradbeništva iz Univerze v Stanford-u, Berkeley-u, Georgia Tech-u (vsi iz ZDA). Poleg tega so sodelovali tudi praktiki iz industrije nekaterih največjih projektantskih hiš kot so Frank Gehry, Greg Luth in drugi. Svoj delež pa so prispevali tudi strokovnjaki področij, ki pogosto nastopajo v procesu izvedbe del, spremljajočih sistemih stavb in proizvajalci gradbenih produktov in opreme. Teme predavanj so pokrivala raznolika področja od procesa modeliranja, pravilne zasnove konstrukcije, izbire koncepta, materialov in konstrukcijskih elementov, do samega načina statičnega in dinamičnega izračuna. Vključena so bila tudi izbrana poglavja s področja gradbene informatike, kot je sočasno inženirstvo, produktno/procesno modeliranje in drugo. Kot novost, ki se je pojavlja tudi že kot komercialni produkt s področja tehnologije gradnje, je bil predstavljen tudi tako imenovan 4D CAD model, ki vključuje poleg 3D CAD modela, še časovno komponento, ki je povezana s terminskim planom. Mnogo pozornosti se posveča tudi posameznim detajlom pri izvedbi, predvsem tistim, ki lahko močno povečajo čas gradnje ali stroške izvedbe. Poleg tipičnih gradbeniških tem so bila posredovana tudi osnovna znanja s področja mehanskih in elektro sistemov stavbe. V ZDA namreč ti močno presegajo stroške same konstrukcije.

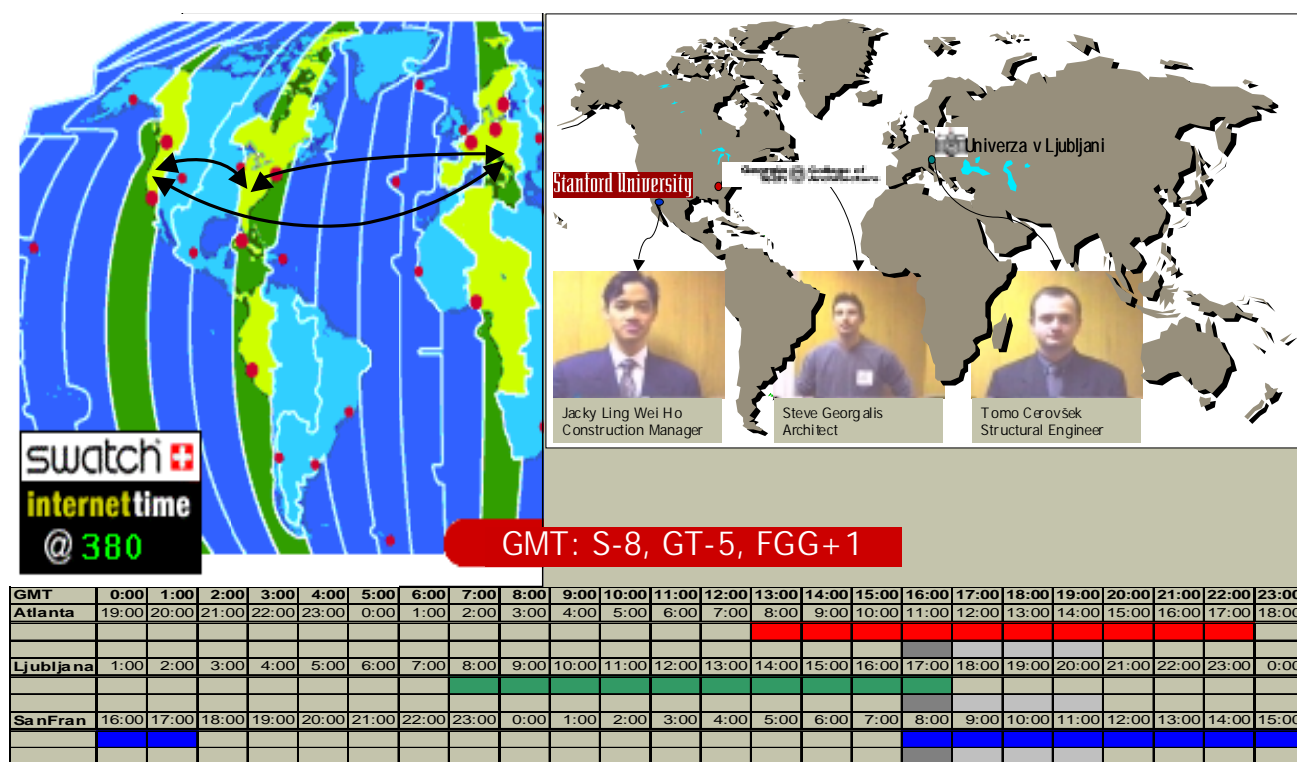
Posredovanje vsebin. Predavanja so potekala preko Interneta z zvokom in sliko (Real Streaming Media) ob skrbno pripravljenih predstavitev, ki so bila na voljo že pred predavanji. Na ta način se je bilo moč pripraviti na posredovano že mnogo prej. Običajno so bila predvajana v živo, možno pa si je bilo ogledati tudi posnetke, če se predavanja študent ni mogel udeležiti. Poleg elektronsko posredovanega gradiva, je bilo ob uvodnem srečanju posredovano tudi tiskano gradivo.

Trajanje in tempiranje predavanj. Dejstvo, da program ne vključuje poučevanja osnov iz teorije in dimenzioniranja konstrukcij, tu ne igra poglobilne vloge, pomemben je sam pristop. Predavanja predstavljajo neke vrste "just-in-time" dostavo informacij ob delu na projektu. Tako so ob začetku dela na daljavo osredotočena predvsem na informacijsko tehnologijo, ki predstavlja osnovni pogoj za nadaljnje delo. Ob razvoju timskega dela in izdelavi prvih arhitektonskih zamisli pa tudi ta preidejo na ustrezne vsebine in na nek način asistirajo procesu načrtovanja.

Znanje se ne preverja neposredno, ampak se uporablja pri delu na projektu samem. Predavanja običajno spremlja tudi diskusija. Ta poteka sinhrono (v živo) preko videokonferenčnega sistema ali preko »chat« aplikacije. Asinhrona diskusija pa se ponavadi izvaja v obliki vprašanj in odgovorov v posebej zato pripravljene Internetski aplikaciji. Dodatna pojasnila pa je moč dobiti tudi preko elektronske pošte. Poleg navedenih kontaktov študentov s predavatelji in ostalimi mentorji so na voljo še virtualne konzultatske sobe in redne govorilne ure. Te prav tako potekajo preko vidoekonferenčnega sistema.

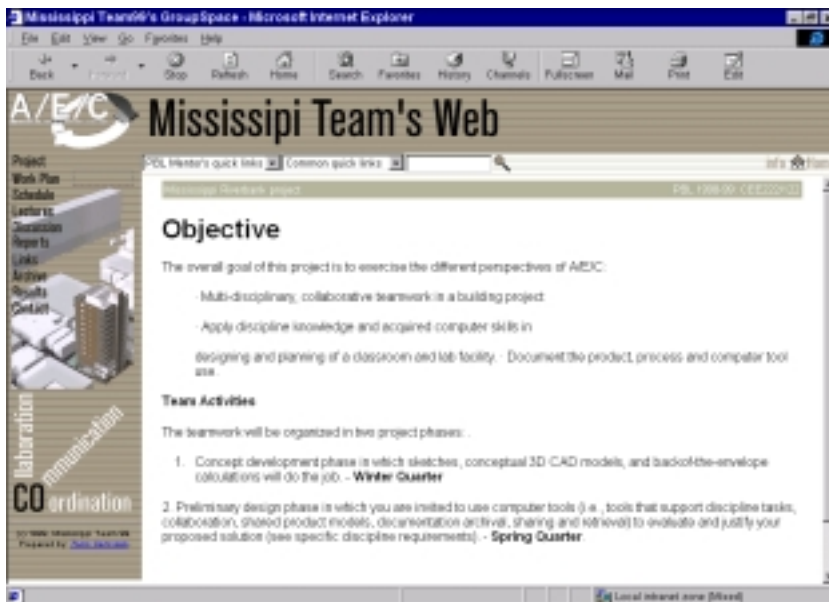
2.2 Projekt

Pri delu na projektu gre za multidisciplinarno geografsko distribuirano timsko delo. Multidisciplinarno označuje delo v skupini, kjer sodeluje arhitekt, statik in tehnolog. Geografsko distribuirano pomeni, da so člani projektne skupine iz različnih geografskih področij. Na spodnji sliki je primer take projektne skupine, katere člani so iz treh časovnih con in dveh celin.



Slika 1: Projektna skupina za šolsko poslopje v Sacramento, California, ZDA v letu 1999.

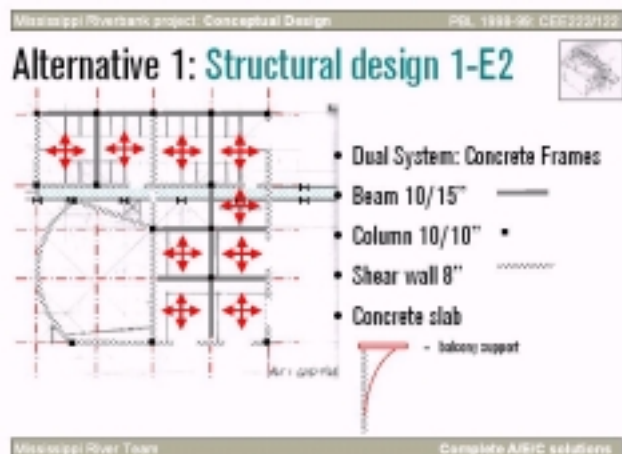
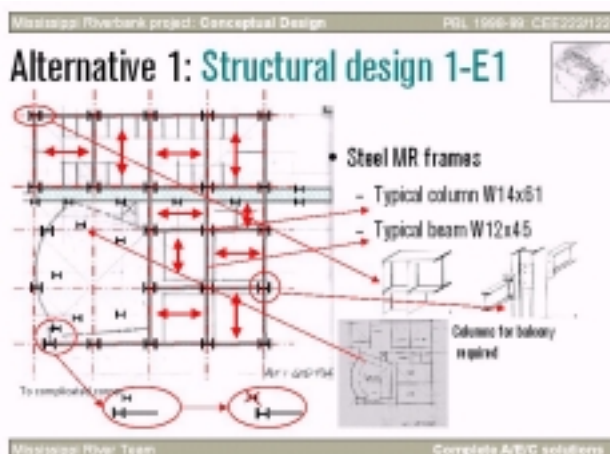
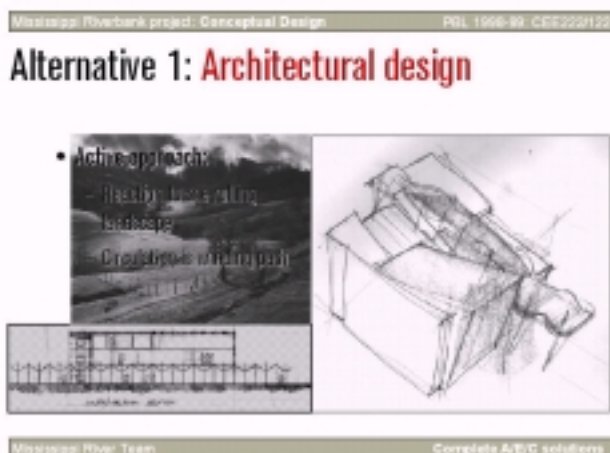
Namen dela na projektu je uporaba teoretičnega znanja na dejanskem projektu. Posebna pozornost je posvečena predvsem komunikaciji med udeleženci in sledenju samega procesa načrtovanja z vidika vseh treh disciplin. Ob tem je potrebno dokumentirati proces načrtovanja, končni produkt in uporabo računalniških orodij. Projekt se izdelava v celoti od arhitektonske zasnove, konstruktorskih rešitev do plana gradnje in stroškovne analize. Člani projektne skupine razvijajo rešitve tako samostojno, kot tudi skupinsko z medsebojnim sodelovanjem. Ob uporabi Interneta se način dela zaradi odsotnosti osebne stika močno spremeni. Začetni entuziazem zaradi novega pristopa dokaj hitro mine in potrebno je mnogo truda, da se vzpostavi dobra komunikacija med udeleženci. Ob tem sociološkem faktorju se je potrebno seznaniti tudi z načinom izmenjave dokumentov in se sprijazniti z omejitvami zaradi načina dela.



Slika 2: Internet strani tima

Vsaka projektna skupina (arhitekt, konstrukter, tehnolog) deluje pod svojim psevdonomim (na primer Mississippi) in ima svojo Internet stran. Poleg skupinske strani, ima vsak udeleženec še osebno stran. Te strani se uporabljajo predvsem za dostavo, arhiviranje, izmenjavo informacij ter medsebojno časovno koordinacijo in komunikacijo. Na teh straneh lahko z uporabo HTML enostavno povežemo različne vsebine, ki jih ponujajo servisi po svetu. To je od gradbenih izdelkov, specifikacij, tehnoloških rešitev do

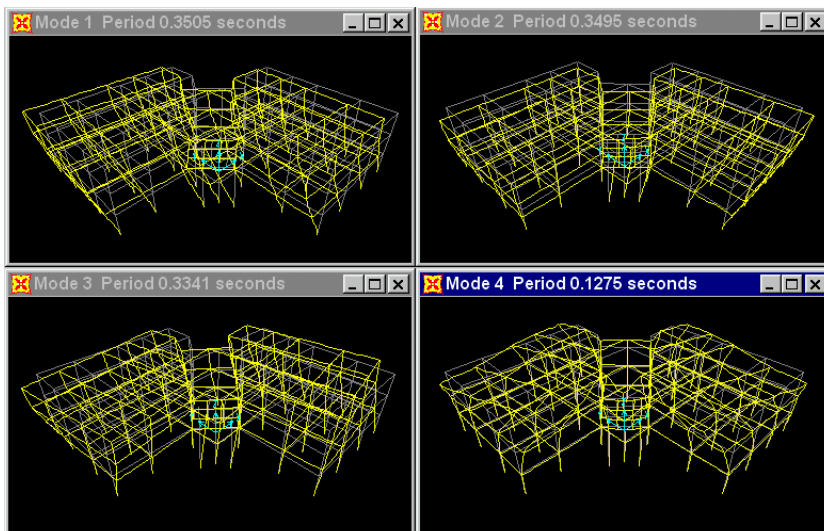
razpoložljivih izvajalcev v okolici bodočega objekta, itd. Poleg tega se na spletnih straneh nahaja tudi okolje za diskusije, koledar aktivnosti, okolje za planiranje sestankov in obsega del, koordinacijo med udeleženci. Časovna razlika (9 ur) se je izkazala za sodelovanje pri predavanjih kot tudi za izdelavo projekta, kar velika ovira. Ob utečenem načinu dela pa lahko časovna razlika predstavlja celo prednost, saj delo poteka praktično 24 ur dnevno (glej sliko 1). Vrsto rešitev je moč izdelati neodvisno s stališča posamezne discipline. Poleg takšne asinhronne komunikacije in elektronske pošte smo sestankovali preko videokonferenčnega sistema.



Slika 3: Zasnove možnih izvedb

Zimski semester je bil namenjen zasnovi (conceptual design). Zanimivo je, da dajejo zasnovi najmanj enakovreden položaj kot detajlnemu računu, in da je vedno potrebno podati več rešitev, kar pri nas ni

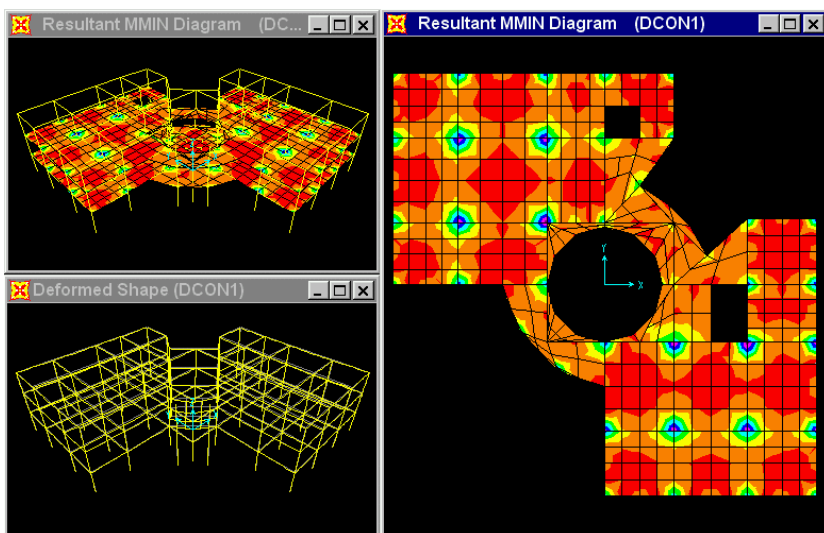
ravno praksa. Za vsako izmed štirih arhitektonskih rešitev je bilo potrebno izdelati od 3 do 4 konstrukcijske rešitve s tipičnimi dimenzijami, ponazoritve prenosa obtežbe, opisom prednosti in slabosti. Prednost te metode je, da se dejansko opraviči izbrani konstrukcijski model za izdelavo projekta za izvedbo ter da se izboljša način komunikacije med arhitektom in gradbenikom. Vendar to zahteva veliko več dela, pri tem pa so finančne kalkulacije dokaj negotove, saj dejanske dimenzije in morebitni zahtevni detajli niso znani.



Slika 4: Dinamika konstrukcije

Zaradi predvidene lokacije na potresnem območju z intenzivnim potresnim delovanjem je bila najpomembnejša zahteva potresna varnost. Temu primerne so bile tudi potresne sile, kot merodajna obremenitev za konstruiranje nosilnih elementov za prenos horizontalne obtežbe. Dinamika konstrukcije je bila računana samo za eno izbrano zasnovo, ki smo jo predvideli za detajlni račun. Za račun konstrukcije je bil v okviru

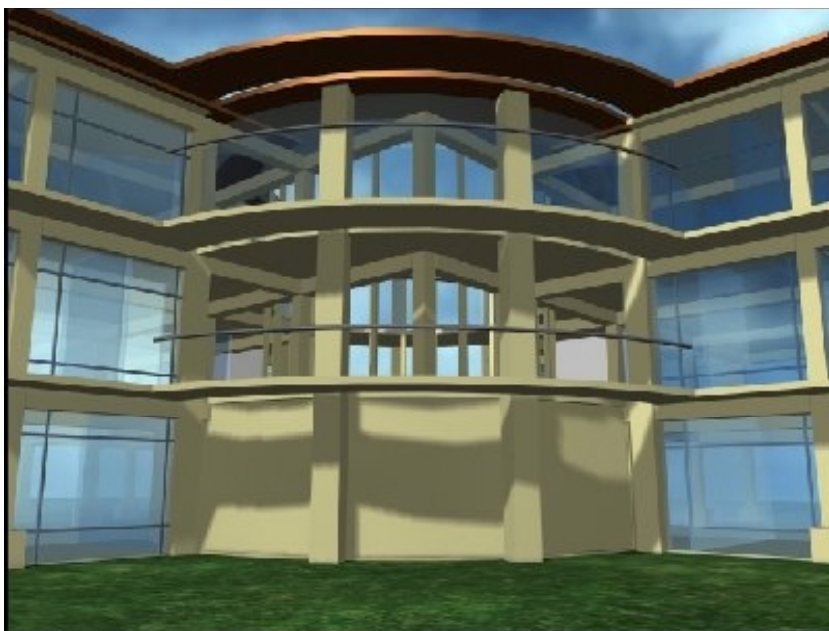
projekta predpisan tudi program, s katerim se naj izdelata numerična analiza (SAP2000) in predpisi. Za račun je bil uporabljen dokaj natančen model, praktično brez redukcije prostostnih stopenj (preko 4000 končnih elementov). Tako se je bilo potrebno seznaniti z UBC predpisi (Universal Building Codes) za določitev obtežb, metode računa, itd ter z ACI (American Concrete Institute) predpisi za dimenzioniranje betonskih elementov konstrukcije v ZDA.



Slika 5: Statični račun

Statični račun je obsegal običajen del nalog konstruktorja s poudarki na detajlih, kar se pri našem študiju ne izpostavlja v toliki 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 projektne dokumentacije ali zaradi nekompatibilnih strojniških/elektro načrtov z dejansko postavitvijo nosilnih elementov konstrukcije. Izboljša pa se tudi pregled nad aspekti projektiranja drugih disciplin, s čimer lahko konstrukter zmanjša sam čas projektiranja, pri tem pa spozna potreben način komuniciranja s strokovnjaki drugih strok. Namen takega dela ni priučitev znanj drugih disciplin, temveč razumevanje potreb sodelujočih strokovnjakov v smislu zagotavljanja ažurnih in bistvenih podatkov za nadaljnje delo. Ta proces pogosto ne predstavlja samo strokovnih nesoglasij, ampak vključuje tudi medčloveške odnose. Čeprav se slednje le redko omenja, si tudi pri nas v praksi, če je to le mogoče, projektanti izbirajo ljudi s katerimi je »lahko« delati.



Slika 6: Izgled objekta (detajl)

Pri predstavitvi projekta je pomembna vizualizacija saj investitorja ponavadi zanima predvsem izgled objekta in funkcionalnost. V ta namen smo uporabili enega najboljših orodij za vizualizacijo, dostopnih na trgu (program podjetja Kinetix, ZDA). Poleg simulacije uporabljenih materialov na konstrukciji, je bil izdelan tudi ogled objekta. Končni projekt je bil uspešno predstavljen kot integriran arhitektonsko - konstruktersko - tehnološki produkt, ki je zadovoljil potrebe investitorja in postavljene kriterije.

Pomembno je tudi poudariti, da je bil eden izmed ciljev PBL-a tudi uporaba in seznanjanje z najnovejšo CAD/CAE tehnologijo. To omogoča prenos znanja in idej med raziskovalnimi inštitucijami.

3 Zaključki in sklepi

Predstavljen način dela je pri nas premalo znan, saj pravega timskega dela na daljavo tudi pri raziskovalnem delu ne izvajamo. V praksi, kjer bi bili finančni učinki hitri, je praktično neznan. Prikazana metodologija in pristop lahko močno zmanjša stroške in hitrost izdelave projekta. Aplicirati bi jo bilo mogoče tudi na medkrajevnem nivoju in pri delu z doma ali za hitrejšo uvajanje bodočih uslužbencev.

Nov način dela zahteva dodatna znanja s področja uporabniških programov za delo na daljavo. Zelo pomemben je tudi sociološki vidik, saj se izgubi osebni stik, ki je v praksi zelo pomemben. Naslednja pomembna ugotovitev je, da se s takim načinom dela bolje shranjuje znanje, predvsem pa napake, ki jih ne želimo ponavljati. Pri dosedanjem načinu dela, ki je pri nas v navadi, se znanje kopiči v posameznikih in se zapečati v projekte. Ti so v primerih, ko bi se želeli ob določenem že obravnavanem problemu kaj iz njih naučiti, praktično nedostopni. Elektronska izmenjava podatkov brez dodatnega napora rešuje ta problem.

4 Zahvala

Sodelovanje v PBL je omogočilo Ministrstvo za znanost in tehnologijo v okviru projektov Slovensko ameriškega sodelovanja in Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in gradbeno informatiko. Hvaležni smo Univerzi Stanford in še posebej direktorici Laboratorija PBL Dr. Renate FRUCHTER za brezplačni dostop do programa.