

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Gradbeništvo,
Konstrukcijska smer

Kandidat:

Matic Ožbolt

Celostna zasnova objektov kot integrirano projektno delo

Diplomska naloga št.: 3034

Mentor:

izr. prof. dr. Tatjana Isaković

Somentor:

viš. pred. dr. Tomo Cerovšek

Ljubljana, 30. 10. 2008

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani MATIC OŽBOLT izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
»CELOSTNA ZASNOVA OBJEKTOV KOT INTEGRIRANO PROJEKTNO DELO«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronskega arhiva FGG.

Ljubljana, 16. 10. 2008

Podpis: _____

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali učitelji konstrukcijske smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	624:65.012.2:69(043.2)
Avtor:	Matic Ožbolt
Mentor:	Viš. pred. dr. Tomo Cerovšek
Naslov:	Celostna zasnova objektov kot integrirano projektno delo
Obseg in oprema:	150 str., 11 pregl., 46 sl., 0 en.
Ključne besede:	celostna zasnova objektov, cilji celostne zasnove, trajnostna gradnja, integrirano projektno delo, projektni študij PBL Stanford

Izvleček

V diplomski nalogi je predstavljen integriran način pristopa k celostni zasnovi objektov. Opisan je pojem celostne zasnove konstrukcij. Podane so bistvene komponente zasnove in njihova vloga pri celostni zasnovi konstrukcij. Podrobno so opredeljeni cilji celostne zasnove ter njihova vloga pri celostni zasnovi. Natančneje je opisana tudi trajnostna gradnja kot ena izmed ključnih smernic razvoja gradnje objektov v prihodnosti. Sledi opis vlog strokovnjakov, ki naj bi predstavljali jedro ekipe načrtovalcev za celostno zasnovo.

Kot glavni način pristopa k celostni zasnovi objektov je predstavljeno integrirano projektno delo. Podana je primerjava med integriranim pristopom k načrtovanju objektov in pristopom, ki se uporablja v praksi. Ključnega pomena je tim strokovnjakov, ki od samega začetka sodeluje pri nastajanju projekta. Podrobno je opisan proces celostne zasnove, principi sodelovanja strokovnjakov ter principi interdisciplinarnega dela, ki naj bi vodili ekipo k najboljšim rezultatom. Natančno so določene tudi faze zasnove in naloge, ki morajo biti obravnavane oz. rešene v posamezni fazi.

Kot primer integriranega pristopa k celostni zasnovi objektov je podan primer iz projektne študija PBL Stanford. PBL je učni primer integriranega pristopa k zasnovi konstrukcij, ki obravnava zasnovo konstrukcije iz različnih zornih kotov. Predstavljen je potek integriranega procesa v okviru gradbenega projekta univerzitetnega objekta, ki je bil izdelan v sodelovanju med študenti fakultet v ZDA, Nemčiji in Sloveniji.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC:	624:65.012.2:69(043.2)
Author:	Matic Ožbolt
Supervisor:	Lect. Tomo Cerovšek
Title:	Whole Building Design as Integrated Project Work
Notes:	150 p., 11 tab., 46 fig., 0 eq.
Key words:	whole building design, goal of the whole building design, sustainable design, integrated project design, PBL Stanford

Abstract

This thesis presents an integrated project design as a way how to realize whole building design. The description of the whole building design is given. The goals of the whole building design are described with special focus on the sustainability as a crucial leading factor in design of buildings in the future. An analysis of the designers and their work is done with focus on those, who should form a core of the project team.

The second part focuses on the integrated project design as the best way to apply whole building design in practice. A comparison with the traditional project delivery is given. Tteam of specialist plays a crucial role in an integrated project delivery. Integrated team works together from the beginning of the project. Principles, how to form an integrated team, how to cooperate with other designers and interdisciplinary work are given. The phases of the whole building design are described in detail and the goals for each phase are set.

PBL class Stanford is an example of the integrated project design. The main vision of the class is to design building as a team and learn new things from other disciplines. The description of the process is given with focus on the created project of university building, which was created with the cooperation of the student from universities in USA, Germany and Slovenia.

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge ter vključitev v projektni študij PBL Stanford se iskreno zahvaljujem mentorju viš. pred. dr. Tomu Cerovšku.

Zahvaljujem se tudi družini, sošolcem in prijateljem za podporo skozi vsa leta študija.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Problem	1
1.2	Metodologija	2
1.3	Struktura naloge.....	2
2	CELOSTEN PRISTOP K ZASNOVI OBJEKTOV	5
2.1	Zasnova objekta kot celote	5
2.2	Filozofija celostnega – holističnega pristopa.....	7
2.3	Bistveni sestavni deli zasnove projekta	8
2.4	Diskusija.....	10
3	CILJI CELOSTNE ZASNOVE – TEMELJ DOBREGA PROJEKTA.....	11
3.1	Estetika.....	12
3.2	Dostopnost.....	13
3.3	Funkcionalnost	14
3.4	Produktivnost	16
3.5	Ekonomika	18
3.6	Varnost in zanesljivost.....	20
3.7	Varovanje kulturne dediščine	21
4	TRAJNOSTNA GRADNJA	23
4.1	Optimalna raba lokalnih potencialov.....	24
4.2	Optimalna raba energije.....	25

4.3	Smotrna raba voda	26
4.4	Raba okolju prijaznih materialov	26
4.5	Kakovostno notranje okolje.....	27
5	POKLICI, KI SODELUJEJO PRI ZASNOVI – ANALIZA VLOG.....	29
5.1	Arhitektura.....	30
5.2	Gradbeništvo - konstrukterstvo	31
5.3	Gradbeni menedžment	33
5.4	Strojno in elektro inženirstvo	35
6	INTEGRIRANO PROJEKTNO DELO	39
6.1	Integrirani pristop	39
6.2	Primerjava integriranega pristopa s tradicionalnim pristopom	40
6.3	Integrirani projektni tim.....	43
6.4	Integrirani pristop k snovanju kot skupek principov	47
6.5	Faze integriranega procesa	52
7	PROJEKTNI ŠTUDIJ PBL KOT PRIMER CELOSTNE ZASNOVE.....	57
7.1	Predstavitev primera PBL	57
7.1.1	Predstavitev projektne študija PBL.....	57
7.1.2	Člani ekipe.....	59
7.1.3	Projektna naloga z omejitvami.....	60
7.1.4	Način dela	63

7.1.5	Integrirani proces oz. kako je potekalo sodelovanje med člani ekipe	65
7.1.6	Izmenjava modelov – problem sodelovanja med disciplinami	70
7.2	Predstavitev projekta.....	72
7.2.1	Faza zasnove	72
7.2.1.1	Lokacija objekta z omejitvami – raziskava	72
7.2.1.2	Varianta 1: "Hidden light", Skrita svetloba.....	73
7.2.1.3	Varianta 2: "Stack", Skladovnica	75
7.2.1.4	Proces izbire.....	77
7.2.2	Faza detajlne zasnove	79
7.2.2.1	Arhitektura	79
7.2.2.2	Gradbeništvo konstrukterstvo	85
7.2.2.3	Strojno inženirstvo	91
7.2.2.4	Gradbeni menedžment.....	96
7.2.2.5	LEED – Trajnostna gradnja	100
7.3	Pridobljene izkušnje.....	101
8	ZAKLJUČEK	103
	VIRI	105

PRILOGE	109
Priloga A: Vizualizacija hodnika z notranjim dvoriščem na levi strani.....	111
Priloga B: Različne variante za izvedbo fasade.....	111
Priloga C: Vizualizacija študentskega prostora.....	112
Priloga D: Vizualizacija avditorija.....	113
Priloga E: Letni raspored temperature zunanjega okolja v Madisonu, Wisconsin.	114
Priloga F: Prevladujoče smeri vetra.....	114
Priloga G: Simulacija izvedbe toplotne črpalke iz bližnjega jezera.....	115
Priloga H: Izvedba strojnice in namestitvev naprav za zbiranje meteorne vode.	115
Priloga I: Prikaz razporeditve vodov v objektu.....	116
Priloga J: Prikaz namestitve fotovoltaičnih panelov na strehi objekta.	116
Priloga K: Princip delovanja naravnega prezračevanja v objektu.....	117
Priloga L: Prikaz osončenosti objekta pozimi in poleti.....	118
Priloga M: Prikaz dviga najtežjega in najbolj oddaljenega tovora.....	119
Priloga N: Računalniški model objekta v programu Google SketchUp.	120
Priloga O: Računalniški model objekta v programu Revit Architecture.....	121
Priloga P: Računalniški model objekta v programu ETABS.	122
Priloga R: Ameriški točkovni obrazec LEED.	123
Priloga S: Priznanje podjetja Swinerton Builders.....	125
Priloga T: Terminološki slovarček.	126

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Primerjava tradicionalnega in integriranega pristopa k snovanju.	41
Preglednica 2: Faza predzasnove – diagram IPO.	53
Preglednica 3: Shematska zasnova – diagram IPO:	53
Preglednica 4: Razvoj koncepta – diagram IPO:.....	54
Preglednica 5: Dokončanje projektne dokumentacije - diagram IPO:	55
Preglednica 6: Reference, kje je možno najti praktični opis teoretičnega dela diplome.	57
Preglednica 7: Izračun stroškov za varianto 1.	75
Preglednica 8: Izračun stroškov variant koncepta 2.	76
Preglednica 9: Alternativne variante za uporabo virov energije na objektu.....	92
Preglednica 10: Največji izdatki na objektu.	98
Preglednica 11: Stroški gradnje objekta in primerjava s karakterističnimi stroški gradnje.	98

KAZALO SLIK

Slika 1: Obsežen spekter projektnih zahtev pri zasnovi objektov.....	6
Slika 2: Filozofija celostnega – holističnega pristopa	8
Slika 3: Interaktivnost ključnih komponent zasnove konstrukcij.....	9
Slika 4: Komponente celostne zasnove	12
Slika 5: Prikaz razporeditve stroškov v javnih objektih.....	17
Slika 6: Vpliv objektov na okolje v odvisnosti od deleža celotne svetovne porabe.....	23
Slika 7: Projektanti kot ena izmed komponent celostne zasnove.....	29
Slika 8: Proces kot ključna komponenta celostne zasnove.....	39
Slika 9: Shema hierarhične organizacije pri tradicionalnem procesu zasnove.....	40
Slika 10: Macleamy – Tibbett krivulja.....	42
Slika 11: Organizacijska struktura integriranega projektnega tima.....	46
Slika 12: Iterativni proces integriranega pristopa k snovanju.	51
Slika 13: Diagram iterativnih faz pri integriranem procesu.	52
Slika 14: Člani projektnega tima Atlantic team	60
Slika 15: Diagram razvoja prvega koncepta v začetku februarja 2008.	66
Slika 16: Diagram procesa sodelovanja v drugi polovici zimskega semestra.....	68
Slika 17: Diagram procesa sodelovanja v letnem semestru.	69
Slika 18: Lokacija predvidenega objekta v kvadratu.....	73
Slika 19: Koncept št. 1 – Hidden Light.	74

Slika 20: Odstotni sestav stroškov za varianto 1.....	75
Slika 21: Dve arhitekturni varianti drugega koncepta.....	76
Slika 22: Odstotni sestav stroškov za varianto 2.....	77
Slika 23: Diagram procesa izbiranja najboljšega koncepta.	78
Slika 24: Ovrednotenje danih možnosti z metodo ocenjevanja doseganja posameznih ciljev.	78
Slika 25: Ureditev prostorov v funkcionalne enote	79
Slika 26: Razporeditev funkcionalnih enot po etažah.....	80
Slika 27: Tloris pritličja	81
Slika 28: Tloris druge etaže	82
Slika 29: Vzdolžni prerez objekta.....	82
Slika 30: Vizualizacija hodnika	83
Slika 31: Izgled fasade – na spodnji skici je lepo vidna podobnost z gozdom.	84
Slika 32: Prva predlagana mreža (levo) in končna rešitev (desno).....	85
Slika 33: Inovativna rešitev Slimdeck za horizontalno nosilno konstrukcijo.....	86
Slika 34: Položaj nosilcev.....	87
Slika 35: Prerez objekta s svetlimi višinami.	88
Slika 36: Položaj vertikalne nosilne konstrukcije.....	89
Slika 37: Horizontalni nosilni sistem v objektu.....	90
Slika 38: Simulacija osončenosti v programu Ecotect.....	91
Slika 39: Rezultati simulacije porabljene energije.....	93

Slika 40: Primerjava obeh sistemov za distribucijo zraka.....	94
Slika 41: Prikaz razporeditve vodov v prvi etaži.....	95
Slika 42: Skica organizacije gradbišča.....	96
Slika 43: Odstotni sestav stroškov gradnje objekta.....	99
Slika 44: Plan gradnje.....	99
Slika 45: Točkovanje trajnostne gradnje po ameriškem točkovnem sistemu LEED.....	100
Slika 46: Končna vizualizacija objekta.....	102

1 UVOD

Načrtovanje objektov obsega široko področje arhitekturnih, inženirskih in tehničnih storitev. Velik obseg različnih strokovnih storitev zahteva, da pri načrtovanju objektov sodeluje veliko število ljudi, ki poskušajo uresničiti želje investitorja in uporabnike načrtovanega objekta. Udeleženci pri projektu prihajajo iz različnih strok in imajo različne poglede ter pogosto nasprotujoče cilje v okviru projekta. Naloga obravnava interdisciplinarno celostno zasnovo objektov, ki lahko v okviru integriranega projektne dela bistveno izboljša kakovost objektov.

1.1 Problem

Različen izvor udeležencev pri projektu pomeni, da na skupne probleme gledajo iz različnih strokovnih zornih kotov, kar je dobro, če se pri tem ne izključuje ostalih strok. Problem se pojavi, ko je treba rešitve uskladiti. Nasprotujoča mnenja lahko pripeljejo do slabših odnosov in slabe interdisciplinarne komunikacije v projektni skupini. Posledica naštetega je, da trpi ravno tisto, kar je najpomembnejše in skupno vsem udeležencem – *projekt kot celota*. Rešitve postanejo neusklajene in do te mere neustrezne, da so lahko posledice celo katastrofalne ali pa negativno vplivajo na kakovost bivanja in učinkovitost objektov.

Hipoteza. Celostna zasnova predvideva skupen pristop različnih strok k zasnovi objektov. Skupen pristop skoraj vedno pomeni, da bodo vsi cilji zasnove obravnavani z enakim pomembnostjo. S takim pristopom se lahko doseže, da so objekti obravnavani kot celota ter ne kot skupek posameznih delov. Na tak način lahko dosežemo najboljše rešitve ob danih možnostih, t.j. najoptimalnejše rešitve. Takšne rešitve največkrat pomenijo, da objekti najbolje služijo tistim, za katere so grajeni: investitorjem ter njenim uporabnikom.

Ključni cilj diplomske naloge je pokazati, kako je možno z integriranim pristopom k zasnovi objektov narediti projekte, ki so bolj usklajeni, celovitejši ter boljši.

1.2 Metodologija

Metodologija je razdeljena na dva dela: študij literature in udeležbo pri projektne študiju PBL.

Za namen diplomske naloge je bila narejena študija literature na področju celostne zasnove objektov. Izdelana je bila analiza obstoječih pristopov k snovanju ter primerjava z integriranim pristopom k zasnovi.

Kot primer celostne zasnove je podan primer iz projektne študija PBL Stanford, ki poskuša študentom približati celostno gledanje ter integrirani pristop k snovanju objektov. V letu 2008 sem sam sodeloval pri projektu.

1.3 Struktura naloge

Naloga je vsebinsko razdeljena na štiri dele.

V prvem delu so predstavljeni cilji celostne zasnove, ki služijo kot vodilo projektni skupini pri zasnovi konstrukcij. Posebej je kot cilj izpostavljena trajnostna gradnja kot ena izmed ključnih smernic razvoja v prihodnosti.

V drugem delu so predstavljeni ključni strokovnjaki v projektne timu, ki imajo pomemben vpliv pri zasnovi projekta. Predstavljene so njihove bistvene naloge ter njihova vloga v projektne timu. Bistvo tega dela ni detajlno spoznati posamezne poklice, ampak samo osvetliti vsa področja njihovega dela. Razumevanje vlog različnih strokovnjakov veliko pripomore k medsebojnemu sodelovanju.

V tretjem delu je predstavljeno integrirano projektne delo, ki predstavlja drugačen pristop k zasnovi konstrukcij. Ključnega pomena je tim strokovnjakov, ki že od samega začetka sodeluje pri nastajanju projekta. Opisano je, kako naj bi potekal proces zasnove, kako naj se tvori projektne tim strokovnjakov ter principi, ki naj bi vodili ekipo k najboljšim rezultatom.

V zadnjem, četrtem delu, je podan primer iz projektne študija PBL Stanford. PBL je učni primer integriranega pristopa k zasnovi konstrukcij, ki obravnava zasnovo konstrukcije iz različnih zornih kotov. Predstavljen je potek integriranega procesa v okviru gradbenega

projekta univerzitetnega objekta, ki je bil izdelan v sodelovanju med študenti fakultet v ZDA, Nemčiji in Sloveniji.

2 CELOSTEN PRISTOP K ZASNOVI OBJEKTOV

2.1 Zasnova objekta kot celote

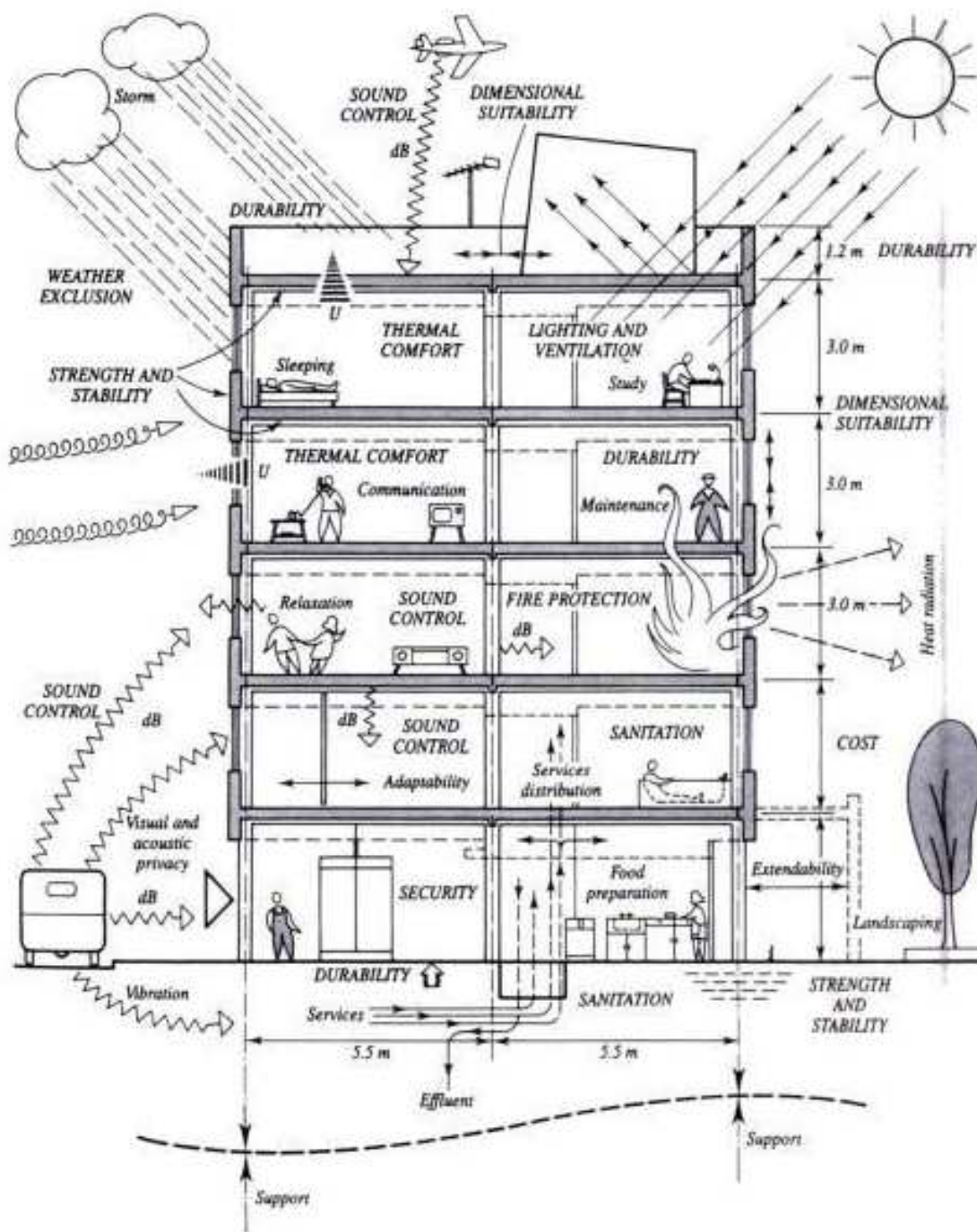
Socialne spremembe, nove tehnologije v industriji, novi standardi, novi materiali in ekonomski pritiski prinašajo spremembe v gradbeno industrijo. Zahteve javnosti glede objektov pri tem stalno naraščajo. Objekti morajo biti funkcionalni in fleksibilni v svojem celotnem življenjskem ciklu. Hkrati morajo biti obstojni, stroški vzdrževanja in popravil pa naj bi bili minimalni. Atraktiven izgled pri tem seveda ne sme izostati. Ob vsem naštetem ne gre pozabiti, da morajo biti stroški izgradnje in obratovanja znotraj sprejemljivih meja, saj v nasprotnem primeru do realizacije projekta sploh ne bo prišlo. Ljudje, udeleženi pri izdelavi projektov, potrebujejo vse več znanja in spretnosti, da se lahko uspešno spoprimejo z obsežnimi nalogami.

Sočasno z vsemi spremembami v svetu raste zavedanje o vseh nevarnostih, ki jih povzroča človeško delovanje na okolje. Po podatkih Evropske agencije za okolje (EEA) so objekti krivi za več kot polovico letnih emisij toplogrednih plinov¹. Toplogredni plini so eden glavnih razlogov za pojav učinka tople grede, ki povzroča globalno segrevanje ozračja. Objekti so tudi velik potrošnik elektrike, poleg tega pa zaradi slabega notranjega življenjskega okolja pogosto pripomorejo k različnim problemom z zdravjem, kot so astma ter razne vrste alergij.

Zavedanje ljudi o vseh nevarnostih, ki jih imajo objekti na okolje, narašča. Kot odgovor na to problematiko so se pojavili standardi in programi za razvoj trajnostnih objektov, ki poskušajo poskrbeti, da bodo objekti prijazni tako do okolja kot tudi njenih uporabnikov. Med njimi so najbolj znani naslednji: severnoameriški LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), kanadski Green Globes, britanski Breeam itd. Ob tem se razvijajo tudi vse kompleksnejši izdelki in sistemi, ki prinašajo velike koristi na tem področju. Znanje, materiali in inteligentni sistemi stavb obstajajo in postajajo vse širše dostopni. Njihov namen je, da vplivajo pozitivno na okolje ter kvaliteto življenja uporabnikom objektov.

¹ Agencija za varovanje okolja (EPA). <http://www.epa.ie/whatwedo/monitoring/climate/ghg/>

Za uspešno doseglo vseh izzivov, ki jih ponuja snovanje objektov, je potrebno stalno vpeljevati spremembe v načrtovanje in gradnjo objektov.



Slika 1: Obsežen spekter projektnih zahtev pri zasnovi objektov.²

² Watt, D. 1999: Building Pathology: Principles and Practice. New York, Blackwell Publishing: Stran 18.

Celostna zasnova objektov ponuja način pristopa k snovanju objektov, upoštevajoč vse zgoraj naštetе probleme ter rešitve na njih. S temi rešitvami naj bi dosegli cilj, ki se skriva v visoko učinkovitih objektih (ang. *high performance buildings*). Visoko učinkoviti objekti naj bi bili tisti objekti, ki so varni, zanesljivi, funkcionalni, dostopni, fleksibilni, produktivni, trajnostni in stroškovno učinkoviti v celotni življenjski dobi.

Skozi sistematično analizo zgoraj naštetih interdisciplinarnih ciljev ter njihovim uresničevanjem v procesu zasnove, se lahko ustvarijo zmogljivejši in učinkovitejši objekti. Na primer: izbira strojnih inštalacij vpliva na kvaliteto zraka v objektu, enostavnost vzdrževanja, operativne stroške, izbiro goriva in na vrsto oken (ročna oz. mehanska). Poleg naštetega imajo strojne inštalacije vpliv tudi na ostale faktorje, kot so vrsta svetil ter kontrolnih sistemov v objektu, količino naravne svetlobe v objektu, organizacijo prostora itd. Sočasno imajo ti isti materiali in sistemi vpliv na estetiko, dostopnost in varnost. Uspešna celostna zasnova objekta nudi rešitev, ki je večja in boljša od sestave posameznih odličnih delov.

Celostna zasnova objektov je sestavljena iz dveh komponent:

- Integriran pristop k zasnovi,
- Integriran timski proces.

Z razumevanjem koncepta celostnega pristopa je možno reševati probleme zasnove objektov na integriran način, vse z namenom uspešne izvedbe učinkovitih projektov zgradb tako danes kot tudi v prihodnje.

2.2 Filozofija celostnega – holističnega pristopa³

Koncept celovitosti ni nov. Glavni princip celovitost je jedrnato povzel že Aristotel v svojem delu Metafizika: "Celota je več kot skupek njenih delov."

Leta 1926 si je Jan Christian Smuts, južnoafriški državnik, izmislil izraz holizem. Verjel je, da ni nobenih posameznih delov v naravi, obstajajo samo vzorci in ureditve, ki prispevajo k celoti. Holizem je ideja, ki pravi, da lastnosti sistema ne morejo biti določene oz. razložene s

³ Povzeto po: Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Holism> (5.9.2008)

posameznimi komponentami, ampak celovit sistem določa, kako se bodo posamezne komponente obnašale.

Buckminster Fuller je leta 1969 izjavil: "Sinergija je edina beseda v našem jeziku, ki predstavlja obnašanje celotnega sistema, in je nepredvidljiva, če je obravnavana samo iz analize obnašanja posameznega sistema oz. podzvez posameznih delov sistema."



Slika 2: Filozofija celostnega – holističnega pristopa⁴

2.3 Bistveni sestavni deli zasnove projekta

Bistveni sestavni deli zasnove projekta so naslednji:

- projektanti,
- cilji zasnove,
- proces zasnove.

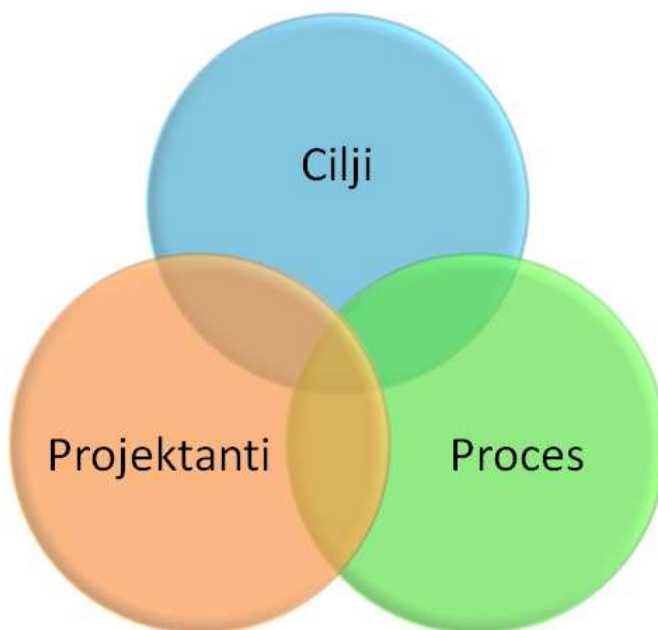
Projektanti. Projektanti oz. udeleženci na projektu so tisti, ki s svojim tehničnim znanjem in izkušnjami omogočijo, da se projekt izvede. Celostna zasnova od vseh udeležencev zahteva integriran pristop. Udeleženci projekta morajo gledati na skupne projektne cilje kot tim. Tako lahko s skupnim znanjem omogočijo, da se projekt obravnava v celoti. Ta pristop se razlikuje

⁴ Whole building design guide. <http://www.wbdg.org/> (5.9.2008)

od tipičnega procesa načrtovanja v tem, da se ne naslanjamo na strokovno znanje posameznih specialistov, ki delajo vsak v svojem okolju, ločeni od vseh ostalih vpletenih.

Cilji zasnove. Cilji so tisti, ki vodijo projektni tim k uresničevanju zahtev projekta. Vsak cilj zasnove objekta je pomemben v projektu, zares uspešen projekt pa je lahko le tisti, v katerem so projektni cilji identificirani na začetku in se od njih ne odstopa skozi celoten proces načrtovanja. Ključnega pomena je poznavanje, razumevanje, določitev ter pravilna namestitev sistemov v objektu, ki imajo vpliv na različne cilje zasnove. Samo na tak način je možno kot končni rezultat doseči visoko učinkoviti objekti.

Proces. Proces je tisti, ki poskrbi, da je sodelovanje med strokovnjaki dobro ter zasnova projekta uspešna. Celostna zasnova v praksi zahteva integrirani timski proces, pri katerem vsi vpleteni na projektu delajo v projektne timu skozi vse faze projekta ter skupaj strmijo k uresničitvi zastavljenih ciljev. Proces celostne zasnove poteka vse od začetnega posveta strokovnjakov, postavitve projektnih zahtev, skozi izdelavo projekta, izgradnjo, vselitvijo in obratovanje objekta vse do njegove porušitve.



Slika 3: Interaktivnost ključnih komponent zasnove konstrukcij.

S cilji, projektanti in procesom kot bistvenimi sestavnimi deli zasnove projekta poskušamo poskrbeti, da bodo najboljše udeležene vse zahteve in želje, ki jih ima investitor za novozgrajeni objekt. Poznavanje in razumevanje vseh komponent zasnove je ključnega pomena za to, da lahko posameznik aktivno pristopi k celostni zasnovi in s svojim znanjem pripomore k uspešnosti projekta.

2.4 Diskusija

Projektanti pri svojem delu uporabljajo različne računalniške programe za izdelavo modelov za prikaze in analize. Problem se pojavi pri izmenjavi računalniških modelov. Ker so modeli narejeni v različnih računalniških programih, ti modeli niso kompatibilni med seboj. Za usklajevanje modelov se porabi veliko časa, čas pa v praksi pomeni tudi denar. Zmanjšana je tudi produktivnost strokovnih storitev.

Kot rešitev na tem področju projektantskega dela se ponuja BIM – Informacijsko modeliranje objektov (ang. *Building Information modeling*). BIM predstavlja proces projektiranja objektov s pomočjo informacij, ki niso samo geometrijski. Informacijski model objekta naj bi vseboval podatke o geometriji in ostale informacije o objektu skozi celoten življenjski cikel. Vsi projektantski partnerji imajo lahko korist, če je model ažuren, zaradi visoko kakovostnih in enostavno dostopnih informacij o geometriji, izvedbi in trenutnem stanju objekta. Cilj je, da bi dosegli čim bolj stroškovno ugoden in pravilen proces projektiranja, gradnje in uporabe objektov.

BIM naj bi pripomogel k procesu integracije različnih strokovnjakov v integrirane timske procese.

3 CILJI CELOSTNE ZASNOVE – TEMELJ DOBREGA PROJEKTA

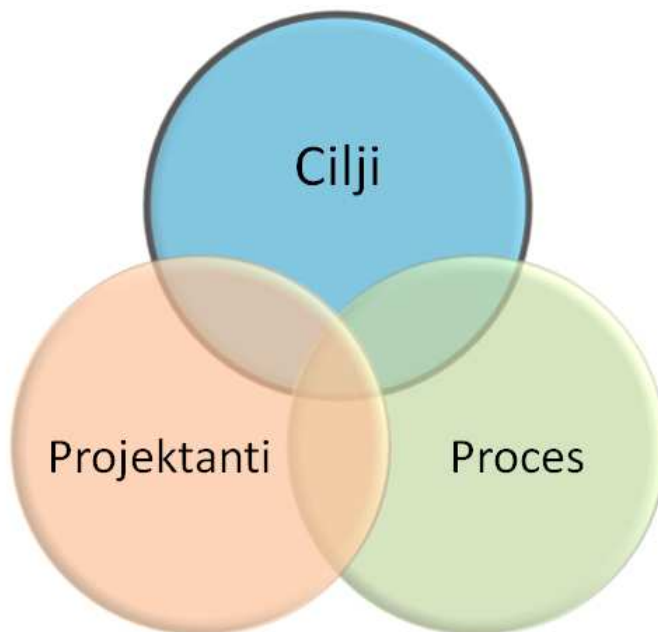
V vsakem projektu obstajajo različne zahteve, katere je potrebno v fazi zasnove kar najbolje izpolniti. Zakon o graditvi objektov⁵ pravi naslednje: Z gradbenimi predpisi se za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve:

- mehanske odpornosti in stabilnosti,
- varnosti pred požarom,
- higijenske in zdravstvene zaščite in zaščite okolice,
- varnosti pri uporabi,
- zaščite pred hrupom ter
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

Na podlagi teh zahtev in želja investitorja naj bi si projektna skupina zadala skupne cilje. Za uresničitev celostnega projekta objekta morajo vsi sodelujoči najprej dobro poznati ter se zavedati vseh ciljev projekta. Ti cilji zasnove morajo biti v medsebojnem sozvočju. Med glavnimi cilji zasnove naj bi bili naslednji (odvisno seveda od tega, za kakšen tip objekta gre):

- estetska vrednost objekta,
- stroškovna uspešnost projekta,
- omogočen dostop uporabnikom do objekta,
- funkcionalnost objekta,
- varovanje kulturne dediščine,
- produktivnost uporabnikov,
- varnost in zanesljivost objekta,
- trajnostna gradnja.

⁵ ZGO – 1, 2.del: Temeljne določbe, 9. člen (gradbeni predpisi), str. 125



Slika 4: Komponente celostne zasnove

Cilji predstavljajo nekakšen temelj dobre zasnove. Če so dobro postavljeni, je kasnejši proces načrtovanja veliko enostavnejši.

V nadaljevanju so podrobneje predstavljeni zgoraj naštetih cilji. Cilji so predstavljeni z namenom, da vsak, ki sodeluje na projektu, dobro pozna skupne cilje ter razume, kakšen vpliv imajo lahko posamezni cilji na njegovo stroko oz. njegove zahteve.

3.1 Estetika

Definicija: filozofska disciplina, ki proučuje lepo in človekov odnos do lepega.

Izraz estetika izvira iz antične Grčije, pomeni pa študijo lepote in narave lepega. V 1. stol.pr. n. št. je rimski arhitekt Vitruvius zapisal, da mora vsak objekt izkazovati elemente lepega, uporabnega in stabilnega (lat. *utilitas, firmitas, venustas*). Temu reku naj bi sledil vsak snovalec objektov. Skoraj vedno je pri snovanju objektov veljalo načelo, da objekti ne smejo biti samo ekonomsko primerni ter uporabniku prijazni, ampak morajo hkrati s seboj nositi tudi estetsko vrednost. Estetika ni lastnost, ki bi mirovala. Skupaj z razvijajočo se socialno podobo

Ljudi, njihovo politiko, industrijo ter sodobno tehnologijo tudi estetika teži k novim pogledom na umetnost, arhitekturo in snovanje objektov.

Estetika kot cilj zasnove je ključno vodilo arhitektov, notranjih opremljevalcev, krajinskih arhitektov ter posredno tudi vseh ostalih strokovnjakov, ki sodelujejo pri projektih. Pomembno je razumeti pomen besede estetika iz različnih zornih kotov: ni dovolj samo gledati na zunanji ovoj objekta, sočasno je potrebno upoštevati tudi notranjost objekta, kako se objekt vklaplja v okolico ter skupnost, ki tam živi. Predvsem pa je oznaka, da je objekt lep, pojem, ki je prepuščen izključno osebni presoji vsakega posameznika. Kolikšna stopnja estetike oz. kolikšen delež arhitekturne vizije je vključen v zasnovo objekta, se spreminja od projekta do projekta. Pomemben vpliv na delež vključenosti arhitekturne vizije imajo ostali cilji zasnove, ki jih je potrebno upoštevati na projektu. Sorazmerno enostavno je določiti, ali določena zasnova objekta vsebuje potrebno neto površino, vsebuje predvidene sobe v objektu itd. Težje je določiti estetski uspeh projekta. Za oceno estetske uspešnosti je potrebno upoštevati različne vidike, kot so tehnični, ekonomski in socialni uspeh objekta. Če so vsi vidiki v nekem sorazmerju ter uspešno izpolnjujejo zahteve, lahko rečemo, da je projekt tudi estetsko uspešen.

Prevladuje mnenje, da je najlažje doseči estetsko udobje s skupnim pristopom k zasnovi objekta. Estetika kot taka mora biti obravnavana kot cilj zasnove ter mora biti ustrezno upoštevana v vseh fazah projekta.

3.2 Dostopnost

Definicija: možnost priti, vstopiti kam.

V vsakodnevnem življenju je zagotovo ena najpomembnejših stvari prost dostop do objektov. Za veliko invalidnih oseb je ta, za nekatere samoumevna lastnost, otežena oz. nemogoča. Ker živimo v družbi, ki naj bi spodbujala samostojnost na vseh ravneh, je potrebno omogočiti tistim, ki so te pomoči potrebni, da imajo omogočen neoviran dostop do objektov ter njihovo nemoteno uporabo.

Vsakemu se v življenju lahko zgodi, da bo doživel kakšno poškodbo, ki ga bo ovirala, da bi enostavno vstopil v objekt. Predvideno je tudi, da bo z naraščanjem števila prebivalcev raslo tudi število nezmožnih ljudi. Prav tako gre verjeti, da se bo s spreminjanjem navad in vse boljšimi življenjskimi pogoji spremenilo tudi ovrednotenje, kdo je invaliden in pomoči potreben in kdo ne. Spremeniti se mora tudi tradicionalna miselnost pojma dostopnosti. Da to ni samo cilj omogočiti dostop ljudem, ki so trajnostno invalidni. Vedeti je potrebno, da mora biti cilj omogočiti dostop tudi tistim, ki so trenutno poškodovani oz. vsem tistim, ki so potencialni poškodovanci (primer: mladi par ne zasnuje hiše za obdobje čez 50 let, ko bodo stari in dostop do objekta ne bo več samoumevna stvar).

Dva glavna principa za doseg cilja dostopnosti sta:

- zagotoviti neoviran, neodvisen dostop. Potrebno je omogočiti enakovredno uporabo objekta vsem uporabnikom. Potrebno je odstraniti vse morebitne arhitekturne ovire, ki preprečujejo možnost cirkulacije zunaj in znotraj objekta.
- planiranje fleksibilnega prostora. S fleksibilnostjo prostora se zagotovi možnost sprememb v celotnem življenjskem obdobju objekta.

3.3 Funkcionalnost

Definicija: lastnost, ki poudarja namembnost in uporabnost objekta.

Investitorjev namen izgradnje objekta je vedno povezan z nekimi željami, potrebami in cilji. Ti cilji so med drugim povezani tudi z uporabniki, katerim je objekt namenjen. Ko zasnova objekta služi uporabnikom, lahko rečemo, da je projekt funkcionalno uspešen. Funkcionalnost je skoraj vedno povezana z dejavnostjo, ki se v objektu vrši, t.j. z namembnostjo objekta. Če ta cilj ni izpolnjen, so navadno stroški, povezani s popravilom, visoki. Jasno razumevanje cilja funkcionalnosti in njegovih zahtev je nujno za njegovo zadostitev v fazi zasnove.

Zgodnja določitev programa objekta in pravilne odločitve imajo velik vpliv na funkcionalnost in dolgoročno učinkovitost objekta. Potreben je pravilen pristop k zasnovi ter sprotne preverjanje v različnih fazah, kar zagotovi, da je cilj dosežen ter je v sozvočju z ostalimi cilji. Objekt, ki funkcionira za to, za kar je bil namenjen, je pogoj za doseg cilja celostnega

objekta. Predvsem je problem pri doseganju tega cilja v tem, da ko objekt služi svojemu namenu, funkciji, za katero je ustvarjena, tega dejansko skoraj nihče ne omeni. Večji problem nastopi, ko stvari ne funkcionirajo, kot je bilo predvideno. To pogosto vodi v nezadovoljstvo ljudi v objektu.

Obstajajo nekakšni principi, kako najbolje zadostiti funkcionalnim potrebam objekta, tako v fazi snovanja kot tudi v njegovi uporabi:

Upoštevanje funkcionalnih zahtev. Prostorske zahteve so osnova vsakega procesa planiranja, saj direktno izražajo investitorjeve prostorske potrebe. Objekti so vedno zasnovani na podlagi programa. Vsak program objekta naj bi se začel z jasno definicijo ciljev, določitvijo delovnih aktivnosti v objektu ter njihovim prepletanjem. Uspešna funkcionalna zasnova bo vsebovala natančno analizo vseh problemov in pravilno sintezo rešitev, ki bodo združili posamezne dele v koherentno in optimalno celoto. Celostna zasnova je definirana kot rešitev, ki funkcionira dobro tako z vidika uporabnika kot tudi delovanja sistemov v objektu.

Ključni koraki v razvoju projektних zahtev so naslednji:

- razumevanje delovnih procesov in namembnosti objekta,
- določitev prostorskih zahtev,
- razumevanje povezav med posameznimi enotami objekta in
- razumevanje sistemov v objektu.

Pravilna integracija sistemov v objektu. Rečemo lahko, da je objekt uspešno zasnovan takrat, kadar komponente objekta delujejo v medsebojni povezavi – sozvočju. Z drugimi besedami, uspešno povezana skupina deluje boljše kot skupek odličnih posameznih delov, ki pa medsebojno ne sodelujejo. Dostikrat se namreč zgodi, da posamezni elementi v objektu lahko pokvarijo celoten vtis o njej.

Primer: na univerzi Stanford iz Kalifornije so v začetku leta 2008 odprli nov objekt Y2E2⁶, ki je sijajen objekt, zgrajen tudi z načeli trajnostne gradnje. Problem se pojavi, ko človek vstopi

⁶ Stanford University: <http://news-service.stanford.edu/news/2008/march5/y2e2-intro-030508.html> (10.9.2008)

v objekt. Najprej so opazna tla, ki so narejena iz enostavnega obdelanega betona. Posameznik dobi vtis, kot da bi prišel v kakšno garažo. Zaradi pomanjkanja finančnih sredstev so morali na določenih delih krčiti sredstva, zmanjkalo je denarja za ustrezna tla. Problem ni samo vizualni vtis, ampak tudi slabše akustične lastnosti prostorov, ki s tem preprečujejo uporabnikom njihovo nemoteno uporabo. Takšni elementi pokvarijo sliko o celotnem objektu.

Zato je potrebna integriranost vseh komponent objekta, ki pa jo lahko dobimo le s pravilnim pristopom. Pravilen pristop upošteva lastnosti in karakteristike posameznih sistemov ter njihovo vlogo v celostni zasnovi, njihovimi zahtevami za namestitev ter ustrezno koordinacijo z drugimi elementi.

Doseganje zelenih rezultatov zasnove oz. optimalno delovanje objekta. Optimalno delovanje sistemov ni zadoščeno samo s kontrolo sistemov po njihovi vgradnji. Optimalno delovanje sistemov je proces, ki se začne v fazi planiranja ter se vleče skozi vso fazo zasnove vse do ustreznega delovanja sistema v objektu, ki da zagotovi, da so bile uresničene investitorjeve želje.

3.4 Produktivnost

Definicija: razmerje med količino izdelkov ali storitev in porabljenim časom.

Organizacija dela, delovne navade in delovna sila so se v zadnjih dveh desetletjih dramatično spremenili. Tehnološki napredek, demografske spremembe in zahteve po inovativnosti so spremenile delovno okolje na takšen način, da mora biti sposoben prilagajanja različnim načinom dela.

Organizacijska učinkovitost danes pomeni smotrnejšo uporabo prostora. To ne pomeni samo zmanjšanja stroškov, ampak tudi snovanje fleksibilnega prostora, kar omogoča spremembe znotraj prostora s spreminjanjem delovnih skupin. Smotrna uporaba prostora daje uporabnikom možnost dela, koncentracije, komunikacije in sodelovanje znotraj delovnega okolja.

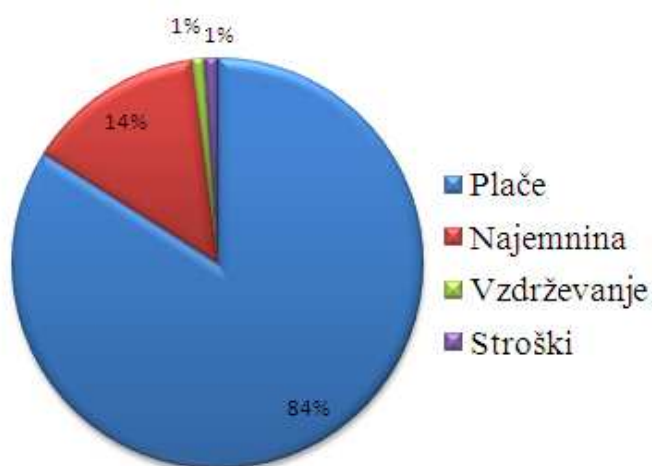
Pogosto je težko določiti, kolikšen vpliv imajo posamezne komponente notranjega okolja na produktivnost, saj je učinkovitost posameznika odvisna od različnih faktorjev, tako fizioloških kot psiholoških (plač, delovne klime znotraj ekipe, delovnega okolja itd.).

Kljub temu se ne gre izogniti dejstvu, da višjo produktivnost spodbuja prav sodelovanje in komunikacija med ljudmi. Ker so zaposleni oz. njihove plače največji strošek podjetij, je pravzaprav nujno uporabnikom zagotoviti prijazno delovno okolje. Prav tako je nujno to dejstvo upoštevati pri začetnih stroških, saj takšna oblika naložbe prispeva k velikim prihrankom v času uporabe objekta.

Primer: Eden izmed načinov, kako oceniti naložbo v produktivnost zaposlenih, je s prikazom stroškov podjetja. V zasebnem sektorju so stroški dela tipično v naslednjem okviru:

- 1500 €/m² letno za plače
- 150 €/m² letno za amortizacijo materiala (zidaki + malta)
- 15 €/m² letno za energijo v objektu

V tem primeru bi se dodatnih 15 €/m² za material (zagotavljanje večje fleksibilnosti prostora) splačalo, če bi se produktivnost povečala za 1 %.



Slika 5: Prikaz razporeditve stroškov v javnih objektih.⁷

⁷ Whole building design guide. <http://www.wbdg.org/> (10.9.2008)

Ravno zaradi povečanja fleksibilnosti dobimo povečano zadovoljstvo uporabnikov. To posledično prispeva k večji produktivnosti, zato je potrebno na dodatne izdatke ne gledati kot na stroške, ampak kot naložbo v produktivnost. Takšna naložba lahko poveča celoten finančni uspeh organizacije.

Ključni principi zasnove objektov za boljšo produktivnost uporabnikov so naslednji:

- Zagotavljanje zdravja in dobrega počutja - notranje okolje ima velik vpliv na človeško zdravje, zato je nujno na tem temeljiti notranje okolje.
- Zagotavljanje udobnega okolja – prostor, zasnovan za največje vizualno, zvočno in termalno ugodje prispeva k udobju uporabnika ter njegovi učinkovitosti.
- Možnost prilagodljivosti delovnega okolja.
- Zanesljivost sistemov in prostora – zanesljivi sistemi, naprave in orodja v objektu uporabnikom zagotavljajo varnost, zdravje in udobje.

3.5 Ekonomika

Definicija: organizacija proizvodnje, razporejanja in uporabe materialnih dobrin.

Cilj vsakega investitorja v objekt je njegova stroškovna uspešnost in učinkovitost. Ta cilj, ki ima več različnih interpretacij, je v veliki meri odvisen od osebnih interesov in ciljev skupine. Stroškovno uspešen projekt se lahko pojmuje na različne načine:

- za nekatere je stroškovno uspešen projekt tisti, ki predstavlja minimalne stroške, ki še zadostijo vsem zahtevam programa;
- lahko je to tisti projekt, ki zahteva minimalne stroške uporabe in vzdrževanja, morda zgradba, ki ima najdaljšo življenjsko dobo;
- objekt, v katerem so uporabniki najbolj produktivni;
- ali pa tisti objekt, ki predstavlja največjo povrnitev začetne investicije.

Ekonomsko uspešen projekt ima najverjetneje vsaj eno ali več od zgoraj naštetih lastnosti, zato je praktično nemogoče podati enostavno definicijo stroškovne uspešnosti projekta. Za natančno uresničitev cilja je potrebno na projekt gledati skozi celotno življenjsko dobo

objekta. Pri tem je potrebno natančno preučiti stroške in koristi različnih komponent projekta. Rečemo lahko, da je zasnova objekta uspešna v finančnem smislu, če ima prednosti pred alternativnimi zasnovami ter hkrati čim manjše življenjske stroške.

Primer: izbira sistema za ogrevanje in hlajenje naj bi temeljila na tem, da izpolni načrtovane potrebe, pri tem pa ima čim manjše stroške obratovanja. V tem primeru lahko rečemo, da je izbira sistema stroškovno pravilna. Največji izziv pri tem predstavlja določitev dejanskih stroškov in dejanske prednosti posameznih sistemov ter primerjava raznih alternativ.

Pri zagotavljanju finančne uspešnosti projekta je potrebno upoštevati naslednje:

- upravljanje in nadzor stroškov ter njihovo vrednotenje je potrebno voditi skozi celoten proces planiranja, zasnove in izvedbe projekta. Namen tega je uravnotežiti cilje projekta ter zagotoviti kvaliteto ob sočasnem upoštevanju proračunu, ki je na voljo.

Veliko projektov nima neomejenih finančnih sredstev, ampak so ta do neke meje omejena brez realnejših možnosti povečanja. Zato je potrebno, da so začetne projektne zahteve postavljene z upoštevanjem življenjskih stroškov objekta. S tem se zagotovi dovolj sredstev v proračunu ter je tudi v kasnejših fazah na voljo dovolj denarja za vložke v nekoliko dražje sisteme, ki bi lahko povečali učinkovitost objekta. Pri tem je potrebno preučiti vse možne načine tveganja, ki jih projekt predstavlja, ter nenadejane situacije, ki se lahko pojavijo. Ko je proračun narejen, je potrebno njegovo sprotno preverjanje ob izpolnjevanju vseh postavljenih zahtev projekta. K upravljanju stroškov sodi tudi vrednostna analiza, t.j. vrednotenje stroškov. Ta omogoča sistematični izračun, namenjen analizi funkcije materialov, sistemov ter procesov za doseg želenih funkcijskih zahtev ob hkratnih minimalnih stroških.

- upoštevanje ostalih prednosti posameznih sistemov, ki objektu dajejo estetsko vrednost, varnost in zanesljivost, funkcionalnost itd.

Večina ekonomskih modelov zahteva, da imajo vse komponente objekta denarno vrednost, s čimer je najlažje določiti vrednost projekta. Težko pa je ovrednotiti določene aspekte, ki dajejo objektu dodatno vrednost, ne samo finančno. Zato je potrebno ta dejstva upoštevati v vrednotenju projekta, saj se v nasprotnem hitro zgodi, da finančni vidiki pretehtajo ter se zanemari prednosti, ki jih prinašajo drugi vidiki.

3.6 Varnost in zanesljivost

Definicija: - varnost - stanje, položaj, ki mu ne grozi nevarnost, kaj neprijetnega.

- zanesljivost- stanje, ki ne vzbuja nobenega dvoma, pomislekov.

Eden izmed glavnih ciljev zasnove in izgradnje objekta mora biti njegova varnost in zanesljivost. Obstaja več vrst nevarnosti, ki pretijo objektom: naravne nesreče (vetrovi, poplave, potresi), terorizem, poškodbe znotraj konstrukcije, požari, tatvine, izgredi, itd. Potrebno je ločiti osebno varnost in varnost pred poškodbami (oziroma potencialno zanesljivost) objekta.

Najboljši pristop za doseg cilja je, da se v začetni fazi preuči vse mogoče morebitne nevarnosti, ki se znajo pojaviti v življenjski dobi objekta. Potrebno je njihovo razumevanje in preučitev stopnje nevarnosti, ki jo predstavljajo za objekt. Pri tem je potrebno določiti tudi verjetnost pojava takšne nevarnosti v življenjski dobi objekta. Na podlagi te raziskave lastniki ter vsi sodelujoči določijo varnostne ukrepe, ki jih je potrebno zagotoviti v zasnovi konstrukcije. Njihova določitev ukrepov temelji na varnostnih zahtevah, sprejemljivi stopnji tveganja, stroškovni učinkovitosti predlaganih ukrepov ter vplivu, ki bi jih ti ukrepi imeli na zasnovo, izgradnjo ter uporabo objekta.

Večina varnostnih ukrepov, ki so uporabljeni na objektu, so nekakšno ravnovesje praktičnih, tehničnih in fizičnih ukrepov.

Primer: Za zaščito objekta pred morebitnimi vlomilci so uporabljeni naslednji varnostni ukrep: namestitev varnostnikov okoli objekta (fizični ukrep), namestitev varnostnih kamer in alarmov (tehnični ukrep) ter zaklepanje in zapiranje oken in vrat (praktični ukrep). V praksi so vsi uporabljeni do neke mere, odvisno od tega, za kakšno vrsto objekta gre, na kateri vrsti zaščite je poudarek itd. Pomembno je, da so morebitni ukrepi predvidijo na začetku ter se jih lahko varčno in učinkovito vključi v celostno zasnovo objekta.

Glavni principi za doseg varnosti objekta so naslednji:

- Varstvo pred naravnimi nesrečami. Vsako leto naravne katastrofe povzročijo milijardne škode, ki se odražajo v uničenih objektih in infrastrukturi. Določeni škodi

bi se zagotovo dalo izogniti, če bi bile nevarnosti pravilno obravnavane ter objekti ustrezno zaščiteni.

- Varstvo pred požarom. Potrebno je ustrezno preučiti vpliv morebitnega požara na objekt ter njegove komponente. Na podlagi tega se sprejme vrsta zaščitnih ukrepov, kot so namestitve naprav za gašenje, evakuacijskih poti itd.
- Zagotovitev varovanja uporabnikov in varovanja njihovega zdravja. Nekatere poškodbe oz. bolezni so povezane z nepravilno oz. nezdravo zasnovo objektov. S pravilnimi ukrepi je možno zavarovati uporabnika pred nezaželenimi posledicami. Takšni ukrepi so naslednji: zagotavljanje kvalitetnega zraka, zaščita pred morebitnimi nesrečami uporabnikov, uporaba uporabniku prijaznih materialov itd.
- Varovanje uporabnikov ter inventarja pred nepovabljenimi gosti.

3.7 Varovanje kulturne dediščine

Zavod za varstvo kulturne dediščine podaja naslednjo definicijo, kaj je to kulturna dediščina⁸:

Kulturna dediščina so viri in dokazi človeške zgodovine in kulture, ne glede na njihov izvor, razvoj in ohranjenost (snovna, materialna dediščina), ter s tem povezane kulturne dobrine (nesnovna, nematerialna dediščina). Kulturna dediščina predstavlja nenadomestljivo vrednoto. Vsaka enota kulturne dediščine, ki je poškodovana ali uničena, je žal izgubljena, zato je potrebno kulturno dediščino vključiti v aktivno vsakodnevno življenje. Skrb za njeno ohranjanje in varovanje v vseh okoliščinah je skrb vsakogar izmed nas.

Pričakovati je, da bo čedalje več starih objektov, ki so dotrajani oziroma propadli ter posledično ne opravljajo več svoje vloge, potrebnih obnove. Ravno zato se je potrebno tega zavedati ter posledično ustrezno obravnavati to tematiko. Delo na takšnih objektih zahteva poseben pristop k načrtovanju in izvedbi.

Potreben je pravilen pristop k varovanju kulturne dediščine, kjer je bistvenega pomena, da se izdelata plan ohranitve. Na začetku si je potrebno načrtovati vrsto ohranitve objekta (sanacija, restavracija, rekonstrukcija), zagotoviti je potrebno, da je želena funkcija objekta skladna z

⁸ Zavod za varstvo kulturne dediščine. <http://www.zvkds.si/>

obstoječimi možnostmi, ki jih stari objekt nudi. Priporočeno je, da se najmanj poseže v obstoječe stanje, seveda v odvisnosti od stanja, v katerem se objekt nahaja.

Maksimalno zaščito je možno doseči z naslednjimi ukrepi:

Pravilna obravnava ohranitvenega procesa. Ker so dela na starih objektih specifična, je potrebno v ekipo vključiti strokovnjake na tem področju, konservatorje. Ti zagotovijo, da so vse zadeve v zvezi z varovanjem pravilno obravnavane ter vključene v zasnovo.

Ustrezno izboljšanje elementov in sistemov na objektu. Sistemi, ki se pojavljajo v starih objektih, so dotrajani oz. neprimerni. Potrebna je pravilna namestitev novejših tehnologij, ki zadostijo zahtevam in standardom novejšega časa, ob tem pa so v skladu z izvornim konceptom objekta. Novejši hladilni in ogrevalni sistemi, električne napeljave in ostali vodi zahtevajo posebno previdnost pri namestitvi. Zavzamejo tudi veliko prostora, zato jih ni mogoče vedno skriti. V tem primeru je potrebno sprejeti smotrne odločitve, ki imajo najmanjši vpliv na obstoječi objekt.

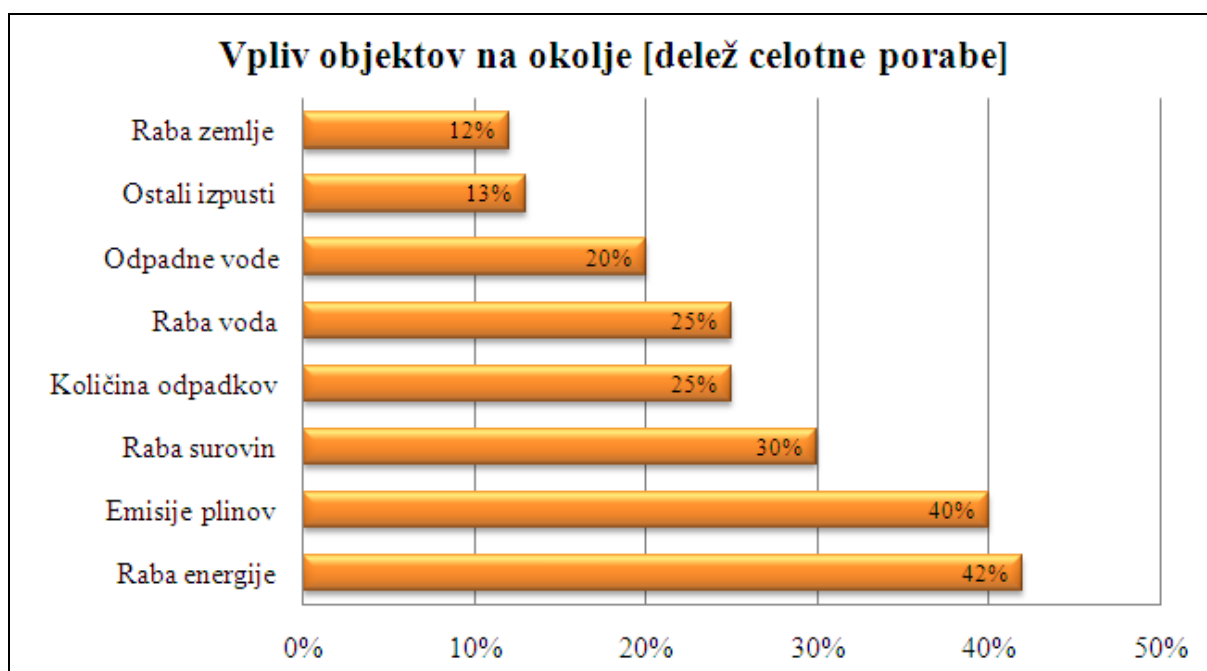
Zadostiti zahtevam dostopnosti objekta. Starejši objekti v večini primerov nimajo načrtovanega dostopa za invalide. Potrebno je predvideti ukrepe, ki omogočijo dostop vsem. Pri tem morajo biti posegi v objekt minimalni.

Zadostitev novejšim zahtevam po varnosti in zanesljivosti. Spremenjene funkcije objekta, sprememba tehnologij v objektu ter novejši standardi prinašajo spremembe vplivov na primarno konstrukcijo. Potrebno je natančno preučiti te vplive ter izvesti ukrepe, ki zagotovijo, da bodo uporabniki varno in nemoteno uporabljali objekt.

4 TRAJNOSTNA GRADNJA

Definicija: graditi trajnostno pomeni graditi na način, da grajeno okolje optimalno zadovoljuje trenutne potrebe, pri tem pa ne ovira sposobnosti prihodnjih generacij pri uresničevanju njihovih potreb.⁹

Gradnja objektov in njeno obratovanje ima ogromen vpliv na okolje. Objekti ne samo da porabljajo energijo in surovine, ampak pri tem ustvarijo ogromno odpadkov in okolju škodljivih atmosferskih plinov. Z naraščajočo rastjo svetovne ekonomije in populacije se načrtovalci in graditelji objektov soočajo z izzivom, kako zagotoviti, da bodo objekti varni, zdravi, udobni ter učinkoviti in bodo sočasno imeli minimalen vpliv na okolje.



Slika 6: Vpliv objektov na okolje v odvisnosti od deleža celotne svetovne porabe.¹⁰

⁹ UN Department of Economic and Social Affairs – Division for Sustainable Development
<http://www.un.org/esa/sustdev/> (15.10.2008)

¹⁰ Systematic Evaluation and Assessment of Building Environmental Performance (SEABEP)

Sodobni pristop k tej problematiki zahteva integriran pristop, ki vzame v obzir vse življenjske faze projekta. Sonaravni pristop zahteva povečano posvečenost okoljskim ciljem in njegovi ohranitvi. Rezultati so navadno optimalno ravnovesje stroškov, okoljskih, socialnih in človeških dobičkov ob sočasni uskladitvi funkcijskih zahtev objektov.

Glavni cilji trajnostne gradnje so:

- manjša raba energije, vode in materialov,
- zmanjšanje vplivov objektov na okolje skozi celotno življenjsko dobo objekta
- gradnja objektov, ki so udobni, varni, produktivni in življenjski.

V nadaljevanju je predstavljeno, kako lahko najboljše apliciramo trajnostno gradnjo v praksi. Ker je tej temi v zadnjem času namenjeno veliko pozornosti, je podan podrobnejši opis.

4.1 Optimalna raba lokalnih potencialov

Snovanje trajnostnih objektov se začne s pravilno izbiro lokacije. Preden se začne posegati v prostor, je potrebno razmišljati o možnih posodobitvah obstoječih objektov. Lokacija, orientacija in vrsta objekta vplivajo na lokalni ekosistem, mobilnost ljudi in rabo energije.

Slediti je potrebno naslednjim nasvetom pri optimalni rabi lokacijskih danosti:

- pri izbiri lokacije najprej pregledamo obstoječe stanje, stare objekte, zapuščena industrijska območja itd.,
- potreben je nadzor nad erozijo na lokaciji s pomočjo različnih ukrepov (vegetacija, stabilizacijski ukrepi; izgradnja drenaž za ustrezen tok vode ob nalivih; izkoristek možnih danosti lokacije za odtekanje vode),
- pravilna umestitev objekta v prostor na način, da je zmanjšan efekt vročinskega (npr. uporaba vegetacije, zelene strehe),
- minimalni vpliv na okolje (ohranitev obstoječe vegetacije; minimalna površina objekta; ustrezna izbira in uporaba prostora v času gradnje z minimalnim vplivom)
- obnova degradiranih območij ter povrnitev v nekdanje stanje,

- iskanje najboljših transportnih možnosti, spodbujanje javnega transporta ter minimalno število parkirnih prostorov ob objektu,
- preučitev energijskih možnosti pri izbiri lokacije in orientacije objekta (najboljši izkoristek sončnega obsevanja, koriščenje naravnega prezračevanja, raba dnevne svetlobe itd.).

4.2 Optimalna raba energije

Z naraščanjem cene energentov raste zavest o energijski odvisnosti zahodnega sveta. Pri tem se povečuje zavedanje vpliva toplogrednih plinov na globalno podnebje. Objekti so veliki porabniki energije (podatki kažejo, da v ZDA objekti porabijo 42 % energije ter 68 % elektrike)¹¹. Objekti proizvedejo okoli 35 % ogljikovega dioksida, ki je glavni krivec za klimatske spremembe. Velika večina zdajšnje energije je proizvedena iz fosilnih goriv, ki pa niso obnovljivi viri. Zato je potrebno najti načine za zmanjšanje obremenitev na okolje, povečati učinkovitost strojnih sistemov in spodbujati uporabo obnovljivih virov energije.

V fazi snovanja objektov morajo biti zastavljeni naslednji bistveni cilji:

- zmanjšanje ogrevalnih, klimatskih in svetlobnih energijskih zahtev s snovanjem sistemov, ki se odzivajo na okolje (raba pasivne sončne energije; pravilna orientacija in velikost oken; uporaba trajnih izolativnih fasadnih elementov itd.),
- raba obnovljivih virov energije (dnevna svetloba, sončna energija, fotovoltaične celice, geotermalne črpalke, vetrne turbine itd.),
- uporaba bolj učinkovitih sistemov za hlajenje in ogrevanje ter osvetlitev,
- uporaba energijski programov za simulacijo in optimizacijo odziva objektov, uporaba senzorjev za nadzor dnevne svetlobe, kvalitete zraka. Uporaba ustreznih kotlov za optimalno ogrevanje objektov,
- opazovanje obnašanja objekta skozi celotno življenjsko dobo ter izvedba ustreznih ukrepov.

¹¹ Systematic Evaluation and Assessment of Building Environmental Performance (SEABEP)

4.3 Smotrna raba voda

Z naraščajočo porabo vode postaja pomanjkanje vode eden večjih svetovnih problemov. Cilj trajnostne gradnje je zmanjšati porabo vode in poskrbeti za njeno kvaliteto. To je ključno zato, ker poraba marsikje presega naravne danosti. Načini, kako zagotoviti čim boljšo porabo vode, so naslednji:

- potrebno je zmanjšati oz. vršiti nadzor nad odtekanjem vode iz lokacije objekta (uporaba vegetacije, drenaž, prepustne tlakovane površine itd.),
- zmanjšanje uporabe pesticidov ter posledično zmanjšanje onesnaženosti voda,
- uporaba zelenih streh,
- smotrna raba vode z uporabo ustreznih sistemov (učinkovite vodovodne inštalacije, odprava vseh napak v sistemu, pravilna ureditev okolice objekta),
- zaščita kvalitete vode (odprava škodljivih materialov, uporaba nestrupenih sredstev za čiščenje itd.),
- ponovna uporaba odpadne vode iz objekta ter meteorne vode.

4.4 Raba okolju prijaznih materialov

Trajnostni objekt naj bi bil narejen iz materialov, ki zmanjšujejo vplive objektov na okolje skozi celotno življenjsko okolje, zmanjšujejo vplive na globalno segrevanje, zmanjšujejo porabo naravnih virov in ne onesnažujejo okolja. Okolju prijazni materiali imajo manjši vpliv na človeško zdravje in okolje v primerjavi z ostalimi materiali.

Raba virov materialov in naravnih nahajališč za potrebe sektorja zgradb znaša preko 30 % celotne svetovne porabe. Zato ima vgradnja okolju prijaznih materialov velik delež pri zmanjševanju vpliva zgradbe na okolje v njenem celotnem življenjskem obdobju. Prav tako je potrebno uporabljati procese in sisteme, ki ne proizvajajo veliko odpadkov, ne ogrožajo zdravja in ne črpajo omejenih naravnih virov. Skupaj z rastjo svetovne proizvodnje rastejo tudi zahteve po surovinah, zato je potreben tudi drugačen pogled na odpadni gradbeni material. Potrebno je poiskati načine, kako odpadni material predelati ter ga ponovno uporabiti.

Pri zagotavljanju smotrne rabe materialov je potrebno imeti v mislih naslednje:

- obnavljanje obstoječih objektov, izdelkov in opreme, kjer koli je to možno (glede na ekonomske zmožnosti je potrebno preučiti možnosti ponovne uporabe, sočasno z učinkovitostjo obnovitvenega postopka),
- ugotavljanje vpliva izdelkov na okolje (globalno segrevanje, črpanje naravnih virov, kvaliteta notranjega okolja). Potrebno je preučiti vse faze: pridobivanje materialov, izdelava izdelkov, transport, vgraditev, uporaba in odstranitev. Ne smemo biti pozorni samo na točno določeno življenjsko dobo izdelka (npr. uporabo), ampak na celotno življenjsko dobo materiala,
- uporaba izdelkov z veliko možnostjo reciklaže. Potrebno je gledati z vidika uporabe po preteku življenjske dobe izdelka. Sočasno naj bi ti izdelki zahtevali tem manjšo porabo energije za svojo proizvodnjo,
- uporaba obnovljivih naravnih materialov, kot je na primer les,
- uporaba materialov, ki jih je enostavno razstaviti po preteku dobe trajanja. Želeno je narediti plan ravnanja z odpadlim materialom ter možnost reciklaže. Poiskati je potrebno možne lokacije za odstranitev organskih odpadkov,
- zmanjšanje gradbenih odpadkov v času gradnje, ločevanje odpadkov ter reciklaža v času gradnje. Potrebno je čim bolj zmanjšati obseg gradbišča,
- prepovedana uporaba izdelkov, ki so škodljivi in strupeni za okolje,
- priporočena je uporaba lokalnih materialov in izdelkov, s čimer zmanjšamo vplive transporta.

4.5 Kakovostno notranje okolje

Kakovost notranjega okolja objekta ima velik vpliv na uporabnikovo zdravje, udobje in produktivnost. Trajnostni objekt naj bi poleg naštetega imel tudi maksimalni izkoristek dnevne svetlobe, primerno zračenje in nadzor vlage. Za doseg tega cilja je potrebno v fazi zasnove slediti naslednjim napotkom, ki omogočajo:

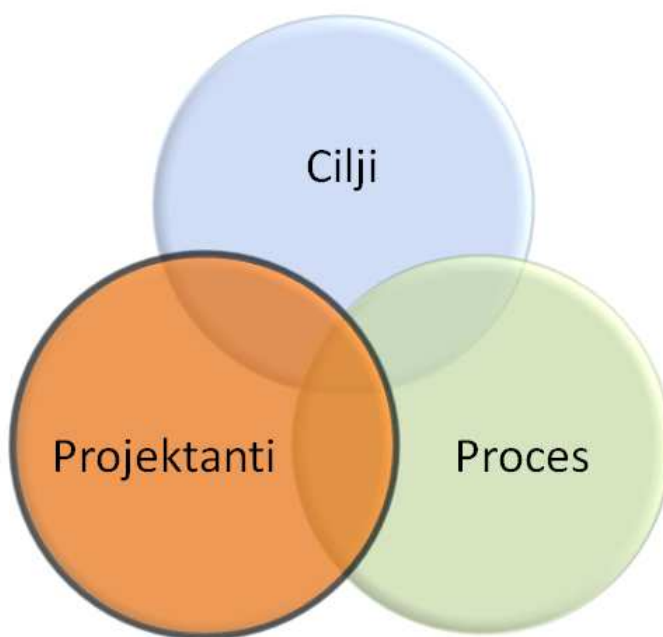
- podporo kakovostnemu notranjemu okolju skozi vse faze projekta zasnove, gradnje in med obratovanjem objekta,

- podpora odločitvam, ki omogočajo ustrezno namestitev oken za razgled in zračenje, ter podpora naravnim izdelkom v prostoru,
- zagotavljanje toplotnega ugodja z možnostjo nadzora temperature in kroženja zraka,
- zagotavljanje primerne prezračevanja in zunanjega zraka za kvaliteto notranjega zraka,
- preprečujejo raznos bakterij, pršic in podobnih stvari skozi prezračevalne naprave.
- izogibanje uporabi izdelkov z veliko vsebnostjo polutantov,
- uporabo zvočno izolativnih materialov in izdelkov, ki zagotavljajo zasebnost in zvočno ugodje,
- prostori naj imajo zadostno osvetlitev, ki je dosežena tako z naravno kot tudi umetno osvetlitvijo,
- zagotovitev kvalitetne pitne vode.

5 POKLICI, KI SODELUJEJO PRI ZASNOVI – ANALIZA VLOG

Vsak projekt ima svoje posebnosti in zahteve, ki zahtevajo, da se v projektne timu združijo strokovnjaki za različna področja. Vsaka stroka ima različne spretnosti, standarde, vloge in dolžnosti, ki jih vodijo v pristopu k snovanju objektov. Običajno vsaka stroka zagotovi svoje tehnične rešitve, ki pa niso vedno koordinirane z drugimi udeleženci na projektu.

Celosten pristop k zasnovi se zato razlikuje od običajnega pristopa v tem, da zahteva, da se strokovnjaki iz različnih področij zberejo skupaj v čim zgodnejši fazi zasnove. S tem omogočijo, da projektanti medsebojno sodelujejo in koordinirajo rešitve. To sodelovanje poteka skozi celoten projekt ter tako prispeva k uspešnejšim projektom.



Slika 7: Projektanti kot ena izmed komponent celostne zasnove.

V nadaljevanju so predstavljeni ključni poklici, ki sodelujejo pri projektu zasnove. Na kratko je predstavljeno, kaj so njihove profesionalne storitve, njihove vloge in dolžnosti pri zasnovi objektov ter kaj prispevajo k tvorbi celostne zasnove objekta. Vsak udeleženec v projektu naj bi poznal in razumel, kakšne so pristojnosti posameznih poklicev. Na tak način lažje sodeluje z ostalimi vedami. Podrobno so opisani samo tisti, ki naj bi predstavljali jedro projektne tima.

5.1 Arhitektura

Moderna arhitektura kot disciplina združuje svoje korenine, svojo bogato zgodovino ter hitre spremembe 21. stoletja. V preteklosti je vsa dela tako arhitekta kot gradbenika opravljala ena oseba, t.i. stavbenik (ang. *master builder*). Stavbenik je uravnovešal umetnost, znanost, materiale, formo, stil in spretnosti za udejstvovanje svoje vizije. Stavbenik je znal zasnovati objekt, pridobiti potrebno delovno silo in materiale, predvideti stroške, voditi gradnjo ter nadzorovati gradnjo objekta, od temeljev do strehe. Z razvojem strokovnih disciplin je tudi arhitektura postala bolj specializirana veja. V 19. stoletju, ko so se dodatno z razvojem znanosti razvili tehnični poklici ter bolj kompleksni konstrukcijski sistemi, se je arhitektura usmerila na osnovno funkcionalnost in estetiko zgradbe. V želji po priznanju profesionalnega statusa, arhitekti niso želeli biti več obravnavani kot stavbeniki, rokodelci.

Arhitekt naj bi bil danes strokovnjak, ki preoblikuje prostorske zahteve v koncepte, podobe in načrte objekta, ki služijo ostalim vedam za nadaljnje delo. Kljub temu pa prizvok stavbenika ostaja, saj so arhitekti navadno odgovorni za vodenje in koordiniranje dela različnih disciplin v fazi zasnove. Prav tako so arhitekti pogosto udeleženi v začetni fazi raziskav izvedljivosti projekta, kjer pomagajo pri zasnovi programa, izbiri lokacije itd.

Arhitekt je pri svojem delu odgovoren tudi za zagotavljanje zdravja, varnosti in blaginje. Zaradi vse kompleksnejših zakonskih, tehničnih in kulturnih zahtev je danes praktično nemogoče, da bi ena oseba združevala vse znanje o objektu, opravljala vse delo na projektu ter bila hkrati odgovorna za vse opravljeno, kot je bilo to v preteklosti s stavbeniki. Ravno zaradi tega so arhitekti omejili svoj spekter pristojnosti.

Celostna zasnova objektov predvideva, da projekt vodi tim s skupno vizijo, podobno kot so to počeli v preteklosti stavbeniki. Razlika je v tem, da se vse ne začne in konča pri enem človeku, ampak je za to potreben tim strokovnjakov. Kot nosilci skupne vizije pa naj bi bili najbolj primerni za to vlogo arhitekti. Sami ne obvladujejo celotnega znanja, ampak s poznavanjem širše problematike zasnove objektov lahko najuspešnejše združijo strokovnjake iz različnih ved v harmonično ekipo. Harmonični tim razmišlja in deluje kot eno ter premaga največjo oviro, ki se navadno pojavi pri projektu: t.j., da strokovnjaki iz posamezne vede ignorirajo želje in znanje drugih.

Arhitekt s poznavanjem lastnih strokovnih zahtev ter zakonskih aktov, ki so navadno širši ter imajo vpliv tudi na druge vede, najlažje izmed vseh sodelujočih ohrani enostaven pregled nad celotnim projektom. Je najbolj primeren za to, da nadzira in usklajuje delo celotne ekipe.

Arhitektura kot veda poudarja učenje kompleksnega znanja tako umetnosti kot tudi znanosti, ter hkrati celostnega pristopa k reševanju problemov. Njihovo izobraževanje poteka tako v reševanju abstraktnih kot tudi konkretnih problemov, vse z namenom, da se znajo posvetiti dejanskim problemom, pri tem pa ohranijo t.i. veliko sliko (ang. *big picture*) oz. ne zgubijo pregleda nad celotnim delom.

Pomemben del objekta je tudi kultura, ki jo ta poseblja, saj nekako zrcali in odseva ljudi ter kulturo, ki je objekt ustvarila. S svojim poznavanjem umetnosti in kulture arhitekti dodatno prispevajo k vsebini projekta in mu s pravilnimi odločitvami vsekakor dajo dodaten pečat.

Pogost problem, ki ga srečujejo ostale discipline v sodelovanju z arhitekti, je zagotovo sposobnost arhitektov, da razumejo in delajo v sodelovanju z njimi. Dejstvo je, da imajo mnogi arhitekti željo po sodelovanju, toda največkrat jim primanjkuje sposobnosti za vključitev v tim. Zelo dobro znajo izražati svojo vizijo. Problem nastopi, ko je potrebno oblikovati skupno vizijo, ki zna biti v nekaterih točkah drugačna od tiste v njihovih glavah. Zato je potreben preskok v razmišljanju, ki jih oddalji od vloge samostojnih umetnikov, ter pripravi na delovanje v skupini.

5.2 Gradbeništvo - konstrukterstvo

Vsak objekt je izpostavljen delovanju zunanjih sil, kot so gravitacija, veter, potres, temperaturne spremembe itd. Skozi zgodovino je gradnja objektov, ki so se zoperstavljali zunanjim vplivom, temeljila na uporabi enostavnih empiričnih znanj. Predvsem industrijska revolucija ter z njo povezan napredek na vseh področjih znanosti sta omogočila analitičen pristop h gradnji objektov. Obnašanje objektov ni bilo predvideno samo na podlagi izkušenj, natančnejše analize so omogočile boljše napovedi delovanja sistemov ter posledično bolj učinkovito gradnjo, povezano tudi z manjšimi stroški. Strokovnjakom, ki so odgovorni za to, da objekti stojijo ter nemoteno opravljajo svojo funkcijo, pravimo gradbeni inženirji – konstrukterji.

Gradbeni inženir – konstrukter je inženir z znanjem, izobrazbo in izkušnjami na področju analize in snovanja stavb in inženirskih gradbenih objektov. Njegova vloga je zasnovati nosilno konstrukcijo, izdelati analizo ter dokumentacijo konstrukcije. Odgovoren je za zasnovo nosilnega sistema objekta, ki poleg lastne teže prevzame tudi vso živo obtežbo, t.j. obtežbo uporabnikov ter zunanje vplive. Poleg gradbenega konstrukterja na projektu navadno sodelujejo strokovnjaki na posameznih podpodročjih, ki s svojim strokovnim znanjem pripomorejo k vgradnji posameznih kompliciranih sistemov v celotno konstrukcijo oz. poskrbijo za konstrukcijske detajle.

Konstrukterji imajo odgovornost varovati uporabnike objekta, ki je drugačna od ostalih disciplin. Medtem ko napake v arhitekturi, mehanskem in električnem sistemu ponavadi povzročijo probleme, kot so neprivlačnost, nefunkcionalnost, neugodje, pa napake v konstrukciji lahko predstavljajo mnogo večji problem - ogrozijo lahko človeška življenja. Prav zato je potrebno natančno poznati ter razumeti vlogo konstrukterjev v projektu.

Vloga konstrukterja ter vpliv na ostale discipline. Pomembno je, da je gradbenik-konstrukter sodeluje na projektu v čim zgodnejši fazi snovanja, saj lahko vpliva na pomembne odločitve pri zasnovi, ki imajo vpliv tudi na druge discipline. Mednje sodijo

- Tip konstrukcije – izbira konstrukcijskega sistema (npr. okvirji, nosilne stene) temelji na funkciji in dimenzijah objekta, gradbenih zakonih in lokacijskih omejitvah, dostopnosti lokalnih materialov ter njihovi ceni.
- Vertikalna nosilna konstrukcija: enostavna mreža pomeni ponavljajoče število elementov, s čimer se zmanjša cena ter pospeši hitrost izgradnje. Prav tako se da z optimizacijo razponov doseči optimalno uporabo materialov ter hkrati zadostiti zahtevam uporabe prostora.
- Lokacija povezij oz. nosilnih sten – horizontalne sile zaradi vetra oz. potresa je potrebno prenesti iz konstrukcije do temeljev. Najučinkovitejši način za to so navadno povezja oz. nosilne stene. Njihovo mesto v objektu je potrebno uskladiti s funkcionalnimi in estetskimi zahtevami za notranje stene, vrata ter okna.
- Luknje v ploščah – posebno pozornost je potrebno nameniti vsem odprtinam v ploščah zaradi stopnic, dvigal, mehanskih naprav ter njihovim lokacijam.

- Medetažna višina – zagotoviti je potrebno zadostno višino ne samo za konstrukcijo samo, temveč tudi za morebitna dvignjena tla, spuščeni strop, električno ter vodovodno napeljava itd. To lahko vpliva na izbiro horizontalnega sistema konstrukcije.
- Zunanji ovoj – fasada ne predstavlja samo videza objekta, temveč služi tudi kot pregrada med zunanjim in notranjim okoljem. Odporna mora biti na veter ter ostale vremenske vplive ter hkrati omogočiti ljudem, svetlobi ter zraku prost pretok.
- Namestitev opreme ter vodov – večja oprema (npr. kotli, klimatske naprave, transformatorji, ventilacijske naprave) običajno predstavlja dodatne obremenitve na konstrukciji, zato je potrebno natančno določiti njihovo mesto.
- Spremembe na obstoječih objektih – sprememba tipa strehe oz. strešnega materiala, dodajanje dodatne opreme, odstranitev nosilnih sten so tipični primeri posega v konstrukcijo ter zahtevajo vpletenost konstrukterja.

Gradbenik konstrukter ni odgovoren samo za odpornost konstrukcije, ampak tudi za njeno uporabnost. Plošče in nosilci, ki se prekomerno ukrivljajo, lahko predstavljajo velik problem tako za elemente v objektu kot tudi uporabnike same. Posebno pozornost je potrebno posvetiti vsem morebitnim vibracijam v objektu, ki lahko privedejo do nezaželenih pojavov. Podobne probleme lahko povzročijo razne razpoke na konstrukcijskih elementih.

Zgodnja vključitev konstrukterja v projektu je navadno nujna, saj služi kot nekakšen okvir za vse ostale discipline ter njihovo delo na projektu. Konstrukter naj bi na projektu sodeloval vse do takrat, dokler objekt ni zgrajen. Pogosto se na podlagi opazovanja med gradnjo odkrijejo neskladja med disciplinami oz. napačne interpretacije načrtov posameznih strok, zato je nujno potrebno sodelovanje konstrukterja tudi med gradnjo, saj lahko zgodnje odkrivanje napak privede k mnogo manjšemu vplivu na dodatne stroške ter potek gradnje.

5.3 Gradbeni menedžment

Pravilno planiranje gradnje in ocena stroškov so med bistvenimi pogoji vsakega uspešnega gradbenega projekta, saj se navadno vse stvari začnejo in končajo pri denarju. Gradbeni menedžerji izdelajo plan gradnje, skrbijo za nemoten potek projekta, ocenjujejo stroške ter vse stvari, ki so povezane s tem. Morajo imeti dovolj znanja in izkušenj, da se uspešno spoprimejo s celotnim projektom. Stroškovni plan je nujen za vsakega investitorja, posredno

pa tudi za ekipo, ki sodeluje na projektu. Na podlagi plana lahko investitorji že na začetku ocenijo, ali se jim investicija sploh splača ter ali je vredno nadaljevati s projektom, vsi morebitni sodelujoči pa lahko ocenijo, ali se jim sploh izplača pristopiti k projektu.

Glavne naloge, za katere je zadolžen gradbeni menedžer, so naslednje:

- gradbeni inženiring: pravilni izbor tehnologije gradnje, materialov, strojev itd. ter njihova uporaba v fazi gradnje,
- kontroliranje poteka projekta od zasnove do izvedbe: potrebno je zagotoviti, da projekt poteka po predvidenih tirnicah po ustaljenih postopkih,
- upravljanje in ravnanje s človeškimi viri: najetje usposobljene delovne sile je eden glavnih problemov današnjega gradbeništva. Gradbeni menedžerji so tisti, ki morajo pravilno izbrati ekipe, ustvariti delovno in harmonično okolje ter vzpostaviti kontrolo nad gradnjo,
- finančni menedžment: gradbeništvo je tvegan posel. Zaradi tega je potrebno stalna kontrola stroškov skozi vse faze projekta. Potrebno je pravilno predvidevanje stroškov, predvidevanje porabe denarja, naložbe itd.

Cilji menedžerja na projektu, ki izvirajo iz postavljenih nalog, so naslednji:

- projekt je zaključen pravočasno,
- stroški projekta so znotraj predvidenega proračuna,
- dosežena je bila zelena kvaliteta in
- projekt je bil zaključen brez večjih sporov in terjatev.

Menedžerji so navadno ljudje, ki so najbolj seznanjeni s celotnim projektom. Poznati morajo različne aspekte projekta ter tako zagotavljajo, da so pri izračunih upoštevani vsi dejavniki. Zato je zelo pomembno, da je vpleten v projekt vse od njegovega začetka, saj se le tako lahko zagotovi, da so sprejete pravilne odločitve, ki so sočasno v skladu s predvidenim proračunom. Skozi celoten proces zasnove pa menedžer služi kot nadzornik proračuna, s čimer poskrbi, da se projekt finančno ne izjalovi, t.j. da ne pride do nenadnega povečanja stroškov zaradi nepremišljenih odločitev.

Pomembno je, da menedžer sledi kodeksom svojega poklica ter se drži profesionalnosti, kajti pri svojem delu je velikokrat podvržen pritiskom z različnih strani, ki skušajo k projektu pritakniti svoj mošnjiček. Pogosto je problematičen tudi časovni okvir, ki je na voljo za odločitve, saj je včasih potrebno sprejemati hitre odločitve, za katere ni na voljo dosti časa za premislek. Odločitve morajo temeljiti na znanju ter na izkušnjah, kajti dostikrat se zgodi, da je zdrava pamet koristnejša od vseh izračunov in teoretičnih predvidevanj.

5.4 Strojno in elektro inženirstvo

Moderne zgradbe že dolgo niso samo zavetišča pred dežjem, vetrom, snegom, soncem in ostalim pojavi. Grajene so z namenom, da zagotovijo boljše, produktivnejše in udobnejše delovno in bivanjsko okolje. V njih mora biti zagotovljena pravilna delovna osvetlitev, primerna notranja temperatura, vlažnost in kvaliteta zraka, higienski pogoji, ustrezna električna napeljava za delovanje sistemov in ustrezne naprave, ki zagotovijo varnost uporabnikom in inventarju. To so področja, na katera imajo v precejšnji meri vpliv strojni in elektro inženirji. To področje je tudi eno izmed tistih, na katerem so napredki v tehnologiji v zadnjem času povzročili velike premike, ki so spremenili vlogo strokovnjakov iz tega področja v zasnovi konstrukcij.

Strojni in elektro inženir sta odgovorna za naslednje sisteme v objektu:

- mehanski sistemi:
 - o ogrevanje, hlajenje in prezračevanje,
 - o vodovodne inštalacije: distribucija vode, ravnanje z vodo, sanitarije itd.
 - o požarna varnost: distribucija vode, detektorji dima, šprinklerji itd.
- električna napeljava:
 - o dostava električne energije, napeljava vodov po hiši,
 - o osvetlitev prostorov,
 - o dodatna oprema: telefonija, alarmne naprave itd.
- sistemi v objektu za:
 - o transport: dvigala, tekoče stopnice itd.
 - o specifični objekti zahtevajo različne sisteme, naprave,
 - o ostalo.

Pomembno je, da sta oba strokovnjaka vpletena v zasnovo objekta vse od začetka, tako da so mehanski sistemi, njihove zahteve ter potrebna finančna sredstva, obravnavani na začetku ter upoštevani skozi celoten potek projekta.

Sistemi v objektu imajo vpliv na naslednje komponente pri zasnovi objekta:

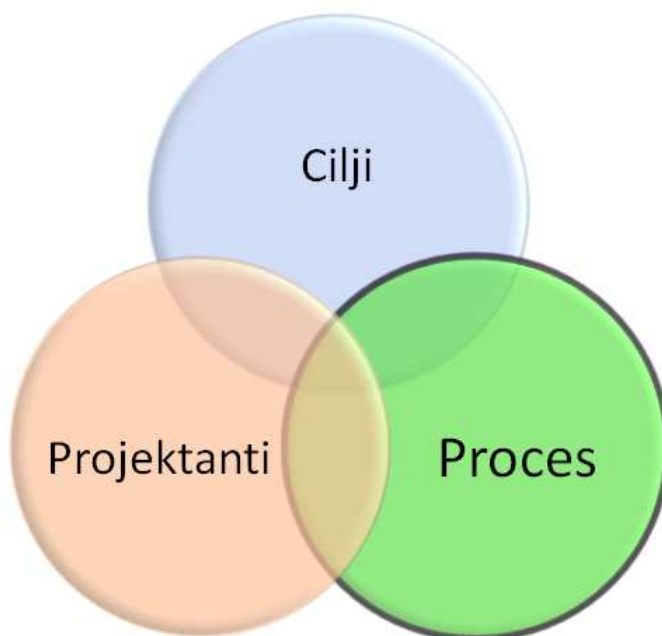
- Uporabnost ter planiranje prostora. Inštalacije zavzamejo v vsakem objektu določen delež površine, odvisno od namena objekta, zahtev uporabnikov ter komponent, ki imajo posredni vpliv na sisteme (npr. vrsta zasteklitve vpliva na ogrevalne potrebe, torej posredno tudi na velikost kotlov, večje zahteve pomenijo večje naprave). Potrebno je zagotoviti dovolj prostora za namestitve vse potrebne opreme ter zadosti medetažne višine. Razumna umestitev strojnice v začetni fazi načrtovanja veliko pripomore, da je za to namenjeno dovolj prostora in izbrana najprimernejša lokacija. To področje planiranja prostora za zagotovitev zadosti velike površine za strojne potrebe je trenutno velika hiba projektiranja.
- Konstrukcijo. Inštalacije zahtevajo dodatno medetažno višino. Veliki objekti lahko imajo povečano medetažno višino tudi od 1,5 do 2 krat normalne višine. Včasih se da reducirati dodatno višino, če se določeni vodi peljejo skozi nosilce, kar pa predstavlja poseg v nosilno konstrukcijo objekta. V takem primeru je potrebno nujno sodelovanje z gradbenim konstrukterjem, ki z računom preveri, ali je takšen poseg sploh možen, oz. predvidi potrebne ukrepe. Vsaka oprema, ki je nameščena, predstavlja tudi dodatno obtežbo, ki jo je potrebno v računu obvezno predvideti. Nekatere naprave pri svojem delovanju povzročajo tudi vibracije, kar lahko pripelje do nepredvidenih situacij.
- Stroške objekta. Večja medetažna višina pomeni tudi višje objekte ter posledično večje stroške. Višji objekti pomeni, da bo potreben čas gradnje daljši, dodatni problemi bodo pri dviganju materiala na višino, stroški objekta pa so višji. Delo na večji višini predstavlja večji napor za delavce, s čimer se sočasno zgublja njihova produktivnost. - Vsi sistemi zahtevajo svoje vzdrževanje in popravilo. Stroški vzdrževanja vseh sistemov lahko predstavljajo veliko finančno obremenitev za lastnike objektov.
- Rabo energije. Vsi objekti potrebujejo elektriko, ki omogoči delovanje sistemov ter naprav v objektu. Pravilno načrtovanje dobave energije do objekta je zato ključnega pomena za nemoteno uporabo.

- Vpliv na okolje. Objekti imajo velik vpliv na okolje. Z učinkovitimi sistemi in uspešno integracijo teh sistemov v objektu se da zagotoviti, da bodo objekti okolju prijaznejše. Razvoj novodobnih sistemov v veliki meri temelji na čistejših napravah, ki bodo skladne z okoljem. Sistemi, kot so solarni paneli, fotovoltaične celice, geotermalne črpalke in podobne so tiste, ki izkoriščajo obnovljive vire energije, sočasno pa pri svojem delovanju ne proizvajajo okolju nevarnih toplogrednih plinov.

Zaradi vseh zgoraj naštetih vplivov je nujno, da sta tako strojni kot elektro inženir vključena v zasnovo projekta v čim zgodnejši fazi projekta, ko lahko s pravimi vhodnimi podatki omogočita, da bodo sistemi v harmoniji z ostalimi komponentami objekta ter bo objekt kot skupek optimalno deloval.

6 INTEGRIRANO PROJEKTNO DELO

Celostna zasnova objektov zahteva drugačen pristop k načrtovanju objektov. V nadaljevanju je predstavljen integrirani pristop k načrtovanju kot način celostne obravnave objektov. Podana je primerjava s tradicionalnim pristopom k projektiranju in prednosti integriranega pristopa. Sledi opis strukture integrirane ekipe. Podani so principi, ki jih morajo projektanti upoštevati, če se odločijo za integrirano načrtovanje. Na koncu je opisano, kako naj bi potekal proces zasnove s ključnimi nalogami, ki morajo biti narejene v posameznih fazah načrtovanja.



Slika 8: Proces kot ključna komponenta celostne zasnove

6.1 Integrirani pristop

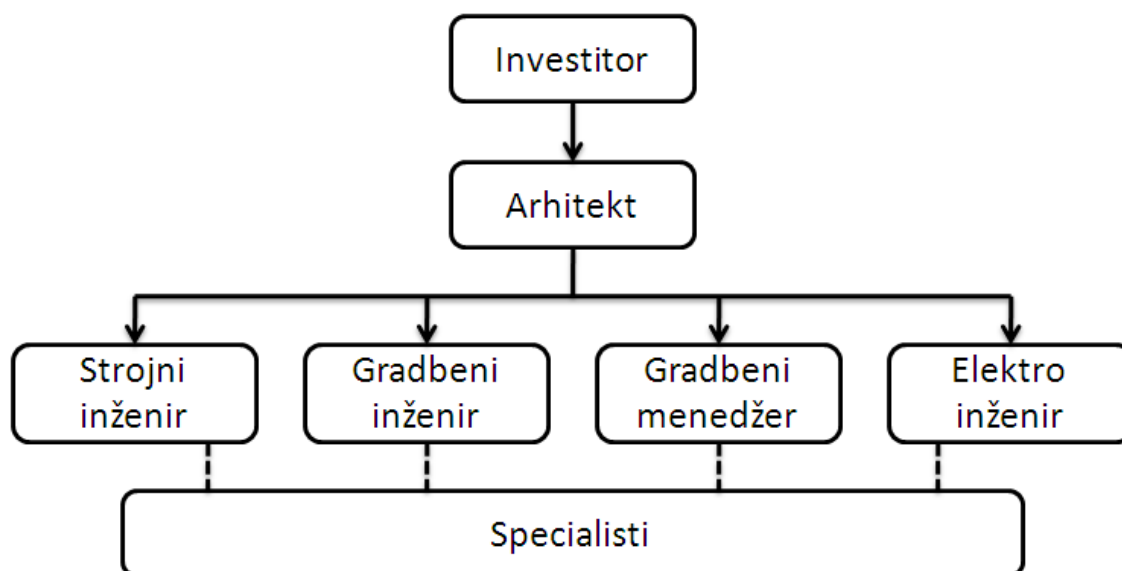
Integrirani pristop k zasnovi objektov predstavlja način celostnega pristopa k zasnovi objektov. Cilj integriranega pristopa je zadostitev zahtev po visoko učinkovitih objektih z vidika ekoloških in socialnih ciljev, sočasno pa ostati znotraj predvidenega proračuna in postavljenega urnika za izgradnjo objektov. Ključni element integriranega procesa predstavlja multi-disciplinarni tim strokovnjakov, ki z medsebojnim sodelovanjem strmijo k iskanju najboljših rešitev. Potrebna je skupna vizija celotnega tima in razumevanje projekta kot

celote. Integrirani proces poteka skozi vse faze projekta, od začetnega snovanja, skozi izgradnjo objekta vse do njegove vselitve in uporabe. Večja angažiranost vseh članov integriranega tima v začetni fazi zasnove omogoči, da so cilji jasno postavljeni ter je delo v nadaljevanju precej lažje.

6.2 Primerjava integriranega pristopa s tradicionalnim pristopom

Za dobro razumevanje integriranega procesa snovanja je potrebno poznati tradicionalni pristop k snovanju ter razlike, ki se pojavljajo v obeh načinih. Tradicionalni proces zasnove se običajno začne s tem, da se arhitekt in investitor uskladita glede osnovne zasnove objekta, ki sestoji iz kubusa stavbe, njegove lege, orientacije, fasade, izgleda in materialov, ki bodo uporabljeni na objektu. Arhitekt nato pošlje skice naprej gradbenim konstrukterjem, ki določijo konstrukcijske rešitve za objekt. Strojni in elektro inženir na podlagi teh načrtov zasnujeta svoje rešitve za napeljave v objektu. Sodelovanja med različnimi strokami je zelo malo oz. ga ni, saj so arhitekti navadno tisti, ki vodijo celotni projekt ter jim posamezni strokovnjaki služijo za rešitve posameznih komponent na objektu.

Na sliki 9 je prikazana tipična hierarhična organizacijska struktura tradicionalnega procesa, kjer investitor sodeluje z arhitektom, ta pa nato koordinira ostale člane ekipe.



Slika 9: Shema hierarhične organizacije pri tradicionalnem procesu zasnove.

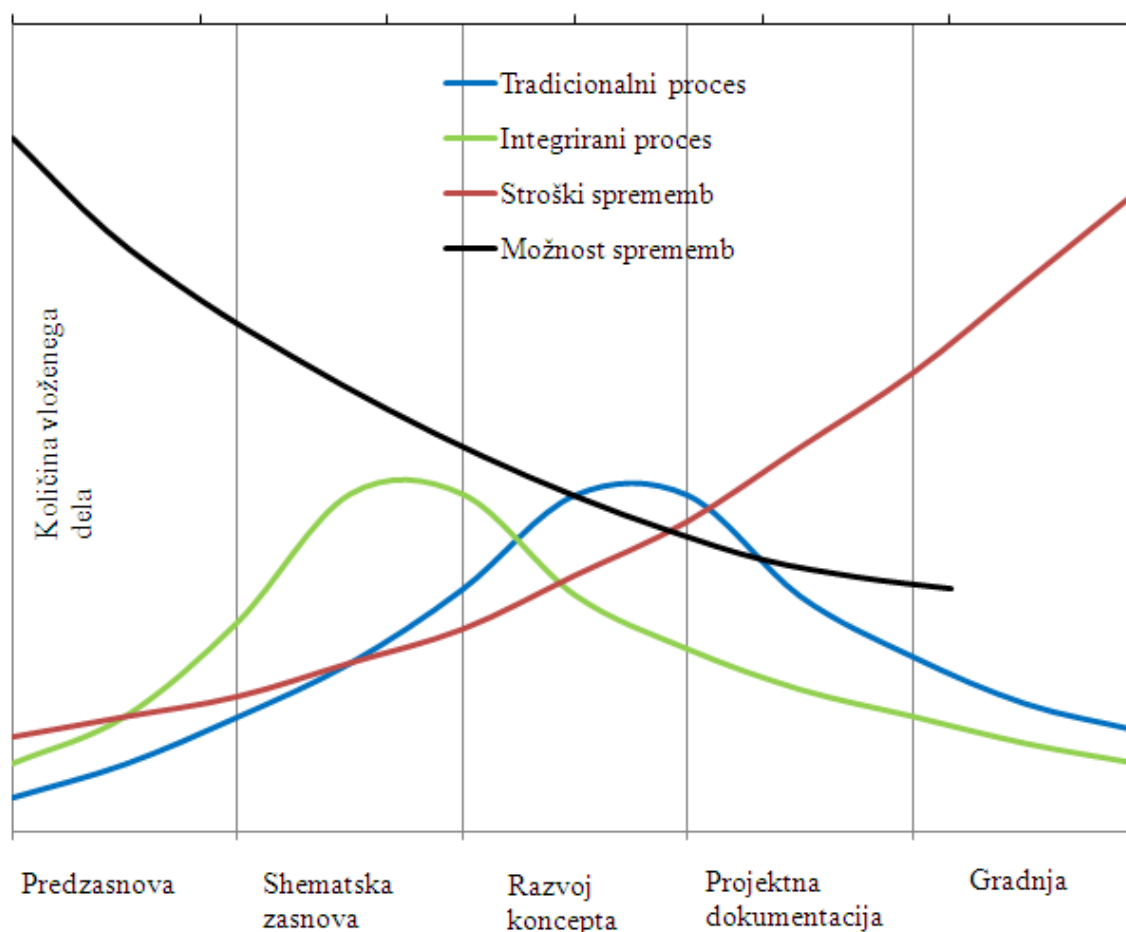
Čeprav je zgoraj opisani postopek zelo poenostavljen, v grobem predstavlja način, kako običajno danes potekajo projekti. Zaradi zaporedja vpletenosti posameznih strokovnjakov lahko rečemo, da je tradicionalni proces linearen. To zaporedno vključevanje predstavlja veliko oviro za optimalno izvedbo projekta v zgodnjih fazah, medtem ko je optimizacija v kasnejših fazah zelo zahtevna oziroma skoraj nemogoča. Koordinacija med posameznimi strokami je zelo slaba.

Preglednica 1: Primerjava tradicionalnega in integriranega pristopa k snovanju.

Tradicionalni proces zasnove	Integrirani proces zasnove
Člani ekipe sodelujejo samo takrat, ko je to potrebno.	Vsi sodelujejo od začetka projekta.
Malo časa, energije in sodelovanja, namenjenega v zgodnjih fazah.	Veliko časa in energije vložene v začetni fazi.
Odločitve sprejema majhno število ljudi.	Na rešitve ima vpliv celoten tim.
Linearni proces.	Iterativni proces.
Sistemi so obravnavani kot samostojne enote.	Celostno gledanje na projekt.
Omejena optimizacija.	Večja možnost optimizacije sistemov.
Ni pravega sodelovanja med ljudmi.	Sinergija.
Poudarek na začetnih stroških.	Upoštevani življenjski stroški objekta.
Projekt zaključen, ko je objekt zgrajen.	Proces poteka tudi v fazi uporabe objekta.

Integrirani proces predstavlja drugačen pristop k procesu zasnove. Investitorju je namenjena precej večja vloga v projektu, saj so njegove želje podlaga za vse naslednje korake. Arhitekt lahko prevzame vlogo vodje tima in ni samo tisti, ki daje objektu obliko. Gradbeni, strojni in elektro inženirji dobijo precej večjo vlogo že v zgodnji fazi zasnove. Projektne tim lahko vsebuje neodvisnega vodjo ekipe, za katerega ni nujno, da ima natančno predpisano vlogo na projektu, ampak samo skrbi za to, da integriran proces poteka po pravih tirnicah. Na tak način je možno s celotno ekipo priti do rešitev, ki so najoptimalnejše. Potrebno je dobro sodelovanje

med disciplinami in odločitve, ki so sprejete z upoštevanjem vseh vpletenih. Integrirani proces je iterativni proces, ki se začne že v zelo zgodnjih fazah projekta. Prav zgodnja vključenost v projekt daje možnost vsakemu, da s svojim tehničnim znanjem in idejami oplemeniti projekt. Povezovanje v kasnejših fazah namreč onemogoči strokovnjakom, da imajo vpliv na zasnovo, saj so glavne karakteristike projekta že določene s strani arhitekta in investitorja.



Slika 10: Macleany – Tibbett krivulja.

Dobro primerjavo med obema procesoma podaja tudi krivulja Macleany/Tibbett, ki prikazuje odnos štirih različnih faktorjev: zmožnost spremembe zasnove, stroške teh sprememb, količino vložnega dela pri tradicionalnem procesu ter integriranem procesu, vsi štirje faktorji pa so v odvisnosti od faze projekta, v kateri se projekt nahaja. Razvidno je, da vsaka kasnejša sprememba prinese vse večje stroške, medtem ko je možnost za spremembo s časom vse

manjša. Na istem grafu je razvidno, kolikšen je vložek dela v različnih procesih pri tradicionalnem ter pri integriranem procesu. Vidimo lahko, da je zaradi večjega vložka dela in energije pri integriranem procesu možno tudi precej bolj vplivati na posamezne odločitve v zgodnji fazi, ko so možnosti za popravke še velike ter stroški za te manjši.

6.3 Integrirani projektni tim

Vse od začetka projekta je ključnega pomena oblikovanje primerne projektnega tima, ki bo kos vsem oviram pri zasnovi projekta. Zato je vzpostavitev takšnega tima eden izmed prvih korakov po odločitvi za integriran pristop k zasnovi.

Idealni tim naj bi bila tisti, kjer:

- investitor zavzame aktivno vlogo pri zasnovi,
- spekter znanja obsega vsa zahtevana področja projekta,
- obstaja vodja tima, ki je zadolžen za motiviranje vseh članov ter koordinacijo projekta od faze idejne zasnove do uporabe objekta,
- obstaja koordinator procesa, katerega dolžnost je pravilen potek integriranega procesa,
- ključni člani projektnega so vseskozi prisotni in sledijo projektu in
- sodelovanje med člani je dobro.

Vsak projekt ima različno sestavo tima, strukturo in vloge, ki so dodeljene članov. Kakšna je ta organizacija, je odvisno od tega, za kakšen projekt gre, kakšne omejitve ima projekt, želja investitorja itd.

Kljub temu lahko izluščimo nekatere člane, ki so ključni v integriranem projektne timu:

- investitor,
- vodja projekta,
- arhitekt,
- koordinator,
- gradbenik – konstrukter,
- gradbeni menedžer,

- strojni inženir,
- elektro inženir.

Zgoraj naštetih strokovnjaki naj bi predstavljali jedro projektnega tima. S svojimi storitvami bi zagotavljali pokritost celotnega projekta. Kljub temu pa se od njih ne pričakuje, da obvladujejo vsa polja. Zato je ena izmed njihovih ključnih nalog tudi ta, da v primeru, ko določeno področje presega znanje projektnega tima, najamejo dodatne strokovnjake. Strokovnjaki s svojim znanjem omogočijo, da je projekt obdelan celostno. Ti strokovnjaki so iz naslednjih strok: krajinski arhitekti, ekologi, požarni inženirji, geomehaniki, notranji oblikovalci itd.

Integrirani pristop ima tudi to prednost, da glede na to, da pri projektu sodelujejo strokovnjaki z različnih področij, ki ne poznajo vsega znanja ostalih ved, ti dvomijo o posameznih predpostavkah ostalih članov. S tem je mogoče razkriti, ali določene stroke samo zaradi subjektivnega gledanja posamezne rešitve nastavijo ekipi ali pa so te rešitve resnično tehtne in utemeljene. Včasih se zaradi tega najame dodatnega strokovnjaka za posamezno področje z namenom, da se dobi dodaten pogled na problem ter boljšo razjasnitev neznank. Odprtost članov, da prisluhnejo drugemu mnenju, je dodaten atribut uspešne ekipe.

Posamezni specialisti so lahko povabljeni k sodelovanju pri projektu samo za kratek čas, klub temu pa lahko s svojim znanjem rešijo problem, ki se nekaterim zdi nerešljiv. Na tak način je njihov prispevek k projektu ogromnega pomena. Včasih samo kratek sestanek zadostuje, da je projekt zaradi določene poteze strokovnjaka bistveno boljši. S tem se lahko tudi motivira ostale člane, da v svojem iskanju rešitev zares sežejo preko meja svojega znanja. Pridobljeno znanje iz rešitve posameznega problema pomaga udeležencem na prihodnjih projektih.

Poleg tehnične usposobljenosti članov ekipe je zelo pomembno, da so člani zmožni uspešno komunicirati z ostalimi, imajo sposobnost medsebojne koordinacije ter odprto glavo za ideje ostalih.

Pomembna člana integriranega projektnega tima. Dve vlogi, koordinator in vodja tima, sta včasih potrebna zato, da prispevata k razvoju in vzdrževanju pravilne miselne naravnosti

članov projektnega tima. Te vloge lahko zavzamejo določeni člani tima, če pa je potrebno, se lahko za projekt najame ljudi, specializirane za to področje.

Koordinator naj bi bil oseba, ki nadzira integrirani proces, da poteka po pravih tirnicah. Koordinator in vodja je lahko tudi ista oseba. Koordinator ima naslednje naloge:

- nadzira zastavljene cilje, ki so postavljeni v začetnih fazah in posodobljeni v vseh naslednjih fazah projekta,
- je usposobljen za koordiniranje tima ter prispeva k dinamičnemu timskemu duhu,
- zagotavlja prisotnost vseh članov na sestankih in izriše skupno strokovno mnenje,
- zagotoviti mora primeren pretok informacij med sestanki,
- zadolžen je za to, da so prave informacije obravnavane ob pravem času in
- je dobro seznanjen z integriranim procesom zasnove.

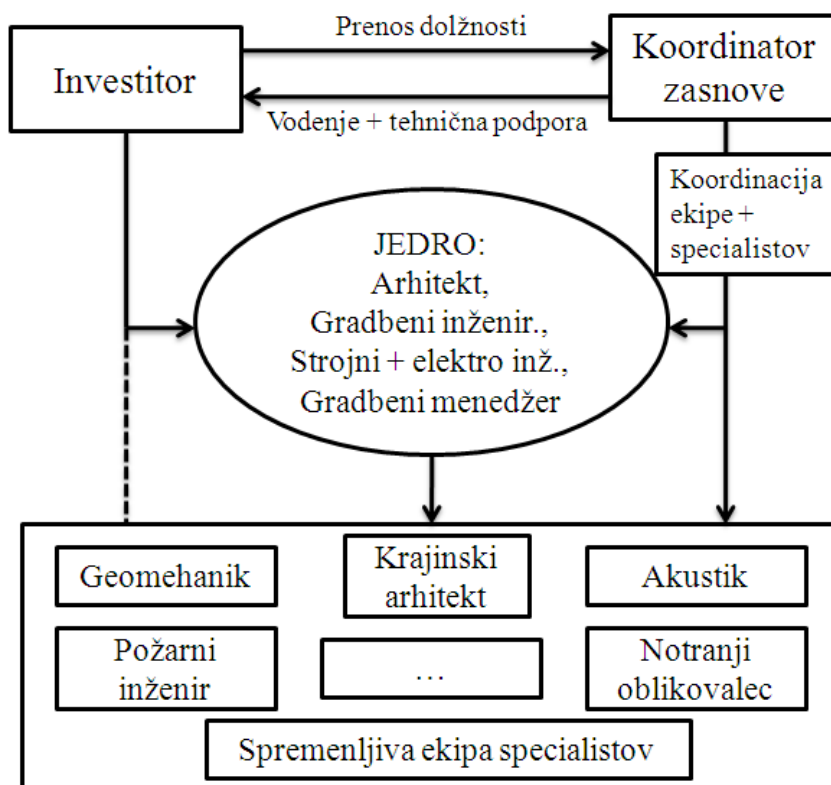
Vodja tima naj bi bila oseba, ki mora biti zadosti motiviran in usposobljen za vodenje projektnega tima. Njegove lastnosti naj bi bile naslednje:

- vodi vizijo projekta in navdahne člane projektnega tima,
- sposoben mora biti nepristranskega pogleda in sočasno spodbujati člane k temu,
- ob tem, da mora biti sposoben prisluhniti željam investitorja, mora biti pripravljen seznaniti investitorja z nekaterim morda nerealnimi zahtevami,
- pomagati mora članom pri reševanju preprek pri procesu,
- nujno mora biti prisoten na tistih sestankih, kjer je udeležen celotni tim ter se razglablja o skupnih problemih, ciljih in viziji,
- sposoben mora biti komuniciranja z vsemi člani projekta,
- spodbujati mora člane k skupnemu razmišljanju ter k najboljšemu prispevku vsakega k projektu in
- biti mora pobudnik za doseganje boljših rezultatov.

Včasih človek nima vseh zgoraj naštetih kompetenc, zato je lahko več vodij projekta. Vodjo se lahko določi že v začetni fazi, možno pa je tudi, da določen član tima postane vodja skozi razvoj projekta, če se pri procesu s svojim načinom dela izkaže za primerne vodjo. Vpliv

pravega vodje se navadno pokaže na koncu projekta, ko je jasno, ali je narejen vrhunski objekt ali pa je objekt običajen brez posebnih vrednosti.

Na sliki 11 je prikazana organizacijska struktura za integriranega projektnega tima. Jedro tima je razširjeno, dodatno lahko vsebuje tudi investitorja, vodjo ter koordinatorskega procesa, itd. Podpora ostalih strokovnjakov je nato poljubno uporabljena v posameznih fazah projekta.



Slika 11: Organizacijska struktura integriranega projektnega tima. Vodjo tima gre iskati v jedru ekipe oz. koordinatorskega procesa.

Potem, ko je vzpostavljeno vodstvo projektnega tima, je takoj potrebno obravnavati več zadev, na podlagi katerih lahko tim začne učinkovito reševati probleme:

- jasno je potrebno določiti dolžnosti vseh članov tima,
- dogovoriti se je potrebno glede odnosov med različnimi udeleženci,
- pazljivo je potrebno obravnavati shemo razporeditve denarja skupaj z morebitnimi nagradami za dodatne zasluge,

- določiti je potrebno tolerance in strategije stopenj tveganja za investitorje in člane projektnega tima,
- določiti način komunikacije med člani,
- vzpostaviti ekipne vrednote (spoštovanje, svobodno mišljenje, transparentnost) in
- določiti proces izbiranja rešitev.

Posebne pomena je pravilna organizacijska struktura nagrajevanja članov. Običajno so plačne strukture organizirane na ta način, da posamezni stroki pripada delež denarja v odvisnosti od tega, kar je namenjeno njenemu področju dela. To lahko zavira člane pri iskanju boljših rešitev, saj je lažje narediti nekaj, kar že poznaš ter za to porabiš manj časa, kot pa iskanje novih in časovno potratnejših rešitev, na koncu pa je plačilo enako. Zato lahko dodatne nagrade za inovativne rešitve spodbudijo strokovnjake k strategiji iskanja in ne naslanjanja na obstoječe tehnologije.

6.4 Integrirani pristop k snovanju kot skupek principov

Bistvo integriranega procesa snovanja je v sodelovanju med člani projektnega tima, kar pomeni, da je med njimi potrebno zaupanje. Pravilno organizirano, vodeno in zaupanja vredno sodelovanje spodbudi ekipo, da so njihovi cilji orientirani na skupen uspeh projekta, ne pa na uspešno dosežene cilje posameznih disciplin. Brez medsebojnega zaupanja je integrirani proces obsojen na propad, saj na tak način pridemo do stanja, kateri vlada na trgu sedaj. Pravega sodelovanja med različnimi disciplinami ni, odnosi med njimi pa so slabi oz. sovražno nastrojeni. Z integriranim procesom je možno doseči boljše projekte, seveda pa je zato potreben miselni preskok v glavah ljudi. V literaturi se pojavlja več različnih napotkov, kako naj bi uspešno aplicirali integriran proces v ekipi. Vsem so skupni naslednji principi, ki naj bi služili ekipi kot vodilo:

- širok uglasen projektne tim od samega začetka projekta,
- dobro zastavljen obseg projekta, vizija in cilji,
- odprta in učinkovita komunikacija med člani ekipe,

- inovativnost in sinteza,
- sistematična izbira rešitev in
- iterativni proces.

Širok uglasen projektni tim od samega začetka projekta. Dobro sodelovanje vseh vključenih v projekt je ključnega pomena za uspešen potek procesa. Pomembno je, da se vsak član zaveda ter čuti, da lahko s svojim delom prispeva k uspešnosti projekta. Projekt naj bi vseboval vse pomembne discipline, ki so vključene v njega od začetka do konca. Na tak način se zagotovi, da so vse vrline, znanja in perspektive posameznih disciplin vključene v projekt ter na ta način bistveno pripomorejo k temu, da so vsi problemi in dileme razrešene na strokoven način. Projektni tim mora imeti timski duh (ang. *team spirit*), t.j. čutiti je potrebno povezanost med člani. Vsi morajo biti pripravljeni delati v skupini. Prav tako je pomembno, da si člani med seboj zaupajo ter so pripravljeni sodelovati eden z drugim, saj je na ta način veliko večja verjetnost, da bo projekt uspel.

Dobro zastavljen obseg projekta, vizija in cilji. Naravnost h končnemu produktu je določena z jasno vizijo, cilji in nalogami tima. Za definiranje teh treh komponent je potrebno dobro poznati obseg projekta. Primer: Vprašanje, ali je sploh smiselno graditi nov objekt ali ne bi bilo bolj pametno obnoviti starega je eno izmed vprašanj, ki jih je potrebno nujno natančno odgovoriti v začetni fazi. V nasprotnem primeru se lahko zgodi, da je želena sinergija med člani projekta zatrta že v sami kali, saj morebitna kasnejša vprašanja na to temo povzročajo dvome o smiselnosti dela. Za doseg uspešnih rezultatov mora tim ustvariti skupno vizijo tega, kar želijo ustvariti. Drugače povedano, potrebno je poznati, kam si namenjen, če hočeš narediti načrt, kako priti tja.

V začetni fazi snovanja je potrebno veliko časa nameniti temu, da se organizira posvetovalni sestanek oz. delavnica, na katerem se določi jasna vizija skupaj z dobro zastavljenimi cilji in nalogami. Ti trije elementi se lahko določijo tudi kot nekakšne norme v posameznih fazah zasnove, katere je treba doseči oz. jim slediti. Na ta način se lahko natančno orientiramo skozi celoten projekt ter imamo nit, ki služi za to, da projekt ostane znotraj predvidene poti.

Odprta in učinkovita komunikacija med člani projektnega tima. Skozi celoten proces je potrebna odprta in stalna komunikacija med člani ekipe. Transparentna komunikacija spodbuja zaupanje med ljudmi in daje občutek pripadnosti projektu. Sočasno je precej manjša možnost za konfliktno situacijo ter precej večja verjetnost, da bo vsak v najboljši meri prispeval k projektu ter s tem še povečal verjetnost za njegov uspeh. Pomembno je, da so vse rešitve najprej natančno obdelane ter da ima vsakdo možnost vpliva na odločitve.

Pri večjih projektih je tudi željeno, da ekipo vodi človek, posebej usposobljen za vodenje timov, ki skrbi za nemoten potek procesa ter odprto komunikacijo med člani. Z ustreznimi metodami lahko ob pravem času z nasveti pomaga ekipi k boljšemu sporazumevanju.

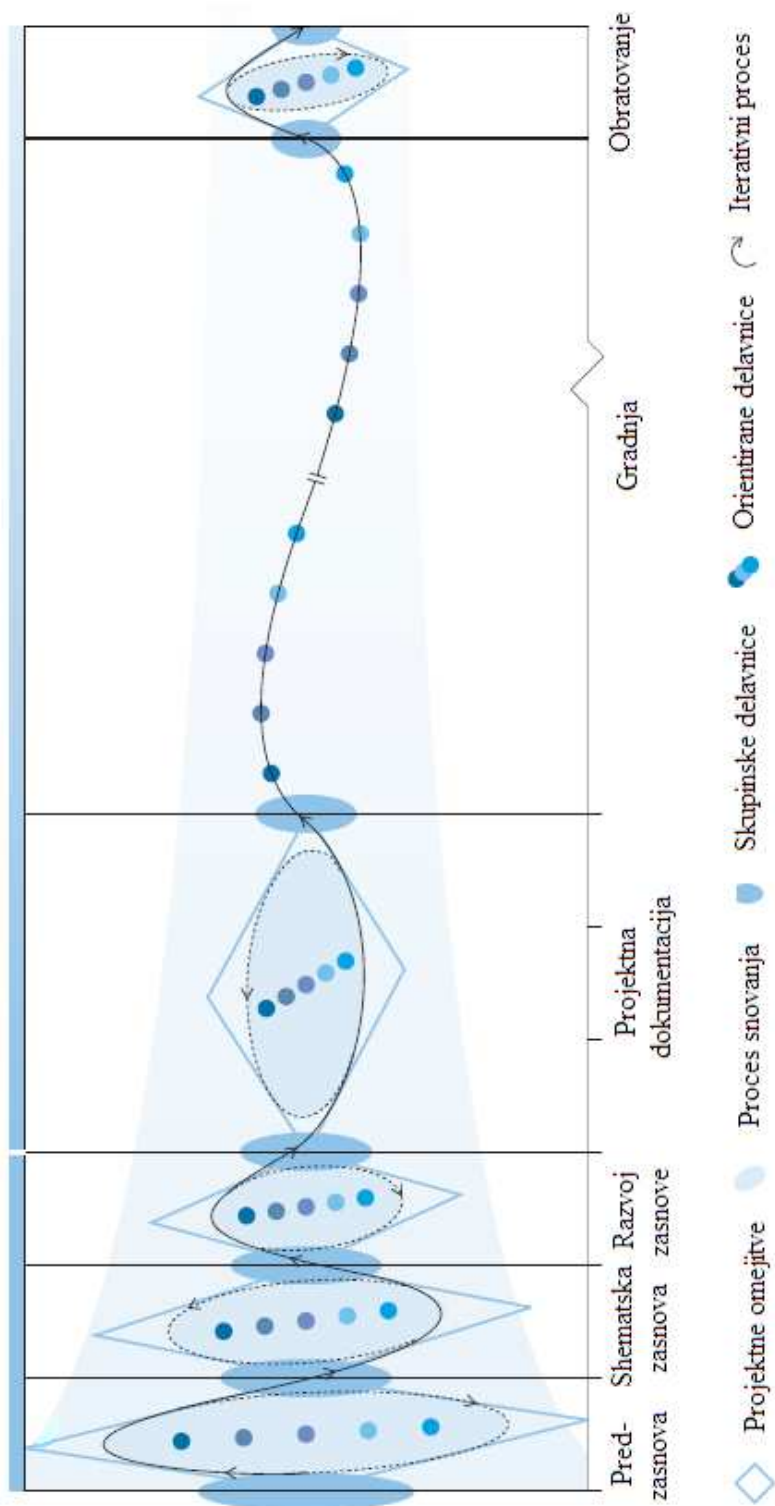
Inovativnost in sinteza. Odprta miselnost in kreativnost sta ključna parametra za spodbuditev inovativnosti in sinteze rešitev, potrebnih za doseg kompleksnih zahtev modernih učinkovitih objektov. Sinteza z drugimi besedami pomeni združitev posameznih rešitev, vse z namenom, da se ustvari koherentna celota, ki sledi načelu, da je celota boljša od skupka posameznih delov. Ko udeleženci zares občutijo, kako skupinsko delo spodbuja in pospešuje inovativne rešitve, se pogosto zaradi navdušenja težko vrnejo nazaj k ustaljenim delovnim navadam.

Sistematična izbira rešitev. V sprejemanje odločitev naj bi bili vključeni vsi člani ekipe. Vsak posameznik se mora zavedati svoje vloge in dolžnosti, ki mu jih nalaga njegova disciplina. Prav tako pa je pomembno, da pozna naloge in pristojnosti drugih disciplin ter s tem omogoči, da se na probleme gleda celostno in ne samo iz individualnega zornega kota. S pravilno izbiro postopka za izbiro rešitev se omogoči, da ne pride do razdiralnosti znotraj ekipe ter da posameznik ne dobi občutka, da je njegovo delo brez pomena ter nima nobenega vpliva na celoten projekt.

Iterativni proces. Integrirani pristop je potrebno obravnavati kot iterativni proces s povratnimi zankami. Zavedati se je potrebno, da je ključnega pomena pri tem pristopu tudi sprotno učenje in vpeljevanje izboljšav v zasnovo objekta. Lekcije, pridobljene iz uspehov oz. napak pri starih projektih, služijo kot podloga za izboljšanje prihodnjih projektov. Za razliko od tradicionalnega procesa, kjer so odločitve in predpostavke sprejete predhodno brez omembe vredne razprave, integrirani pristop vsebuje povratne mehanizme, ki omogočijo

ocenjevanje vseh sprejetih odločitev in njihovo verodostojnost. Iteracije omogočijo, da so odločitve skladne ter odsevajo kompetentnost celotne ekipe. Sprejemanje rešitev poteka po korakih, vse z namenom čim večje optimizacije. Povratne zanke omogočajo tudi sprotno preverjanje, na kateri stopnji se projekt nahaja, ali vse poteka po predvidenem načrtu ter kakšni so naslednji koraki.

Slika 12 prikazuje iterativni integrirani proces s povratnimi zankami. Projekt se začne s fazo raziskave, v kateri se določijo cilji in omejitve. Razvidno je, da je delovni obseg v začetni fazi zelo širok, ker cilji še niso natančno definirani, ter da se območje vse bolj oži s potekom projekta. Razvidno je tudi, da se proces ne zaključi z izgradnjo objekta, ampak poteka tudi v kasnejših fazah, v času vselitve, uporabe vse do odstranitve objekta. Zanke se pojavljajo tudi v teh fazah. Omogočajo, da se sproti preverja, ali se objekt res obnaša po predvidenih tirnicah. Pomembno je tudi, da so uporabniki seznanjeni o pravilni uporabi objekta. S sprotim preverjanjem obnašanja objekta je tudi precej lažje predvideti vzdrževalne ukrepe, ki omogočijo vrhunsko delovanje objekta.



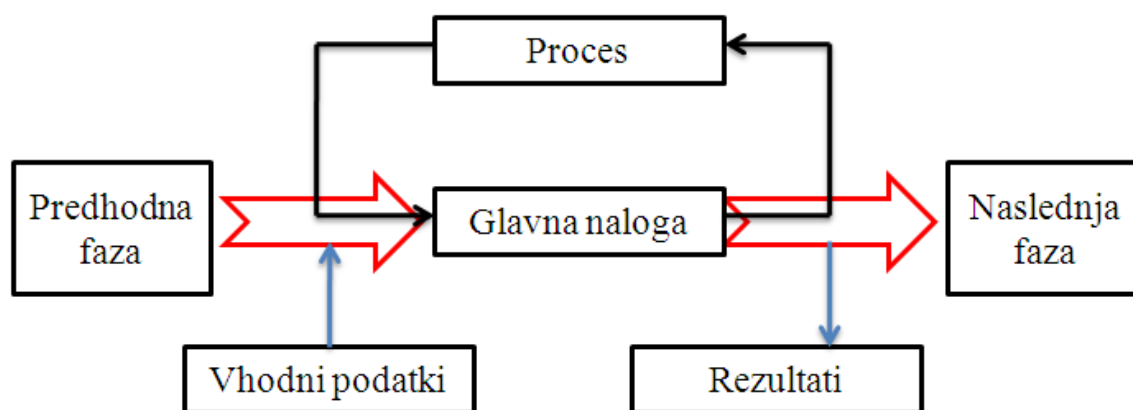
Slika 12: Iterativni proces integriranega pristopa k snovanju.¹²

¹² Green buildings BC: www.greenbuildingsbc.com

6.5 Faze integriranega procesa

V nadaljevanju je predstavljeno, kako naj bi potekal integrirani proces oz. kaj naj bi bilo v posamezni fazi storjeno. V literaturi obstaja več različnih delitev na faze, prikazan pa je proces, ki je nekakšen povzetek vseh skupaj. Zavedati se je potrebno, da je takšen način idealiziran primer, saj je v realnosti vsak objekt specifičen in se ga je potrebno lotiti posebej.

Prve faze integriranega procesa je potrebno brati kot IPO diagrame (ang. *Input, Process, Output*), ki prikažejo potrebne vhodne podatke, le-te je potrebno imeti pred začetkom faze, proces, ki poteka v posamezni fazi in kakšni naj bi bili rezultati vsake faze.



Slika 13: Diagram iterativnih faz pri integriranem procesu.

1.) Predzasnova – od zahtev do ciljev zasnove

V začetku integriranega procesa je potrebno vzpostaviti skupne cilje in smeri razvoja projekta, nekakšno skupno vizijo projekta. V tej fazi naj bi se natančno preučila lokacija objekta ter zahteve investitorja. Danosti lokacije in njene posebnosti so lahko podlaga projektnim zahtevam, ki razkrijejo možnosti, ki so na voljo. Na tem mestu se lahko določi tudi cilje trajnostne gradnje, ki pokrivajo obsežno področje ekonomskih, ekoloških in socialnih kriterijev. Z njihovo zgodnjo določitvijo se zagotovi, da bodo cilji upoštevani ob pravem času. Tak začetek snovanja tudi zahteva, da je veliko strokovnjakov iz različnih disciplin članov ekipe vse od začetka projekta.

Preglednica 2: Faza predzasnove – diagram IPO.

Naloga:	Proces:	Rezultati:
Začetni program in predhodne študije.	Pregled investitorjevih zahtev ter njihova ocena.	Definiranje projekta.
Vzpostavitev tima, ki pokriva široko področje zasnove.	Analiza in izbira lokacije.	Jasno razumevanje zahtev.
Določitev programskih zahtev in potreb.	Analiza predvidenega proračuna.	Natančen program objekta.
Izvedba študije izvedljivosti.	Določitev projektnih ciljev, nalog.	

2.) Shematska zasnova – od ciljev do koncepta

Preglednica 3: Shematska zasnova – diagram IPO:

Naloga:	Proces:	Rezultati:
Razporeditev prostorov in funkcij na objektu.	Preučitev predpisov, zahtev, standardov za objekt.	Funkcionalna shema objekta.
Razvoj horizontalnega in vertikalnega konstrukcijskega sistema.	Raziskava možnih virov energije in sistemov na objektu	Omejitve možnih sistemov.
Razvoj okolice objekta.	Raziskava: urbana integracija, razvoj lokacije, proporcev itd.	Glavna razporeditev prostorov.
	Groba ocena in razporeditev stroškov.	Alternativne rešitve.
		Natančno določeni glavni cilji in naloge.

V tej fazi se začne graditi na podlagi vizije, izdelane v prejšnji fazi. To naj bi bil čas, namenjen intenzivnemu razmišljanju, iskanju inovativnih idej, novih tehnologij, vse z namenom iskanja rešitev za postavljene cilje in naloge. Ta del snovanja omogoči strokovnjakom iz vseh disciplin, da do potankosti analizirajo danosti in pasti lokacije objekta, poiščejo optimalne rešitve za umestitev objekta v okolje in odkrivajo povezave med disciplinami.

Območje raziskovanja naj bi ostalo široko, medtem ko morajo biti cilji in naloge natančneje opredeljeni. Razviti je potrebno tudi vse možne alternativne rešitve, ki so rezultat dela in znanja celotne ekipe. Z dodatno analizo vseh danih variant je nato možno izbrati najboljši koncept.

3.) Razvoj koncepta – od koncepta do sistemov

Preglednica 4: Razvoj koncepta – diagram IPO:

Naloga:	Proces:	Rezultati:
Določitev nosilne konstrukcije in načina gradnje.	Razvoj in določitev potrebnih dimenzij posameznih rešitev.	Razporeditev vseh sistemov na objektu.
Razvoj ovoja objekta, osvetlitve itd.	Izračuni, simulacije in ovrednotenje rešitev.	Grobi izračuni komponent.
Naprave v objektu, sistemi za prezračevanje itd.	Preverjanje ciljev in zahtev.	Izračuni stroškov objekta vključujoč življenjske stroške.
	Natančnejši izračun stroškov.	Alternativne rešitve.
	Pomoč strokovnjakov na posameznih področjih.	Natančno določeni glavni cilji in naloge.

To je čas, ko je potrebno dokončati in ovrednotiti dane opcije, kar na koncu privede do končne izbire koncepta in odobritve izbranega koncepta s strani investitorja. Oceni se vse arhitekturne, gradbene, strojne in elektro sisteme ter njihovo pričakovano obnašanje in vpliv,

sočasno pa je potrebno ugotoviti, v kolikšni meri dane rešitve zadovoljijo postavljene cilje in naloge.

4.) Dokončanje projektne dokumentacije – od sistemov do komponent

Preglednica 5: Dokončanje projektne dokumentacije - diagram IPO:

Naloga:	Proces:	Rezultati:
Integracija sistemov.	Optimizacija sistemskih rešitev.	Projektna dokumentacija.
Izbira komponent objekta in materialov.	Končno dimenzioniranje.	Strategije gradnje in obratovanja objekta.
	Detajlni izračuni in simulacije.	Rešitve glede trajnostne gradnje.
	Analiza dolgoročnega obratovanja objekta.	
	Natančna določitev stroškov objekta.	

Projektna dokumentacija je pripravljena na podlagi poročila o razvoju zasnove ter končnih izračunih in podrobnejšem opisu projekta. Če hočemo, da je projekt zares uspešen, mora biti integracija, ki je bila vzpostavljena v prejšnjih fazah, ohranjena tudi v tej fazi, kljub vse večjim pritiskom zaradi iztekajočih se rokov. Organizirali naj bi se sestanki, ki omogočijo diskusijo o vseh morebitnih spremembah na projektu ter njihovi skladnosti.

5.) Ponudba, gradnja in kontrola gradnje

Glavni deli zasnove objekta so do te faze zaključeni. Pri tem je potrebno obravnavati veliko faktorjev, ki zagotovijo, da so bili zastavljeni cilji izpolnjeni. Potreben je tudi premik iz abstraktnega sveta v realnost. Vodenje projekta naj bi prevzeli njegovi izvajalci.

Posebno pozornost je potrebno nameniti neizogibnim spremembam na projektu v času gradnje ter zagotoviti, da te spremembe ne posežejo v spremembo osnovne ideje zasnove.

Potrebno je dobro sodelovanje med disciplinami, izvrševanje nadzora nad gradnjo ter zaključna kontrola kvalitete izvedenih del. Pričakujemo, da na koncu dobimo objekt, ki je polno funkcionalen in primeren za vselitev.

6.) Obratovanje objekta skozi celotno življenjsko fazo

Izredno pomembna naloga projektantov objekta je tudi v tem, da se njene lastnike, uporabnike in vzdrževalce seznanijo z vsemi uporabljenimi tehnologijami na objektu ter se jih nauči njihove pravilne uporabe. Prav tako je potrebno vzpostaviti kontrole, ki omogočajo sprotno spremljanje obnašanja objekta ter ukrepe v primeru njihovega nedelovanja. S časom je možno ugotoviti, kako objekt dejansko deluje ter vsi sistemi obratujejo tako, kot je bilo predvideno v zasnovi. V primeru neprimerne delovanja se poskuša izvesti ukrepe, ki skušajo optimizirati delovanje objekta. Te analize služijo projektantom tudi za bodoče projekte, saj se s pridobljenimi izkušnjami precej lažje spopadejo z novimi izzivi.

7 PROJEKTNI ŠTUDIJ PBL KOT PRIMER CELOSTNE ZASNOVE

Primer celostne zasnove predstavlja projektni študij PBL, pri katerem že nekaj let sodeluje tudi Univerza v Ljubljani. Sam sem pri projektu sodeloval v začetku leta 2008. Moja vloga v projektu je bila gradbeni konstrukter. V nadaljevanju je na podlagi projekta natančneje predstavljeno, kako naj bi izgledala celostna zasnova objekta.

Preglednica 6: Reference, kje je možno najti praktični opis teoretičnega dela diplome.

Kaj	Kje	Stran
Cilji	Projektna naloga z omejitvami	60
Poklici	Projektna naloga z omejitvami	60
	Faza detajlne zasnove	79
Integrirani proces	Način dela	63
	Integrirani proces	65

7.1 Predstavitev primera PBL

7.1.1 Predstavitev projektne študija PBL¹³

Projektni študij PBL je študijski predmet, ki ga na podiplomskem študiju izvaja Univerza Stanford iz ZDA. PBL je angleška kratica za Problem, Project, Product, Process, People Based Learning. PBL predstavlja proces poučevanja in učenja, ki je osredotočen na problemske, projektno orientirane učne aktivnosti, katerih rezultat je skupen projekt. Predmet temelji na postavki, da se je moč največ naučiti pri reševanju dejanskih problemov, ki se

¹³ Cerovšek, T., Turk, Ž. 2000. Projektiranje in planiranje na daljavo. V: Lopatič, J. (ur.), Saje, F. (ur.). Zbornik 22. zborovanja gradbenih konstrukterjev Slovenije. Bled, 19.-20. oktober 2000. Ljubljana, Slovesno društvo gradbenih konstrukterjev: str: 163 – 170.

pojavijo pri vsakodnevnem projektiranju. Velik poudarek je na procesu projektiranja, ki združuje ljudi iz različnih disciplin, t.j. integriranjem pristopu k projektiranju. Delo poteka v skupini, katere cilj je narediti čim boljši projekt ob vseh danih omejitvah. Da je vsa stvar še bolj zabavna in težja, člani skupine prihajajo iz različnih delov sveta.

Namen dela na projektu je uporaba teoretičnega znanja, pridobljenega tekom študija, na dejanskem projektu. Veliko pozornosti je posvečeno komunikaciji med člani skupine ter opazovanje procesa projektiranja z vidika različnih disciplin. Sam proces načrtovanja je potrebno sproti dokumentirati vse do končnega produkta. V projektu mora biti obdelano vse od arhitekturne zasnove, konstrukcijskih rešitev do plana gradnje in stroškovne analize. Američani dajejo velik poudarek tudi trajnostni gradnji, ki ob vseh koristih, ki jih prinaša, postaja tudi vse večji modni hit tamkajšnje industrije. Člani skupine razvijajo projektne rešitve tako samostojno kot skupinsko, vsaka odločitev pa mora biti sprejeta skupno. Zelo pomembno je sprotno obveščanje o vseh morebitnih spremembah na projektu, saj se v nasprotnem primeru kaj hitro zna zgoditi, da postanejo zadeve nekompatibilne.

Razen dveh osebnih srečanj študentov na začetku in na koncu projekta celotno delo poteka preko Interneta. Skupini so na voljo programi, strežnik ter internetne strani, na katerih izmenjujejo svoje mnenje ter se dogovarjajo o rešitvah. Pomanjkanje osebnega stika zna biti na trenutke velik problem, saj se je veliko lažje pogovarjati o problemih na štiri oči. Ker študentje prihajajo iz različnih delov sveta, kjer angleščina ni materni jezik, to predstavlja še dodatno oviro pri delu. Pogosto se namreč zgodi, da so nekateri predlogi napačno razumljeni, kar ima lahko za posledico kup nepotrebnega in nekoordiniranega dela. Pomembno komponento igra tudi časovna razlika med udeleženci, kar lahko predstavlja prednost in slabost. Prednost je v tem, da lahko delo poteka 24 ur, slabost pa ta, da so nekateri sestanki ob najbolj neprimernih urah (tedenski sestanki so bili na sporedu vsak petek zvečer).

V programu PBL vsako leto sodeluje okoli dvajset do- in podiplomskih študentov arhitekture, gradbeništva in gradbenega menedžmenta, poleg tega pa so v letu 2008 moji skupini poskusno dodali še dva študenta strojništva. V letu 2008 so pri projektu sodelovale naslednje univerze: University of Stanford, California State University Chico, University of Wisconsin-Madison, Georgia Tech University Atlanta (vsi iz ZDA), Tsinghua University Peking – Kitajska, Universidad de Puerto Rico, Bauhaus Weimar – Nemčija, Royal Institute

of Technology KTH – Stockholm (Švedska), ter Univerza v Ljubljani. Iz teh univerz prihajajo tudi predavatelji in mentorji, ki pokrivajo različna področja od dinamike, statike, geotehnike, planiranja gradnje, gradbene informatike do strojnih in elektro sistemov. Pomemben prispevek k projektu imajo tudi ljudje iz prakse, ki s svojimi nasveti iz prve roke študentom podajo način, kako se uspešno lotiti problema. Tako pri projektu sodelujejo nekatera največja gradbena podjetja in projektantske hiše iz Kalifornije in okolice. Poleg navedenih igrajo pomembno vlogo tudi sponzorji (med njimi so tudi zelo velika podjetja, kot so Autodesk, Microsoft, Sun Microsystems, Intel, Cisco, IntelliCorp, BidCom). Ti nudijo pomoč v obliki finančnih sredstev, brezplačne strojne in programske opreme, pomagajo pa tudi pri razvoju orodij.

7.1.2 Člani ekipe

Na uvodnem srečanju se tvorijo projektne timi, ki skupaj delajo na dodeljenem projektu. Projektne timi, v katerem sem sodeloval, je deloval pod imenom Atlantic Team. V njej so sodelovali naslednji člani:

- Michael Kraus, arhitekt, Bauhaus University, Nemčija
- Dimitra Ioannidou, gradbenica-konstrukterka, Stanford University, ZDA
- Matic Ožbolt, gradbenik-konstrukter, Ljubljana University, Slovenija
- Noah Bachmann, gradbeni menedžer, UW Madison, ZDA
- Fei Zhao, strojni inženir, GA Institute of Technology, ZDA
- Zhengwei Li, strojni inženir, GA Institute of Technology, ZDA

Zastopane so bile vse glavne discipline, ki naj bi sodelovale pri celostni zasnovi konstrukcij. Moja naloga na projektu je bila opravljanje vloge gradbenega konstrukterja.

Dodeljeni so nam bili tudi lastniki objekta:

- Claudio Mourges, Stanford University, ZDA
- Wafaa Sabil, San Francisco, ZDA

Skupina je morala sprti obveščati lastnika o napredku projekta, jih povprašati za njihova mnenja o določenih rešitvah ter v zasnovo vključiti vse njihove želje.

Vse skupaj je nadzirala in usmerjala vodja projekta dr. Renate Fruchter, ki je tudi ustanoviteljica in koordinatorica predmeta PBL na univerzi Stanford.



Slika 14: Člani projektnega tima Atlantic team po zaključni predstavitvi (od leve proti desni): Fei Zhao, Matic Ožbolt, Dimitra Ioannidou, Michael Kraus, Noah Bachmann in Zhengwei Li.

7.1.3 Projektna naloga z omejitvami¹⁴

Na začetnem sestanku so bile vsem skupinam dodeljene projektne naloge, v katerih so bile spisane zahteve, katere naj bi projekt izpolnil. Ker smo bili vsi študentje prvič udeleženi pri takšnem pristopu k snovanju objektov, so nam podane zahteve služile kot nekakšni cilji, ki jih je potrebno uresničiti, podobno kot naj bi to bilo pri celostni zasnovi objektov.

¹⁴ Renate Fruchter: AEC Global Teamwork, Stanford University, Atlantic Project 2008. Interno gradivo.

Glede na to, da program PBL kot bistvo postavlja sodelovanje med disciplinami, je bilo to sodelovanje ključnega pomena pri celotnem projektu. Bistvene zahteve so bile naslednje:

- multidisciplinarno, povezano timsko delo na projektu,
- uporaba znanja, pridobljenega tekom študija ter njegova uporaba na dejanskem projektu,
- koordinacija znanja: dokumentiranje projekta, procesa in s tem povezanih stvari.

Cilj predmeta je pridobiti razumevanje za rešitve različnih disciplin in sposobnost razlage ključnih zahtev svoje discipline ostalim članom.

Vsebina projektne naloge je izdelati predloge projektov za nov objekt Univerze v Madisonu, Wisconsin, ZDA. Objekt naj bi predstavljal dom za inovativne študije, bil pa bi tudi del globalne mreže podobnih ustanov. Lokacija objekta je natančno podana. Upoštevati je potrebno tudi dejstvo, da je predvidena izgradnja objekta do sredine leta 2016. Na voljo je začetni proračun v vrednosti 7.500.000 USD, ki ga je potrebno najbolj racionalno uporabiti.

Predmet je bil razdeljen na dve fazi:

- zimski semester: faza razvoja koncepta s skicami, konceptualnimi modeli in enostavnimi izračuni. Potrebno je izdelati dve varianti vsakega izmed dveh podanih tlorisov, skupno torej štiri različne variante,
- letni semester: faza detajlne zasnove – detajlni izračun izbranega koncepta.

V ZDA se daje velik poudarek invalidnim osebam, katerim je nujno potrebno zagotoviti nemoten dostop do objekta in njegovo uporabo.

Velik poudarek je na trajnostni gradnji in življenjskih stroških obratovanja, ki jih je potrebno upoštevati skozi celotno fazo zasnove. Trajnostna gradnja naj bi bila nekakšno vodilo zasnove, ki bi ključno vplivala na izbiro posameznih komponent v objektu. Uporabiti je bilo potrebno ameriški točkovni sistem za vrednotenje trajnostne gradnje LEED, ki točkuje objekte glede na uporabo posameznih trajnostnih komponent. Objekt naj bi se ponašal najmanj s srebrnim LEED certifikatom. Nasvet, ki smo ga dobili, je bil, da naj LEED ne bi

služil samo kot točkovna preverba izbrane rešitve, ampak bi morala sonaravnost služiti kot način razmišljanja pri procesu zasnove.

Posamezne zahteve so podane tudi posameznim poklicem, ki so pristojne za posamezne rešitve na objektu:

Arhitekturne zahteve. Pomemben je izgled objekta, kar navadno predstavlja ključno komponento snovanja. Poleg tega morajo arhitekti uresničiti tudi ostale pomembne komponente, kot so arhitekturni program, orientacija objekta, ustrezni razgled znotraj objekta, funkcionalnost objekta, najti ustrezno povezavo med zunanjim in notranjim okoljem itd. Upoštevati je potrebno tudi nekatere varnostne zahteve, saj je v določenih prostorih nameščen drag inventar. Zahtevana je ustrezna zasebnost posameznih prostorov (kjer imajo sedež vodilni možje objekta). Veliko vlogo igra ustrezna akustika prostora, saj se v objektu nahajajo tako velike učilnice kot male pisarne, v katerih je stopnja zvoka precej različna. Želeno je, da se kar najbolje izkoristi dnevna svetloba. Zaradi lokacije objekta ob jezeru pa je skoraj nujno, da ima kar največ pisarn ustrezen razgled na jezero.

Natančno so podane prostorske zahteve objekta s potrebno kvadraturo. Glede geometrijskih omejitev je potrebno omeniti, da naj objekt ne bi imel več kot 3 nadstropja ter ne bi presegal 30 čevljev (9 metrov). Prav tako sta podana predvidena tlorisna obrisa objekta v obliki kvadrata in dvojnega diamanta, katere velikosti je bilo obvezno upoštevati.

Podane so tudi zahteve, katere sobe naj bi bile locirane skupaj, s čimer se zagotovi funkcionalnost objekta, saj uporabnikom omogoči lažje opravljanje svojega dela.

Gradbeno konstruktorske zahteve. Ključna komponento predstavlja zagotovitev varnosti vsem uporabnikom objekta. Želena je čim večja simetrija objekta, ki dopolnjuje arhitekturo in funkcionalnost objekta. Najti je potrebno ustrezen način, kako ustrezno umestiti strojne inštalacije v objekt, najti primeren prostor za strojnico ter lokacijo dvigala. Veliko je sodelovanja s strojnimi inženirji, ki s svojimi rešitvami posegajo v primarno konstrukcijo objekta. Vse posege je potrebno predvideti ter zagotoviti ustrezne ukrepe za varnost objekta.

Za vsak predvideni arhitekturi koncept je potrebno predlagati dve gradbeni rešitvi iz različnih materialov, ki najbolje ustrezajo formi objekta.

Gradbeni menedžment. Za vse predlagane rešitve je potrebno določiti tehnologijo gradnje. Potrebno je oceniti možnost izgradnje posameznih rešitev ter pri vsaki določiti pluse in minuse predlaganega sistema. Natančno je potrebno določiti dostop do gradbišča, načrt gradbišča ter postavitev žerjava kot ključne komponente za vgradnjo sistemov. Za objekt je potrebno podati časovni plan izgradnje ter določitev kritičnih delov gradnje. Želena je čim večja prefabrikacija elementov, ki omogoči hitrejšo gradnjo. Narediti je potrebno tudi 4D model, ki natančno prikaže potek izgradnje objekta. Poleg naštetega je ključnega pomena kontrola stroškov. Držati se je potrebno predvidenega proračuna ter natančno ovrednotiti komponente objekta. V soglasju z investitorji je možno tudi 10-20 odstotno povečanje proračuna v primeru, da gre za inovativne rešitve, ki bi oplemenitile objekt. Glede na to, da se objekt gradi šele čez nekaj let, je potrebno denar pravilno investirati ter na ta način še povečani predvideni proračun.

Strojno inženirstvo. Glede na to, da je naša skupina v letu 2008 prvič poskusno imela tudi strojna inženirja, zahteve glede njunega dela niso bile natančneje definirane, zato sta poskušala oba člana kar najbolje izpolniti splošne naloge strojnega inženirja na objektu. Njuno delo skupaj z celotnim projektom je predstavljeno v nadaljevanju.

Vsem skupinam je bil podan tudi izziv. Ameriško gradbeno podjetje Swinerton Builders, ki velik poudarek namenja trajnostni gradnji, je postavilo nalogo, da se poskuša na objektu uporabiti komponente, ki jih je kasneje po rušitvi objekta možno ponovno uporabiti oz. jih je možno reciklirati. Za najboljšo rešitev je bila predvidena nagrada.

7.1.4 Način dela

Razen dveh osebnih srečanj študentov vse delo poteka preko interneta, zato je dostop do svetovnega spleta nujen. Za sestanke smo uporabljali brezplačni program Skype, ki omogoča skoraj nemotene konferenčne sestanke. Z njim je mogoča tudi izmenjava datotek. Za videokonferenčne sestanke se Skype izkaže za neprimerne, saj navadno odpove, ko se skupaj povežejo več kot dva uporabnika. V ta namen so na univerzi Stanford razvili svoj program Vsee, ki omogoča, da se več ljudi hkrati nemoteno vidi.

Za izmenjavo aplikacij smo uporabljali program Netmeeting, ki omogoči ne samo prikazovanje programov, ampak lahko drugi udeleženci dobijo nadzor nad programom ter z njim upravljajo, kljub temu da program ni zagnan na njihovem računalniku.

Na voljo nam je bil tudi program Recall, ki je delo univerze Stanford. Program posname sejo ter vse skice, ki jih skupina ustvari med sestankom. To se izkaže za zelo koristno v kasnejši fazi, ko lahko obnovimo znanje oziroma dobimo informacije, ki smo jih med sestankom preslišali. Zelo uporaben je za tiste, ki so morda zamudili sestanek, da vidijo, o čem je tekla beseda. S tem programom smo imeli tudi dostop do predavanj, ki so bila posneta v preteklih letih.

Posebnih problemov z delovanjem spleta ni bilo, zanimivo je, da so se težave najpogosteje pojavile na Univerzi Stanford, kar je na nek način smešno, če se upošteva dejstvo, da se kampus nahaja v Silicijevi dolini, glavni donatorji pa prihajajo iz največjih računalniških podjetij.

Skupinska srečanja. Skupina se je dobivala enkrat tedensko, pred pomembnimi datumi tudi večkrat. Na srečanjih so bili navadno vsi prisotni, pripravljen je bil dnevni red, sestanek pa je vodila oseba, ki je bila na vrsti. Prav tako je bila določena oseba, ki je vse skupaj zapisovala in na koncu spisala tudi povzetek sestanka. Na sestankih je bilo izrednega pomena sproti preverjati, da vsi prisotni sledijo temi, ter jim omogočiti morebitne komentarje.

V začetni fazi projekta je bila na sestankih prisotna koordinatorka dr. Renate Fruchter, ki je s svojimi nasveti dajala skupini potreben tempo in skrbela za pravilen potek procesa. Čez čas je bila njena prisotnost vse manjša, kar se je pokazalo tudi pri nasvetih, ki so bili dani. Ti niso bili več povezani s konkretnimi problemi pri našem projektu, ampak je samo skrbela za to, da smo ostali na predvideni poti in znotraj danih rokov. To pa je tudi to, kar naj bi opravljal koordinator projekta, in sicer poskrbi, da ves proces zasnove poteka po predvidenih tirnicah.

Tedenska srečanja vseh študentov. Vsak petek zvečer smo imeli "pouk", ko smo se vsi študentje, ki smo sodelovali pri projektu, zbrali skupaj. Glavni namen srečanj je bil poročati o napredkih skupin. Občasno smo imeli na sporedu predavanja iz tem, povezanih s skupinskim projektiranjem: proces modeliranja, pravilni pristopi k snovanju konstrukcij, predstavitev večjih projektov, timsko delo itd. Predavanja so bila posneta in kasneje dostopna za vse tiste,

ki so hoteli osvežiti svoje znanje. Organizirane so bile seje, na katerih so študentje soočili strokovnjake s problemi, ki so jih našli na svojem projektu, ti pa so jim nato pokazali, na kakšen način bi se sami lotili reševanja problemov, ter jim dajali nasvete.

Pomoč strokovnjakov. Podobno, kakor naj bi imela prava integrirani tim poleg ožjega kroga vpletenih na voljo vedno tudi pomoč strokovnjakov, da razjasnijo vprašanja, na katere se naleti tekom zasnove, smo imeli mi možnost, da smo za nasvet vprašali profesorje oz. bivše udeležence tečaja PBL. Na voljo so nam bili preko elektronske pošte, po dogovoru pa se je bilo možno z njimi sestati preko spletnega sestanka, na katerem se je problem lahko natančneje izrazil kot pa v pisni obliki. To nam je prišlo posebno prav v primeru, ko smo našli na kakšne neznane stvari pri projektu oz. je bil spekter znanja skupine premajhen.

7.1.5 Integrirani proces oz. kako je potekalo sodelovanje med člani ekipe

Predzasnova. Projekt se je začel v sredini januarja, ko smo se vsi sodelujoči študentje dobili na spoznavnem sestanku (ang. *kick-off event*), kjer se udeleženci seznanijo tako s študenti, profesorji, predstavniki industrije kot tudi sponzorji. Prva dva dneva sta bila namenjena medsebojnemu spoznavanju in navezovanju stikov, saj smo se v nadaljevanju projekta videvali samo preko Interneta. Organizirana so bila predavanja, na katerih smo dobili vpogled v to, kako naj bi stvar izgledala, predstavljene so bile osnove vseh sodelujočih poklicev pri projektu itd. Poznavanje obsega dela in razumevanje ostalih poklicev sta dva izmed ključnih pogojev za uspešen integriran pristop k zasnovi. Seznanili smo se tudi s programi in tehnologijo, ki jo bomo uporabljali za delo.

V letu 2008 se je zgodilo prvič, da se je začelo delati na projektih že na spoznavnem sestanku. Študentje smo bili razdeljeni v skupine. Prva naloga je bila natančno spoznati vse sočlane, s katerimi bomo navezovali stik v naslednjih štirih mesecih. Organizirane so bile razne igre, vse z namenom gradnje ekipnega duha (ang. *team building*).

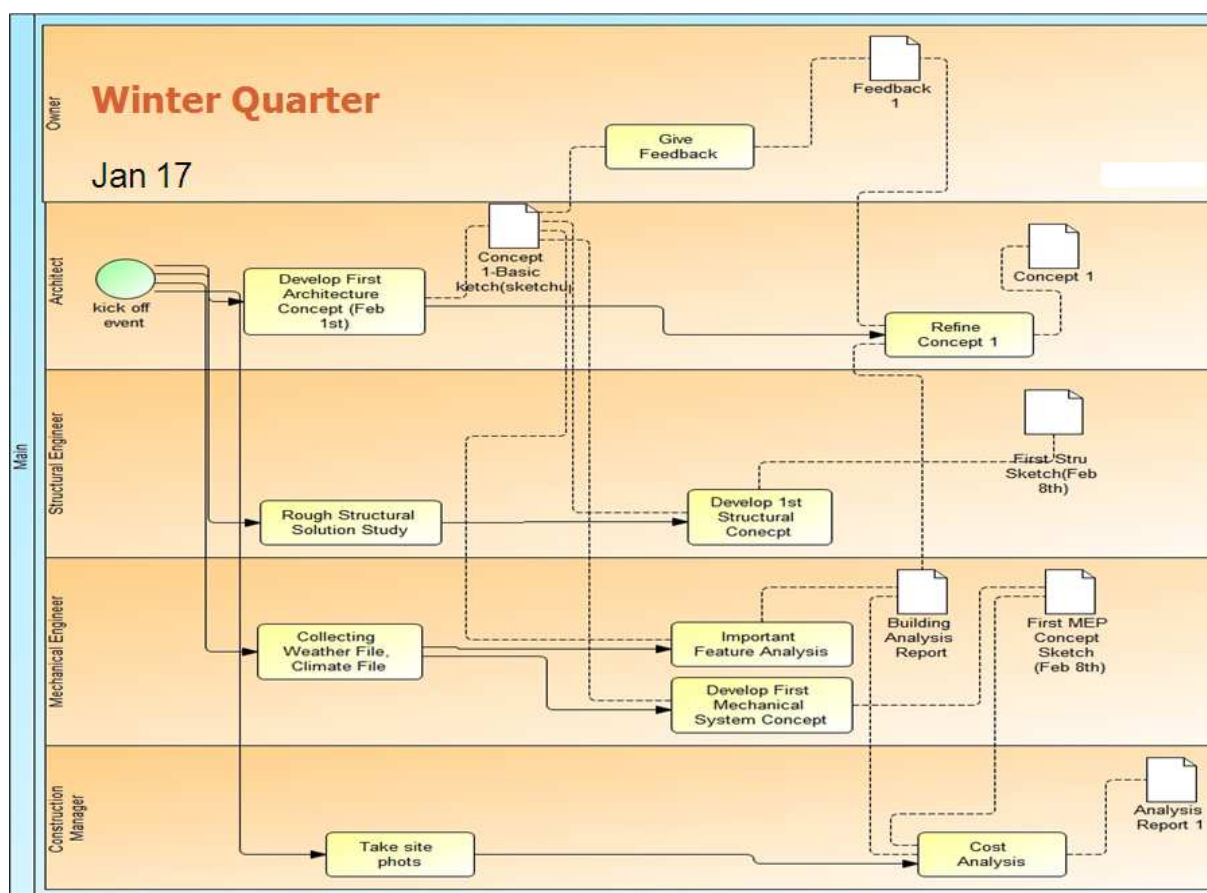
Podan je bil natančen program aktivnosti, ki vključujejo predavanja na daljavo s pomembnejšimi datumi ter glavno nalogo – projektno nalogo, na kateri smo začeli delati. Organizirana je bila skupinska seja (ang. *design charrette*), kot naj bi bilo to pri pravem

integriranem projektu. Ta začetna seja naj bi spodbudila izmenjavo idej in informacij ter omogočila izoblikovanje resnično integriranih rešitev. Posameznik dobi občutek, kako se ostali člani lotijo problemov, kakšen je njihov način razmišljanja ter spozna poglede njihove stroke. Sodelujoči so seznanjeni z zahtevami, rešitve pa jim omogočijo, da vključijo drugačne poglede v svoj način pristopa.

Sledil je sestanek z lastnikom objekta, na katerem nas je seznanil s svojimi zahtevami, željami in pričakovanji glede projekta. Kot bivši udeleženec predmeta PBL nam je podal nekaj navodil, kako naj se čim uspešneje lotimo projekta ter vseh nalog, ki so podane.

Uvodni sestanek se je zaključil z ekipo predstavitvijo izdelanih konceptov ter opisom vizije skupine, kako se bo lotila nalog v prihodnjih mesecih.

Shematska zasnova. Zimski semester je bil namenjen fazi shematske zasnove modelov.



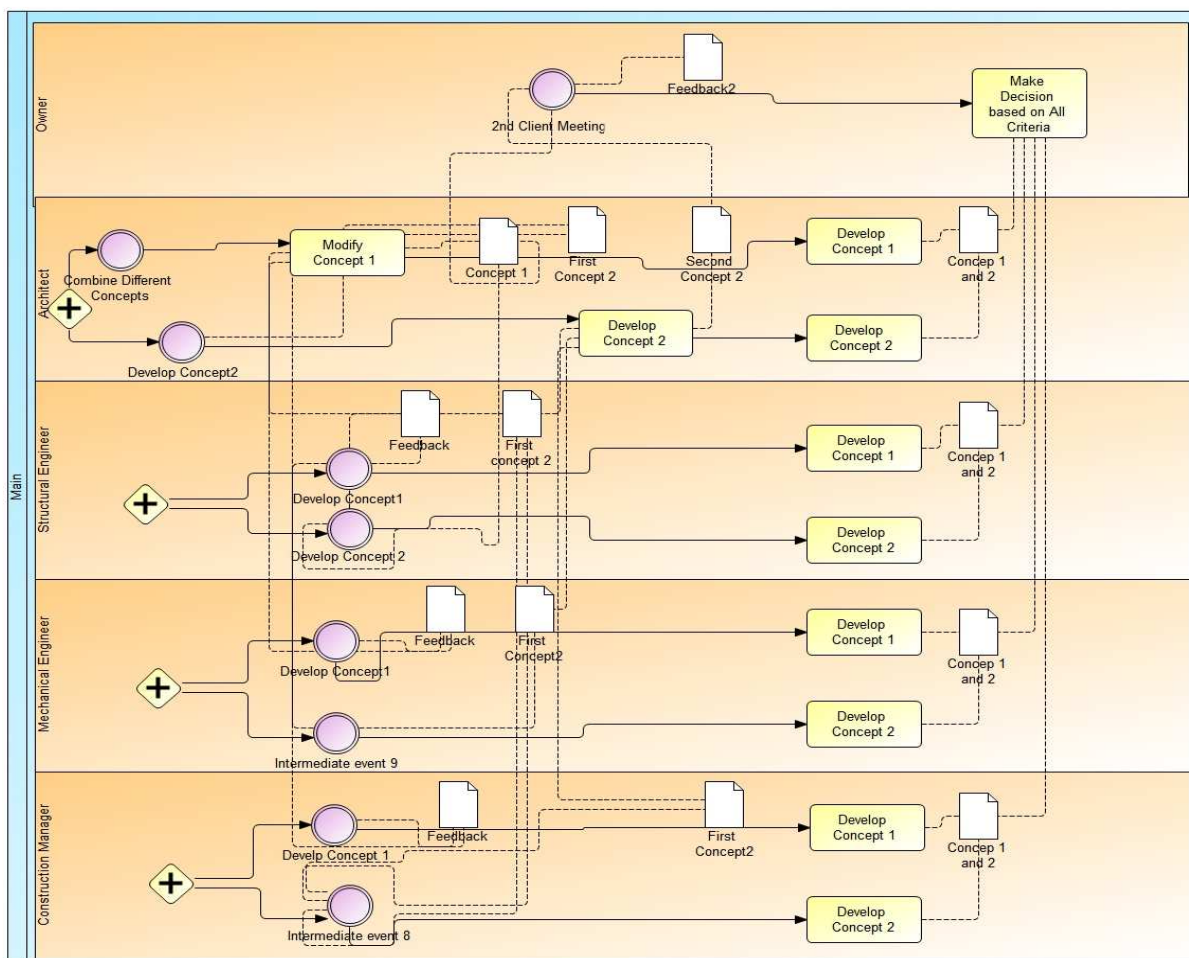
Slika 15: Diagram razvoja prvega koncepta v začetku februarja 2008.

Na začetku je bila narejena natančnejša analiza lokacije. Preučiti je bilo potrebno, kje se objekt nahaja, kakšno zgodovino ima, kaj vse ga obkroža itd. Vse našteje stvari so služile arhitektu kot nekakšen navdih za izdelavo obeh konceptov. Ostale discipline pri tem niso mirovale. Gradbeniki smo preučili vse predvidene obremenitve, posebnosti lokacije, geološko sestavo tal itd. Poseben problem je predstavljala preučitev ameriških standardov (ACI, ASCI), ki se razlikujejo od Eurokodov. Zaradi zahtevnosti in nepoznavanja vseh delov so se kasneje za analizo konstrukcij uporabili Eurokodi, kljub temu da je bil objekt predviden v Ameriki, kjer je treba graditi po njihovih standardih. To je bila ena izmed olajševalnih stvari, ki jih je omogočal projekt.

Strojniki so v začetni fazi natančneje preučili lokacijske danosti, vpliv osenčenosti na lokaciji ter vse energetske obremenitve na objekt. Vse pridobljene informacije so kasneje služile kot vhodni podatki za izvedbo študij. Gradbeni menedžer je poskušal najti načine, kako bi bilo na podlagi zahtevnosti lokacije najlažje zgraditi objekt ter najti za to najprimernejšo tehnologijo. Ker je prihajal iz Madisonsa, kjer naj bi stal naš objekt, je posnel nekaj fotografij, s čimer je vsak lahko dobil boljšo predstavo o tem, v kakšnem okolju snujemo objekt.

V začetku februarja, po dveh tednih raziskav, je bil izdelan prvi arhitekturni koncept. Narejen je bil osnovni kubus objekta s približno razporeditvijo prostorov. Na podlagi arhitekturnih tlorisov so bili izdelani prvi konstrukcijski predlogi mreže nosilne konstrukcije v dveh variantah, v jeklu in betonu. Prvi koncept je bil tudi predstavljen investitorjem, ki sta s svojimi vložki pomagala arhitektu k njegovi dopolnitvi. Strojniki so poskušali analizirati pomembnejše karakteristike objekta, npr. ali bodo vsi prostori v objektu dobili dovolj dnevne svetlobe, ter na podlagi študije predlagati drugačno razporeditev prostorov. Raziskovati so se začeli tudi sistemi za distribucijo zraka, ki potrebujejo cevi, razpeljane po celotnem objektu. S podatki o zahtevani velikosti teh vodov se je začelo preučevati, kakšen vpliv bodo imeli na ostale karakteristike objekta, kot je svetla višina ter nosilna konstrukcija objekta. Medtem je gradbeni menedžer intenzivno sodeloval s konstrukterjema, saj je bila izbira tipa nosilne konstrukcije v veliki povezavi s stroški ter tehnologijo gradnje objekta. S svojimi napotki je vplival na izbiro oz. izpodbijanje različnih variant. Izdelani so bili tudi prvi izračuni vseh stroškov gradnje objekta.

Po nekaj iteracijah ter usklajevanju podanih predlogov je bila do konca februarja končana shematska zasnova prvega koncepta, sočasno pa se je začel razvijati tudi drugi koncept. Ker je bil drugi koncept izdelan sorazmerno pozno (zaradi arhitektove bolezni šele konec februarja), smo imeli zanj na voljo samo 2 tedna, kar pomeni, da je bilo potrebno celoten prej opisani proces ponoviti malo hitreje. Izkazalo se je, da to ni predstavljalo večjih ovir, saj se je na podlagi naučenega iz prvega primera ob enaki učinkovitosti delo odvijalo precej hitreje.



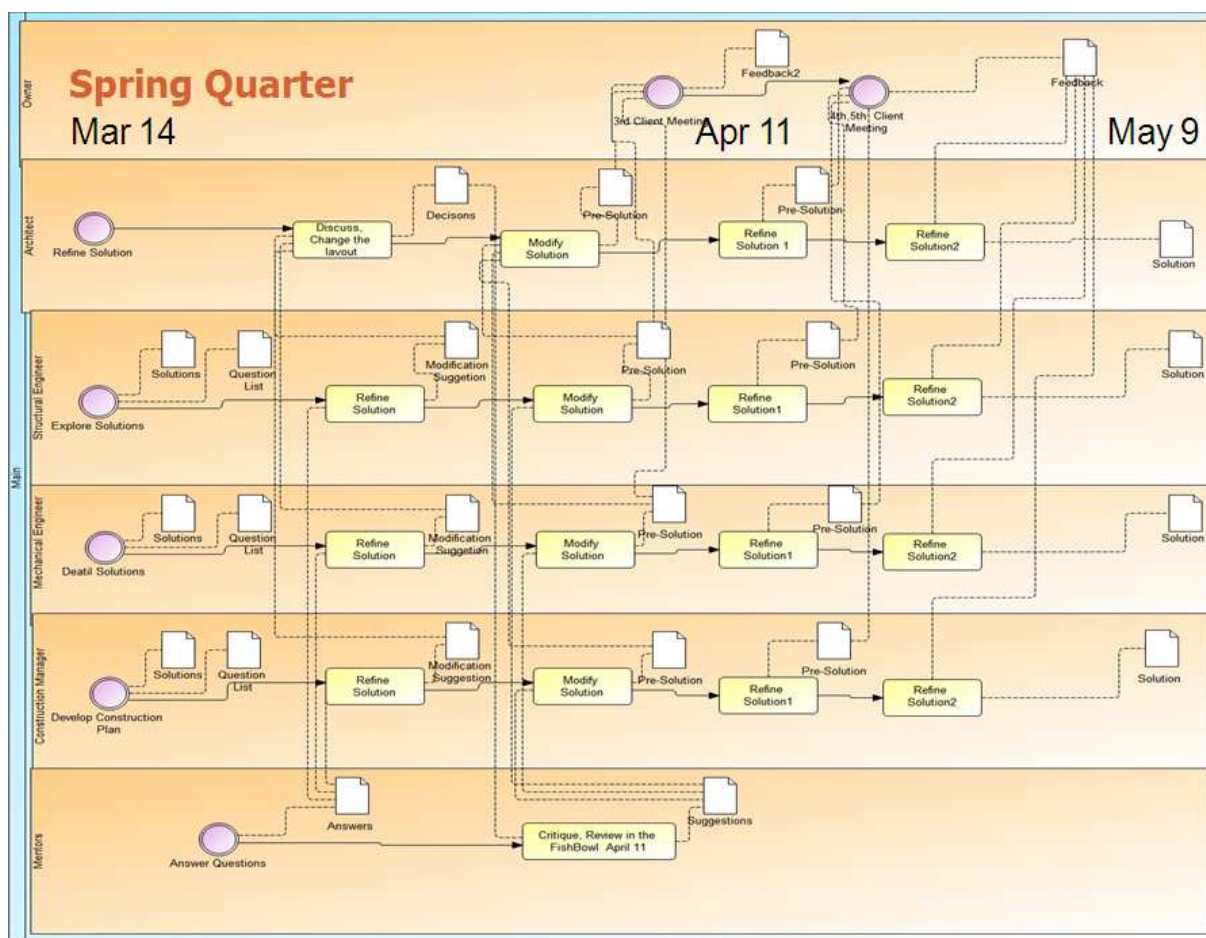
Slika 16: Diagram procesa sodelovanja v drugi polovici zimskega semestra.

Ko sta bila oba koncepta oz. 4 različne konstrukcijske rešitve narejeni, je bilo treba vse rešitve ovrednotiti ter izbrati najustreznejšo varianto. S posebno matriko smo ocenili, kako posamezne rešitve dosegajo zastavljene cilje. Pri tem je bila posebej upoštevana ocena investitorja kot ena ključnih komponent pri izbiri.

Celotno delo v zimskem semestru je bilo uspešno predstavljeno na videokonferenčni predstavitvi 14. marca.

Detajlna zasnova. V drugi polovici je bila na vrsti detajlna zasnova izbrane variante.

Vodilna vloga v ekipi se je od arhitekta preselila h gradbenemu menedžerju. Ta je začel na podlagi natančnejšega plana gradnje ekipo poučevati o predvidenem načinu grajenja, natančnih zaporednih fazah grajenja, možnosti izdelave posameznih rešitev in njihovih stroških. Te nasvete so morale vse discipline upoštevati pri detajlnem izračunu. Glavna naloga arhitekta je bila dokončati načrte objekta, dodelava vseh komponent ter ustrezna vizualizacija objekta. Gradbenika konstrukterja sva naredila detajlni izračun konstrukcije z natančnimi dimenzijami vseh komponent, strojnika pa sta detajlno določila vse sisteme v objektu, naredila natančnejši plan vodov ter izvedla detajlne energetske simulacije na objektu.



Slika 17: Diagram procesa sodelovanja v letnem semestru.

Veliko časa je bilo namenjeno integraciji vseh rešitev, saj so se čez čas začela kazati posamezna mesta, kjer se rešitve niso povsem skladale in je bilo potrebno najti rešitev, ki bo zadovoljila vse sodelujoče. Posebej pazljivo je bilo potrebno sklepati morebitne spremembe na projektu, saj je to za seboj lahko prineslo nepredvidene dodatne spremembe in veliko dodatnega dela ostalim, zato smo morali te rešitve natančno preučiti ter upravičiti njihovo smiselnost.

Zaključna predstavitev. V začetku maja 2008 smo se po treh mesecih napornega dela preko svetovnega spleta znova dobili na zaključni predstavitvi. Tu je potekalo usklajevanje še zadnjih detajlov ter izdelava predstavitve. Delo je bilo precej enostavnejše, saj je izmenjava idej na štiri oči precej enostavnejša od kontakta preko spleta. Projekt je bil uspešno predstavljen na zaključni predstavitvi. Po komentarjih sodeč lahko rečem, da nam je uspela zares dobra integracija vseh rešitev ter celotnega projekta.

7.1.6 Izmenjava modelov – problem sodelovanja med disciplinami

Eden izmed večjih problemov, ki se je pojavil pri sodelovanju med disciplinami, je bila izmenjava računalniških modelov načrtovanega objekta. Ker različne stroke uporabljajo za svoje delo različne programe, to predstavlja oviro, saj pogosto ti programi niso kompatibilni med seboj. Zato je izmenjava modelov otežena. Podobno se je zgodilo tudi pri nas, zato je bilo veliko časa porabljenega tudi za reševanje tega problema.

Arhitekturni model je bil narejen v programu Google SketchUp (Priloga N: Računalniški model objekta v programu Google SketchUp). Ta model so inženirji vnesli v Revit Architecture kot masni model (ang. *mass*), kjer se je izoblikovala mreža (Priloga O: Računalniški model objekta v programu Revit Architecture). Ker ni možen enostaven prenos iz Revit-a nazaj v Google SketchUp, je moral arhitekt na podlagi slik preoblikovati oz. predelati svoj model tako, da sta se modela skladala. Ker je bilo potrebno za končno določitev mreže narediti kar nekaj takšnih iteracij, je bilo usklajevanje potratno, prav tako pa je možnost za napake zelo velika.

Za detajlni izračun konstrukcije je bil uporabljen program ETABS (Priloga P: Računalniški model objekta v programu ETABS). Ker je povezava med programoma Revit Architecture in ETABS slaba, je bil model v program vnešen ročno. To nam je prihranilo veliko časa. Po narejeni simulaciji pa je bilo potrebno natančno preveriti, da se vsi elementi v obeh programih ujemajo.

Gradbeni menedžer je za svoje delo uporabljal Revit in Microsoft Excel. Skoraj vse količine za izračun stroškov je možno dobiti iz Revita avtomatično. Problem se pojavi pri detajlih, ki jih je potrebno natančneje določiti, kar ni možno z Revitom. Prav tako se Revit izkaže za neprimerne pri izdelavi 4D modela, saj za faze uporablja različne barvne sheme, kar na koncu privede do zelo slabe preglednosti modela.

Strojnika sta za svoje delo uporabljala Revit MEP, ki je namenjen strojnim inštalacijam na objektu. Ker so modeli kompatibilni z Revit Architecture, to zelo poenostavi delo. Za izvedbo simulacije osvetljenosti objekta je bil uporabljen program Ecotect. Program omogoča vnos dwg in dxf formatov, vendar pa pri tem naredi preveč elementov, kar zelo upočasni simulacijo. Zato je precej lažje model narediti v programu samem ter narediti simulacijo.

7.2 Predstavitev projekta

7.2.1 Faza zasnove

7.2.1.1 Lokacija objekta z omejitvami – raziskava

Pred izdelavo koncepta je bilo potrebno narediti obsežno raziskavo lokacije, s čimer celotna skupina dobi potreben občutek za prostor, v katerem se gradi. Predvsem za arhitekta so zelo pomembne posebnosti mesta, zgodovina in zgodbe, povezane z območjem, okoliška atmosfera, izgled itd. Vse naštetu mu lahko služi kot nekakšna začetna nit pri izdelavi koncepta.

Nov objekt naj bi se nahajal na kompleksu Univerze Wisconsin, mesto Madison, ZDA, na južnem robu jezera Mendota. Predvideno je, da se obstoječi objekt na tem mestu poruši. Lokacija je omejena z vseh strani. Območje na jugu omejuje gozd Muir, ki se v nagibu dviga, kar na lokacijo meče precej sence. Na vzhodu se nahaja 7-nadstropna knjižnica Helen C. Whitehall, ki prav tako omejuje osončenost novega objekta. Neoviran pogled je mogoč samo proti severu, kjer se nahaja jezero. Na predvideni lokaciji se začne tudi pot ob jezeru, ki vodi v zaščiteno območje gozda. Novi objekt lahko na ta način služi kot nekakšen vhod v to območje.

Klima. Madison se uvršča v zmerno klimatsko območje, z mrzlimi zimami z veliko snega in vročimi poletji. Močni vetrovi ponavadi pihajo z zahoda.

Obremenitve. Glavno obremenitev v Madisonu predstavljata sneg in veter. Mesto ne leži na potresnem območju, kar precej poenostavi konstrukcijske probleme.

Sestava tal. Sestava tal na izbrani lokaciji je večinoma prodnata, kar ji daje sorazmerno veliko nosilnost. Voda se nahaja na povprečni globini treh metrov. Ob morebitno globokem izkopavanju zna voda povzročati velike probleme.

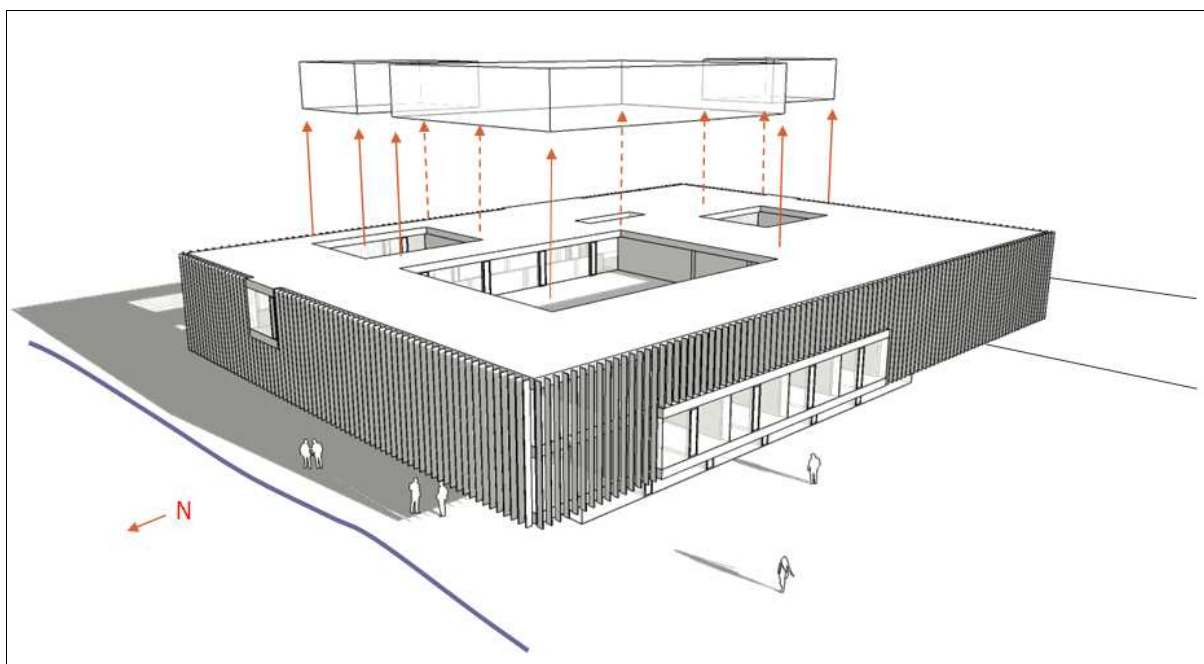


Slika 18: Lokacija predvidenega objekta v kvadratu, zadaj levo knjižnica Helen C. Whitehall, zadaj desno gozd Muir Woods, spredaj jezero Mendota

7.2.1.2 Varianta 1: "Hidden light", Skrita svetloba

Prvi koncept se je imenoval "Hidden light". Objekt naj bi bil sestavljen iz notranjih dvorišč, ki naj bi zagotavljali vstop dnevni svetlobi v objekt ter osvetljevanje prostorov. V nasprotju z zunanostjo objekta, ki naj bi bila nekako skrita pred sosednjo zastrašujočo knjižnico Helen C. Whitehall, notranja dvorišča omogočijo odprto notranjo atmosfero in vstop svetlobe v objekt. Koncept je tudi odgovor na največjo omejitev, ki jo predstavlja lokacija: medtem ko se najlepši pogled odpira na sever proti jezeru, je sončna stran objekta na južni strani, ki je večinoma senčna. Notranja dvorišča omogočijo direktno obsevanje notranjih prostorov.

Druga glavna karakteristika objekta je veliki avditorij, ki je lociran v pritličju v središču objekta, s čimer je omogočen enostaven dostop širši publiki. Služil naj ne bi samo študijskim dejavnostim tekom dneva, ampak tudi možnim občudijskim dejavnostim, kot so posebna predavanja, delavnice, filmski večeri itd. S tem daje objekt vsem gostom občutek odprtosti.



Slika 19: Koncept št. 1 – Hidden Light. Gornje odprtine v strehi omogočijo vstop svetlobe v objekt.

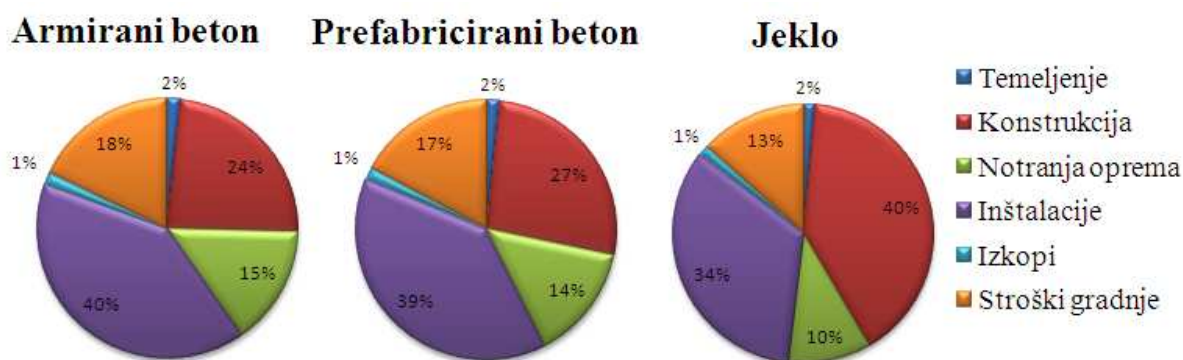
Za predlagani arhitekturni koncept so bile narejene 3 variante gradbene konstrukcije: običajna armirano-betonska konstrukcija, armirano-betonska konstrukcija s prefabriciranimi ploščami in jeklena konstrukcija. Največji problem so predstavljali konzolni deli na treh straneh objekta ter avditorij v središču z velikim razponom. V nadaljevanju bo natančneje predstavljena izbrana jeklena varianta.

Pri izračunu stroškov se je izkazalo, da je najdražja jeklena varianta, medtem ko je najcenejša armirano-betonska konstrukcija. Toda prednost jeklene konstrukcije je v možnosti prefabrikacije velikega števila elementov in krajšem trajanju gradnje konstrukcije, s čimer postane konkurenčna obema betonskima inačicama.

Glede strojnih inštalacij je bilo preučenih več raznih možnih načinov izvedbe. Zaradi preveč natančnega opisa to na tem mestu ni podrobneje predstavljeno.

Preglednica 7: Izračun stroškov za varianto 1. Natančneje so določeni stroški samo za konstrukcijo objekta, vsi ostali stroški so samo predvideni in natančneje obdelani v nadaljevanju.

	Armirani beton [\$]	Prefabricirani beton [\$]	Jeklo [\$]
Temeljenje	94,682	94,682	91,897
Konstrukcija	1,299,899	1,517,838	2,652,131
Notranja oprema	819,280	819,280	682,000
Inštalacije	2,210,391	2,210,391	2,210,391
Izkopi	85,390	85,390	85,390
Stroški gradnje	983,100	983,100	877,300
Čisti stroški	5,492,742	5,710,681	6,599,109
Predračun (+15% zavarovanje)	6,316,653	6,567,283	7,588,975

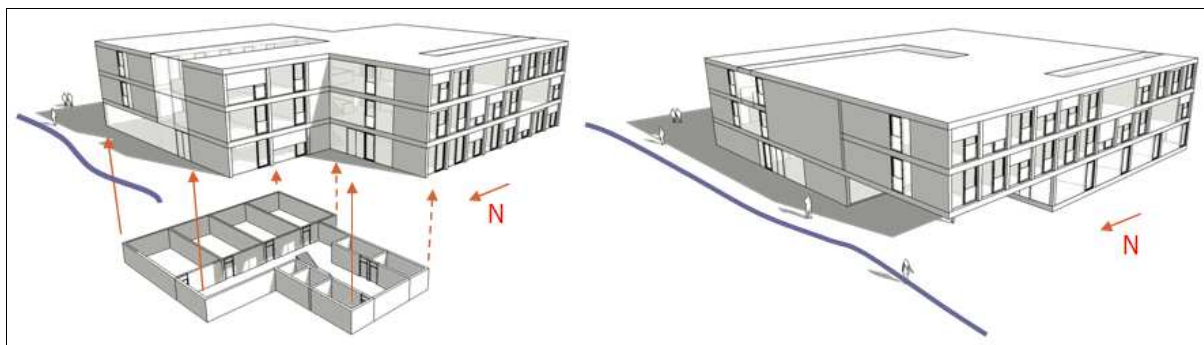


Slika 20: Odstotni sestav stroškov za varianto 1.

7.2.1.3 Varianta 2: "Stack", Skladovnica

Drugi koncept naj bi predstavljal nekakšno skladovnico prostorov, kar naj bi ponazarjalo okoliški gozd, v katerem so različne komponente združene v nekakšne sklade. Na ta način bi bili prostori funkcijsko postavljeni v sklade, ki pa bi kljub navidezni nametanosti omogočili enostavne povezave med prostori. Temu bi se prilagajala tudi konstrukcija objekta, ki ne bi bila najbolj enostavna, ampak bi morala slediti funkcijam prostorov.

Narejeni sta bili dve konstrukcijski varianti arhitekturnega koncepta. V prvi je predviden tloris v obliki dvojnega diamanta brez konzolnih delov in s kletjo. Ker se objekt nahaja ob jezeru, bi tak poseg predstavljal velike stroške zaradi morebitnih problemov s poplavljanjem, velikih stroškov izkopa in zagotovitev primerne hidroizolacije za klet. Zato je bilo v drugi varianti predvideno, da se ne gre v izkop, ampak se naredi konzolne dele.

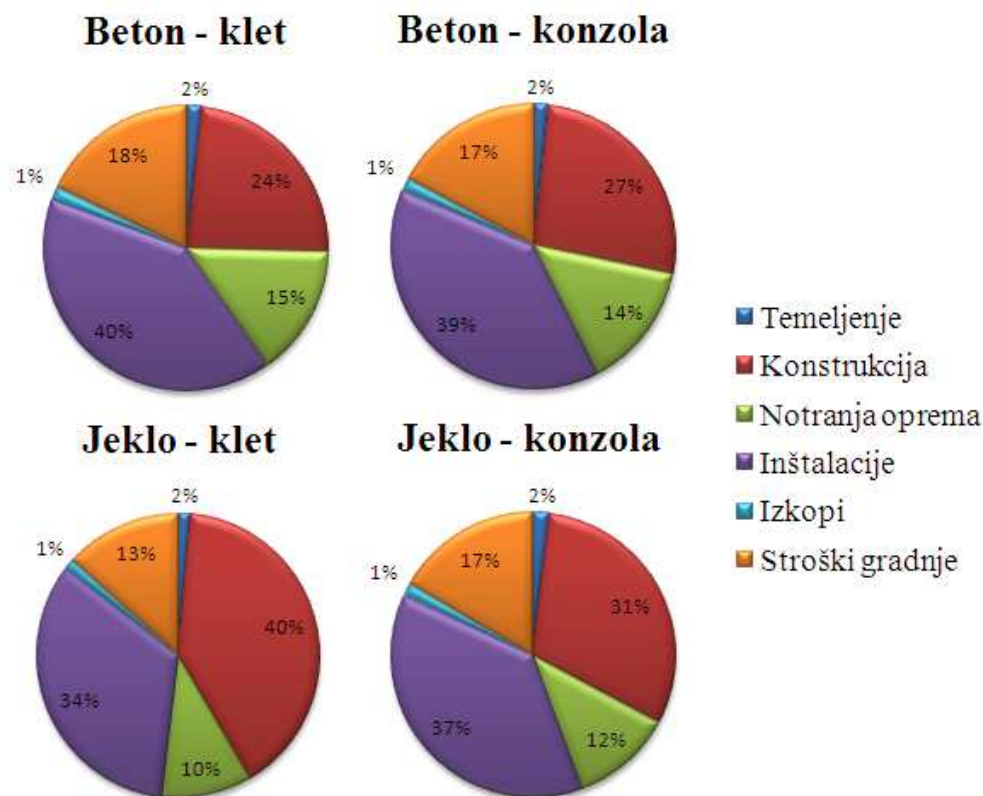


Slika 21: Dve arhitekturni varianti drugega koncepta Stack.

Predvidena sta bila dva tipa gradbene konstrukcije: prefabricirana betonska in jeklena konstrukcija. Pri prvi varianti koncepta ni bilo predvidenih večjih gradbenih problemov, za razliko od drugega, kjer je sta velik izziv predstavljali obe konzoli, ki sta bili veliki okoli 11 m. Zaradi tega bi bilo veliko lažje narediti varianto iz jekla. Pri izračunu stroškov se je izkazalo, da bi bila varianta s konzolnim delom cenejša od variante z izkopom.

Preglednica 8: Izračun stroškov variant koncepta 2.

	Beton – klet [\$]	Beton – konzola [\$]	Jeklo – klet [\$]	Jeklo – konzola [\$]
Temeljenje	296,239	112,062	296,239	112,062
Konstrukcija	1,475,547	1,613,225	1,743,848	1,825,468
Notranja oprema	682,000	682,000	682,000	682,000
Inštalacije	2,210,391	2,210,391	2,210,391	2,210,391
Izkopi	85,390	50,230	85,390	85,390
Stroški gradnje	1,020,000	1,020,000	983,100	983,100
Čisti stroški	5,769,567	5,687,908	6,000,968	5,898,411
Predračun (+15% zavarovanje)	6,635,002	6,541,094	6,901,113	6,783,173



Slika 22: Odstotni sestav stroškov za varianto 2.

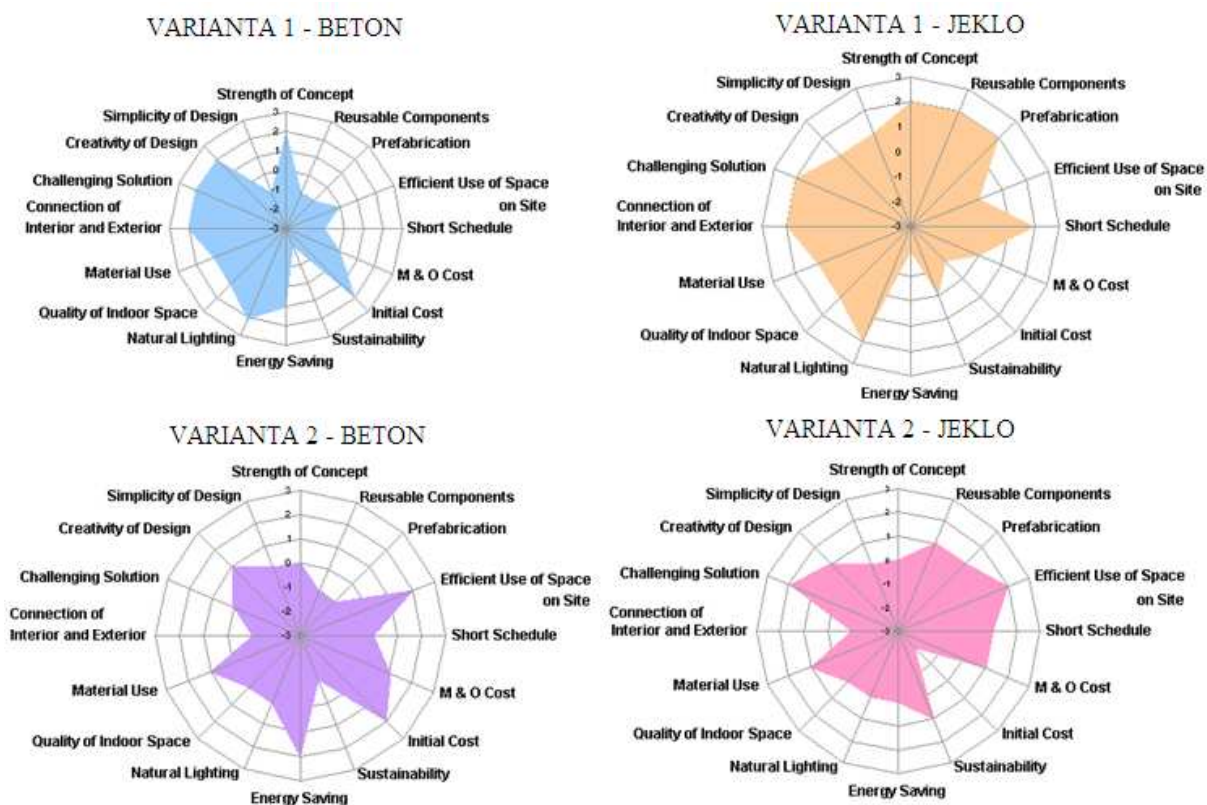
7.2.1.4 Proces izbire

Po končani osnovni fazi zasnove obeh konceptov z vsemi alternativnimi variantami je prišel čas, ko je bilo potrebno sprejeti odločitev, katero izmed obeh možnosti bomo izbrali in jo natančneje obdelali (ang. *decision making*). Za ocenjevanje vrednosti ponujenih variant smo uporabili poseben sistem vrednotenja možnosti. Izpostavili smo različne cilje, ki naj bi jih koncepti udeleževali, ter nato točkovno ocenili vsako varianto posebej. Cilji so bili uravnoteženi z različnimi vrednostnimi ocenami glede na to, kakšno vrednost imajo na projektu, vsaka disciplina pa je lahko pri tem podala svoje cilje. Pri ocenjevanju smo sodelovali vsi člani ekipe, tako kot naj bi to potekalo pri pravem integriranem procesu, saj tako vsak član dobi občutek, da njegov glas šteje. Posebno vrednost je imelo vrednotenje obeh lastnikov objekta, ki naj bi predstavljala dejanske naročnike, saj naj bi bile njihove želje ključne.



Slika 23: Diagram procesa izbiranja najboljšega koncepta.

Izkazalo se je, da je najbolj ustrezen koncept Hidden light v jekleni izvedbi, ki je dobil največ točk. Zato smo to varianto v letnem semestru tudi natančneje obdelali.



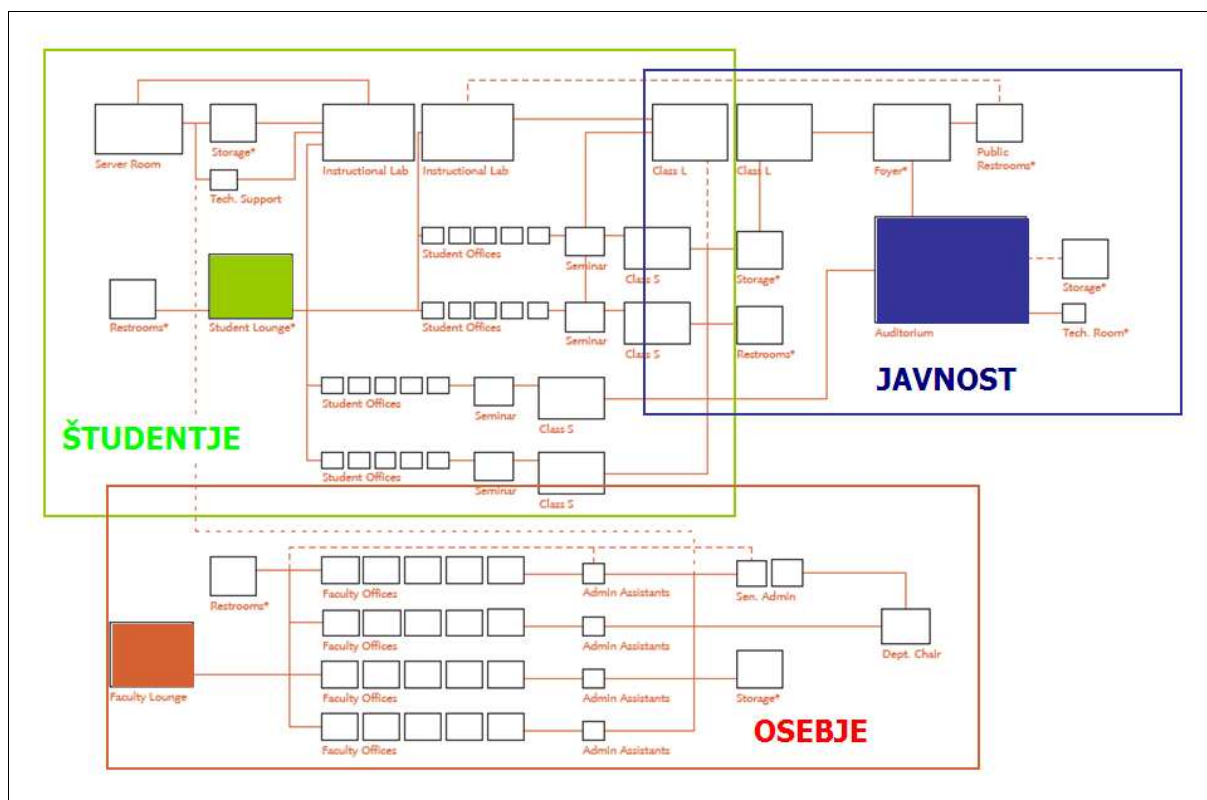
Slika 24: Ovrednotenje danih možnosti z metodo ocenjevanja doseganja posameznih ciljev.

7.2.2 Faza detajlne zasnove

V nadaljevanju je natančneje predstavljen izbrani koncept s poudarki na mestih, kjer se je za posebej pomembno izkazalo sodelovanje med disciplinami.

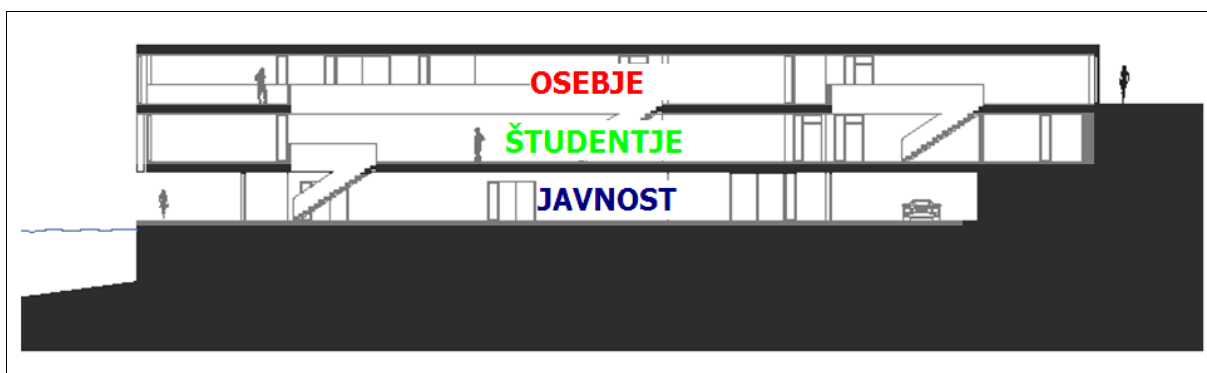
7.2.2.1 Arhitektura

Arhitekturni program. Programske zahteve so ena izmed stvari, ki jih je potrebno obravnavati na začetku, najbolje še preden je izdelana prva idejna zasnova objekta, saj je možnost za odpravo morebitnih napak kasneje precej težja in dražja. Izoblikujejo se programski diagrami, ki pomagajo razumeti potrebni prostor in povezave med funkcijskimi conami. Cilj je oblikovati enote, ki omogočijo dobro rabo prostora in nemoteno cirkulacijo med prostori.



Slika 25: Ureditev prostorov v funkcionalne enote

Prostorske zahteve so bile podane v projektni dokumentaciji, ki smo jo dobili na začetku projekta. Na podlagi teh zahtev se je izoblikoval programski diagram, ki predvideva tri glavne enote v objektu: del za osebje, del za študente ter del za obiskovalce. Želja je bila, da bi bili vsi prostori, ki spadajo v posamezno skupino, med seboj povezani v istem nadstropju. Tako smo objekt razdelili v tri pasove: javno dostopno pritličje z avditorijem, prvo nadstropje, namenjeno študentom, ter drugo nadstropje, namenjeno osebju objekta.



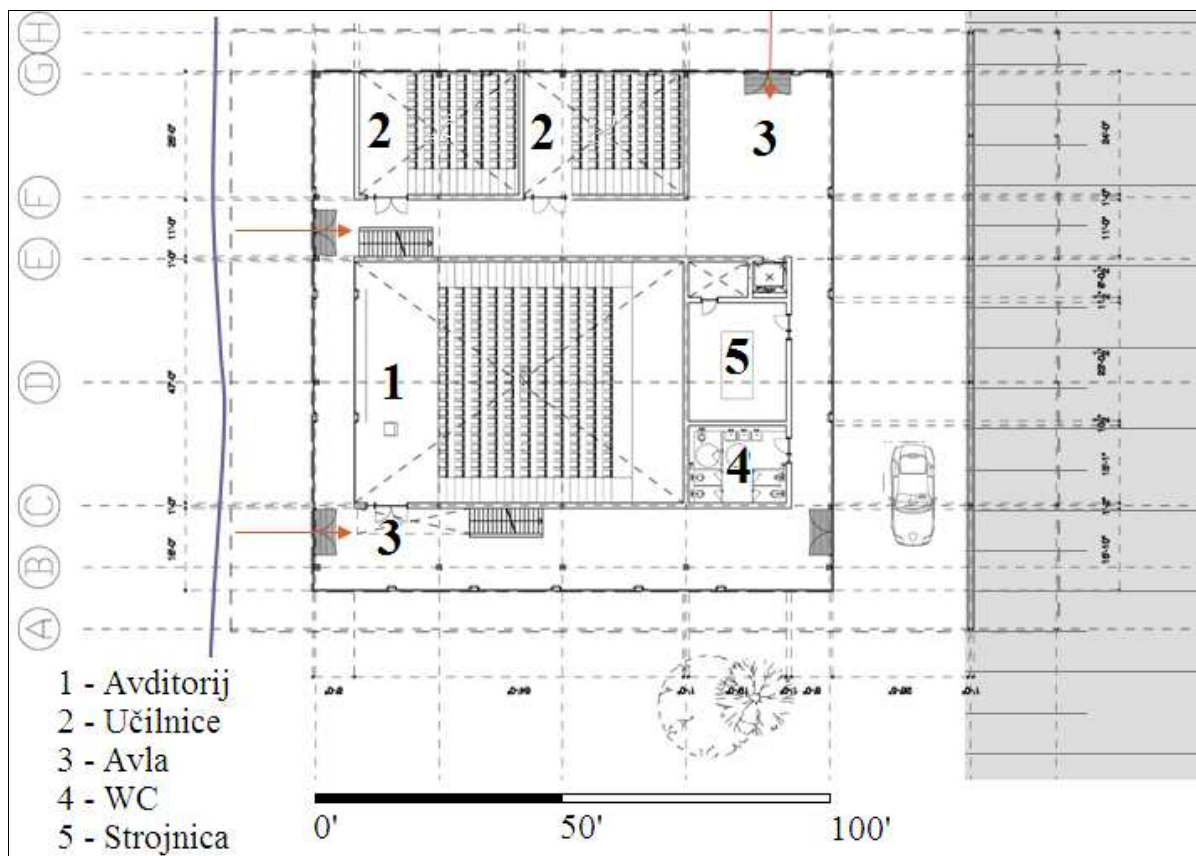
Slika 26: Razporeditev funkcionalnih enot po etažah.

Razporeditev prostorov. Načrti so bili zasnovani na podlagi podanega kvadratnega tlorisa 100×100 čevljev (30×30 m).

Avditorij kot osrednji prostor objekta, ki je visok dve etaži, je bil zamišljen v centru pritličja, vsi ostali prostori pa so bili umeščeni v tloris okoli njega. Na vrhu avditorija je bil predvideno dvorišče brez strehe, kar se je izkazalo za problem pri prenosu horizontalnih obremenitev na objektu. V začetni fazi snovanja je sicer arhitekt predvidel, da bi imela streha avditorija odprtine, ki bi omogočile neoviran dostop svetlobe v prostore. To pa ni bila želja investitorja, ki je predvidel, da se prostor uporablja za predavanja, s čimer bi bilo potrebno za preprečitev morebitnega sončnega obsevanja uporabiti posebne naprave za senčenje, kar pa prinese dodatne nepotrebne stroške.

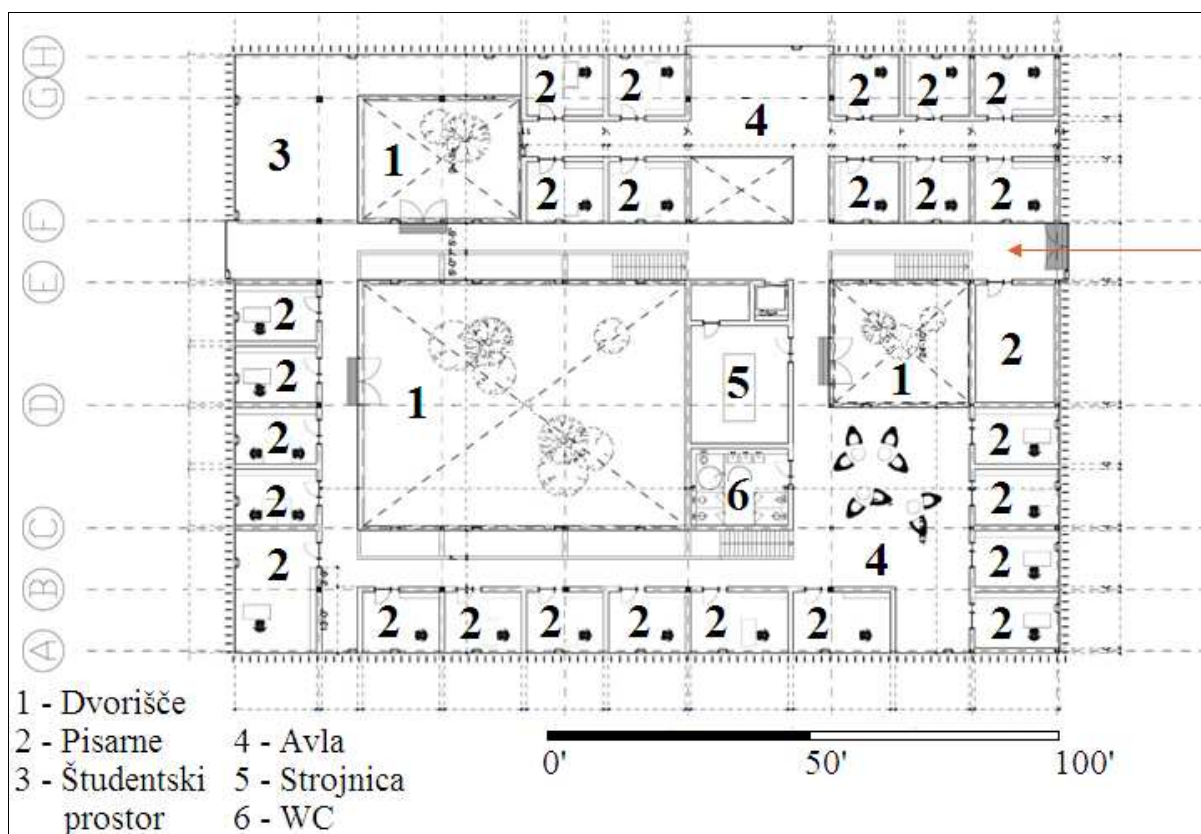
Glavne pisarne so locirane na severu objekta, kar daje njenim uporabnikom čudovit razgled proti jezeru. Ena izmed dodanih vrednosti je vpeljava študentskega prostora za druženje (ang. *student lounge*), ki je nameščena prav tako na severu in daje prekrasen razgled nad območjem. Odločitev o namestitvi dodatnega prostora je bila sprejeta skupaj z lastnikom, ki mora odobriti takšne stvari, saj vsak tak poseg vpliva na stroške, načrtovanje, izgradnjo ter

vzdrževanje. Predavalnice in laboratoriji, ki potrebujejo manj dnevne svetlobe, so nameščeni na jugu objekta ob vznožju gozda.

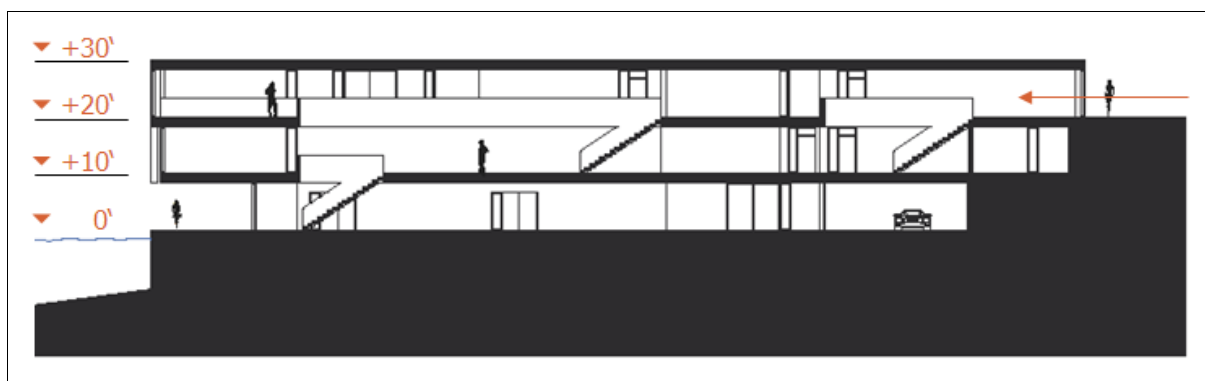


Slika 27: Tloris pritličja

Prerez objekta pokaže še drugo karakteristiko objekta. Ob avditoriju so nameščene stopnice, ki omogočajo vertikalno cirkulacijo znotraj objekta. Odprtost stopnišča omogoča vhod dnevne svetlobe z notranjega dvorišča v spodnje prostore, kar pomeni manjšo potrebo po umetni osvetlitvi tekom dneva. Po nasvetu strojnikov je prišlo do rešitve, kako je možno notranja dvorišča poleg prijetnega prostora uporabiti še za drugo funkcijo, t.j. energetske učinkovitost. Z namestitvijo premičnih elementov v fasadi dvorišča v drugi etaži ter pritličju se omogoči pretok zraka skozi stopnišče, kar omogoči naravno prezračevanje objekta. S tem, ko stopnišče poteka ob celotnem avditoriju, pa je omogočen razgled po celotnem objektu, tudi med različnimi nadstropji, kar spodbuja h komunikaciji njene uporabnike. Tako so uspešno združene različne funkcije v integrirano rešitev. Do takšne integrirane rešitve pa je možno priti samo s sodelovanjem disciplin že v fazi zasnove.



Slika 28: Tloris druge etaže



Slika 29: Vzdolžni prerez objekta, lepo je vidna vertikalna odprtost ob glavnem stopnišču

Objekt morda daje vtis zaprtosti od zunaj, toda arhitekturni namen je bil narediti notranje prostore čim svetlejše. V ta namen so se notranja dvorišča (ang. *patio*) izkazala za ustrezna, kljub temu da predstavljajo velik izziv za ostale discipline. Z vidika konstrukterja predstavljajo takšne odprtine izziv zaradi nezveznosti v horizontalni konstrukciji, kar onemogoča enostaven prenos horizontalnih obremenitev. Težko je zagotoviti t.i. diafragmo.

Za strojne inženirje pa pomenijo takšne odprtine velike energetske obremenitve za objekt. Kljub naštetemu pa dajejo dvorišča eno izmed ključnih razpoznavnih komponent objektu. Dvorišča s tem, ko se v bistvu nahajajo znotraj objekta, omogočijo komunikacijo med zunanjim in notranjim okoljem.



Slika 30: Vizualizacija hodnika. Notranje dvorišče se nahaja na desni strani ob stopnicah.

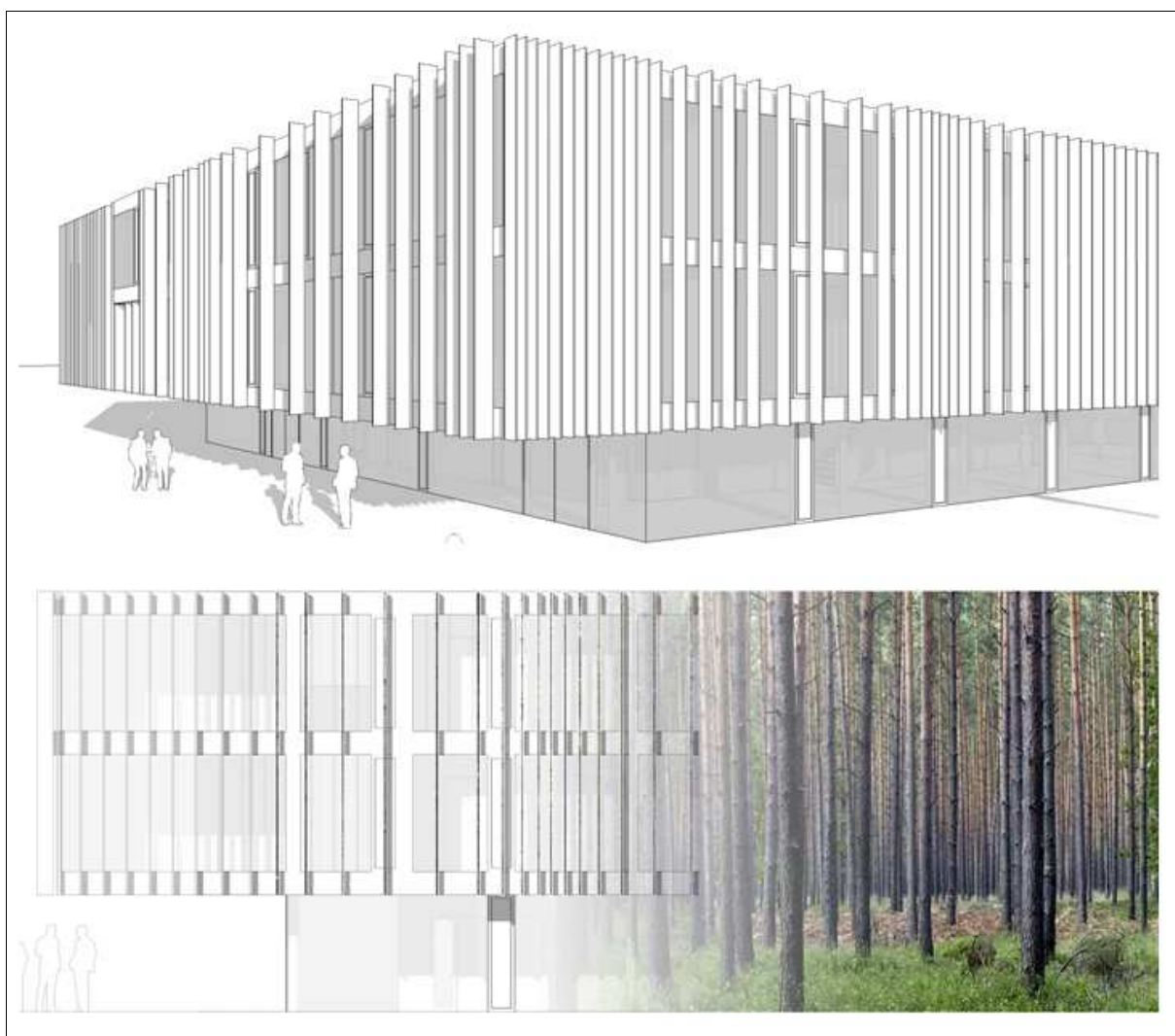
Fasadni elementi. Za fasado je bilo raziskanih veliko različnih možnosti, vse z namenom, da bi se objekt najboljše zlivala z okolico in bližnjim gozdom. Veliko časa je bilo posvečenega tako njeni geometriji kot tudi njenim energijskim karakteristikam.

Predvideno je, da bi bilo pritličje v celoti zastekljeno, medtem ko bi bila gornja konzolna dela med seboj povezana z vertikalnimi lesenimi lamelami, ki bi odsevale okoliški gozd.

V začetku je predvideno, da bi bile te lamele na enakih medsebojnih oddaljenostih, kar pa ni bilo všeč lastnikoma, ki sta želela nekaj bolj živega. Na podlagi te želje ter strojniškega nasveta, da so vertikalne lamele koristnejše od horizontalnih, je bilo preučenih več različnih variant. Kompromis je bil dosežen tako, da so se uporabile vertikalne lamele na različnih medsebojnih razdaljah, kar je ugodilo vsem željam. V povezavi z gradbenim menedžerjem se je iskalo tudi najprimernejši material za izvedbo takšnih lamel. Kljub temu, da les ni primeren

z vidika trajnosti, pa je pretehtala arhitektova želja po videzu, zato so bile uporabljene lesene lamele.

Posebna vrsta zasteklitve je bila uporabljena za notranja dvorišča. Uporabljen je bil sistem, ki ima dobre izolacijske lastnosti, poleg tega pa so v steklo vstavljene posebne lamele, ki omogočajo lom svetlobe. Tak lom svetlobe prepreči morebitno direktno sončno obsevanje znotraj objekta, s čimer je zagotovljena primerna količina dnevne svetlobe v objektu (sistem OKASOLAR).



Slika 31: Izgled fasade – na spodnji skici je lepo vidna podobnost z gozdom.

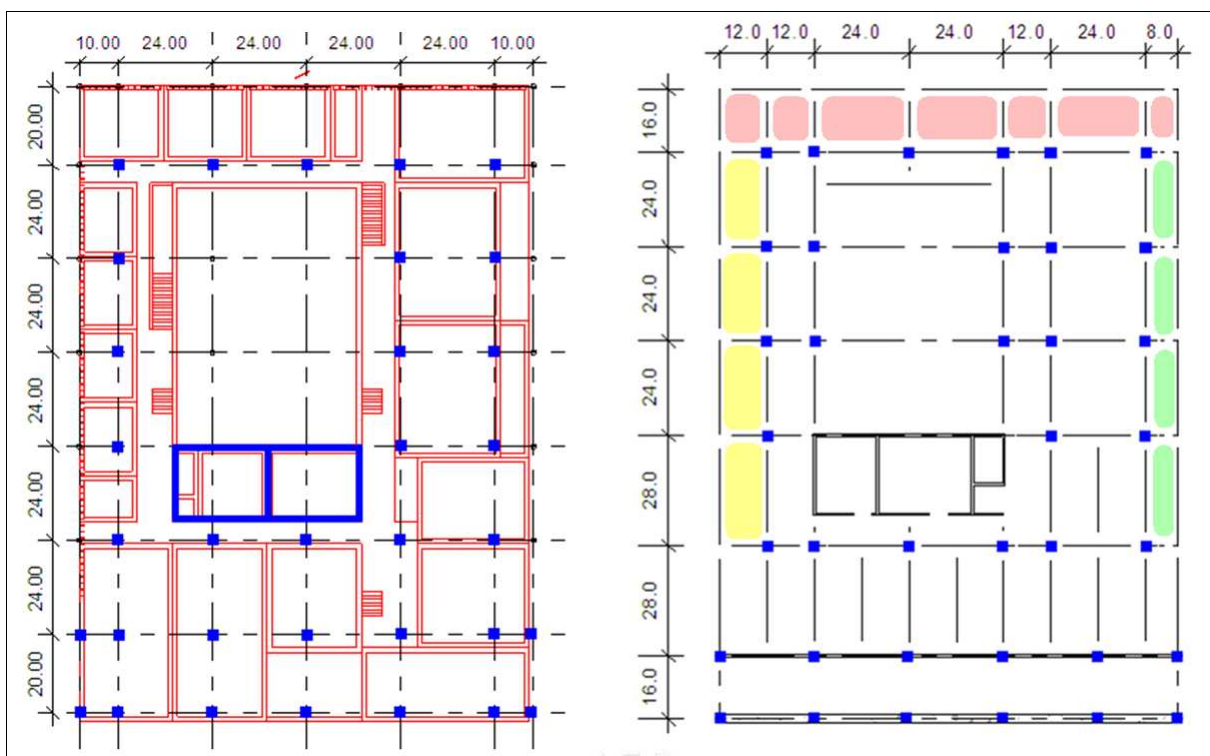
Dodatne arhitekturne skice so podane tudi v Prilogah A, B, C in D.

7.2.2.2 Gradbeništvo konstrukterstvo

Razvoj konstrukcijske mreže. Prva naloga je bila oblikovati mrežo. Po prvem grobem arhitekturnem načrtu smo poskušali oblikovati čim bolj enostavno, simetrično in regularno mrežo. Prvi predlog je bil torej oblikovanje kvadratne mreže z enakomernimi razponi. Žal se to ni najbolje ujemalo z arhitekturnim predlogom. Zato je bilo potrebno oba predloga modificirati do te mere, ko se končni rešitvi ujemata.

Namig, ki smo ga dobili od mentorjev, je bil, naj poskušamo okoli avditorija oblikovati glavni koridor, nato pa stebre ustrezno razporediti naokoli. Prav tako smo se znebili nekaterih stebrov, ki niso bili potrebni.

Po več kot petih iteracijah je bil dosežen končni kompromis, ki je prikazan na spodnji skici. Tipični razpon je znašal 24 čevljev (7,2 m) z glavnim koridorjem velikosti 12 čevljev (3,6 m). Glavni problem so predstavljali konzolni deli, saj se pojavijo na treh straneh objekta. Velik problem z vidika konstrukterja je bil tudi avditorij v središču objekta.



Slika 32: Prva predlagana mreža (levo) in končna rešitev (desno). Osenčeni deli na desni skici predstavljajo konzolne dele.

Horizontalna konstrukcija. Ena ključnih omejitev v podanih zahtevah je bila omejitev višine objekta, saj celotna višina objekta ni smela presežati 30 čevljev (9 m). Glede na to, da so bila zahtevana 3 nadstropja ter da je bila podtalna voda zelo visoko, s čimer je zelo oteženo vsakršno izkopavanje, je tako na voljo samo 10 čevljev (3 m) za vsako nadstropje. Tako je bil eden največjih izzivov zagotoviti maksimalno možno svetlo višino. Za iskanje ustrezne rešitve je bilo porabljenega največ časa, najbolj pa je prišla do izraza potreba po sodelovanju vseh vpletenih v proces zasnove.

Z običajnimi gradbenimi elementi in potrebnimi strojnimi vodi na voljo ostane ne dosti več kot 6 čevljev (1,8 m) svetle višine, kar je občutno premalo. Posledično je bilo potrebno najti ustrezen sistem, ki bi integriral vse gradbene, strojne in arhitekturne potrebe.

Raziskane so bile različne možnosti, kot so cevi, integrirane v plošče, dvignjena tla, izpostavljene cevi v hodniku itd. Vse naštetu se je izkazalo za predrago, težko izvedljivo oz. pretežko za vzdrževanje. Na koncu smo prišli do rešitve v inovativnem sistemu Slimdeck britanskega podjetja Corus, ki drastično reducira potrebno konstrukcijsko višino plošče ter hkrati omogoči, da se nekatere cevi vodijo skozi nosilce pod ploščo.

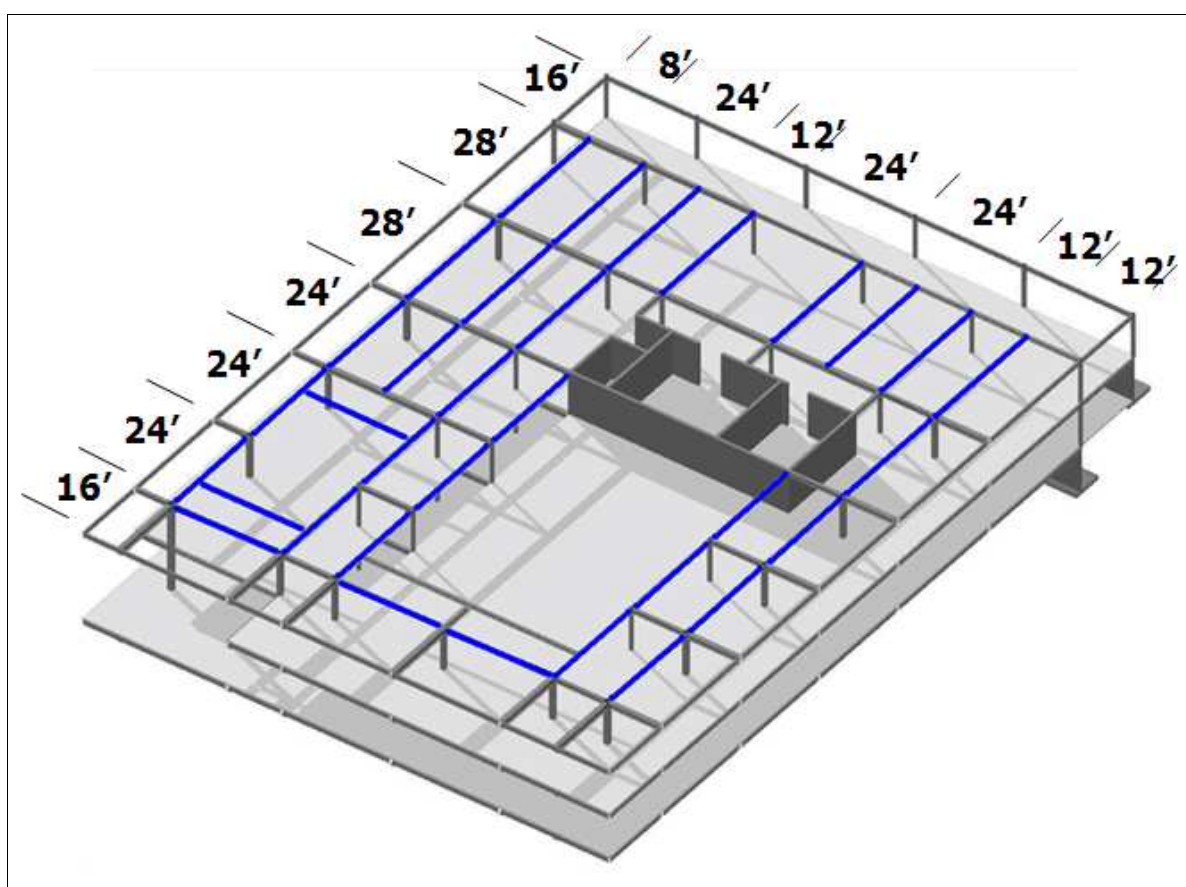


Slika 33: Inovativna rešitev Slimdeck za horizontalno nosilno konstrukcijo.¹⁵

Za ustrezno uporabo sistema je bilo potrebno sodelovanje vseh disciplin. Prvi problem je bil v tem, ker gre za novo tehnologijo, ki je bila neznana in je bil za njeno uporabo potreben nasvet strokovnjakov. Za Slimdeck plošče se uporabi valovito pločevino, ki pa ni naslonjena na vrhu

¹⁵ <http://www.corusgroup.com/en/>

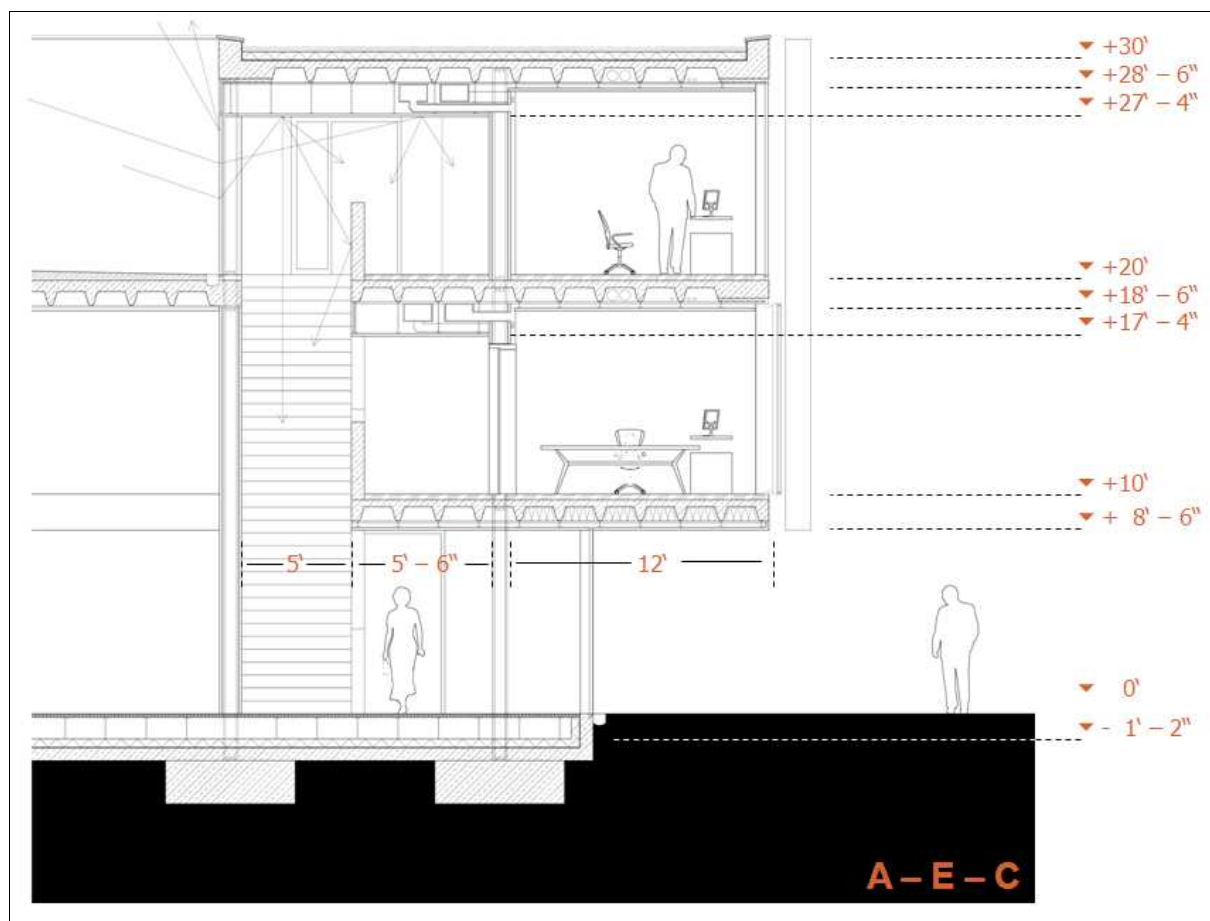
nosilca, kot pri običajnih sovprežnih ploščah, ampak se pločevina namesti na spodnje pasnice. S tem se zmanjša potrebna višina gornjega dela betona. Zato je navadno potrebno uporabiti ojačane pasnice oz. nesimetrične prereze za nosilce, saj navadni nosilci ne bi prenesli obremenitve na spodnje pasnice. Drugi problem je v izdelavi takšnih nosilcev. Ker tehnologija izvira iz Velike Britanije, naš objekt pa stoji v ZDA, bi bil transport teh nosilcev predrag, zato je bilo potrebno preučiti druge načine. V sodelovanju z gradbenim menedžerjem smo odkrili, da je najceneje, če se za izdelavo asimetričnih nosilcev uporabi dva različna profila, ki se ju ustrezno privari skupaj.



Slika 34: Položaj nosilcev. Enote so v čevljih (1 čevlj = 0,3m).

Veliko sodelovanja je bilo potrebnega tudi s strojniki, ki so morali dati natančne podatke o dimenzijah cevi, saj je bilo potrebno ugotoviti, ali so odprtine v nosilcih dovolj velike, da se skozi njih pelje cevi. Žal je bil ta podatek na voljo sorazmerno pozno, ko se je bližala zaključna predstavitev. Izkazalo se je namreč, da so glavne razvodne cevi prevelike ter jih ni mogoče peljati skozi nosilce. Zato je bila sprejeta odločitev skupaj z arhitektom, da se glavne cevi

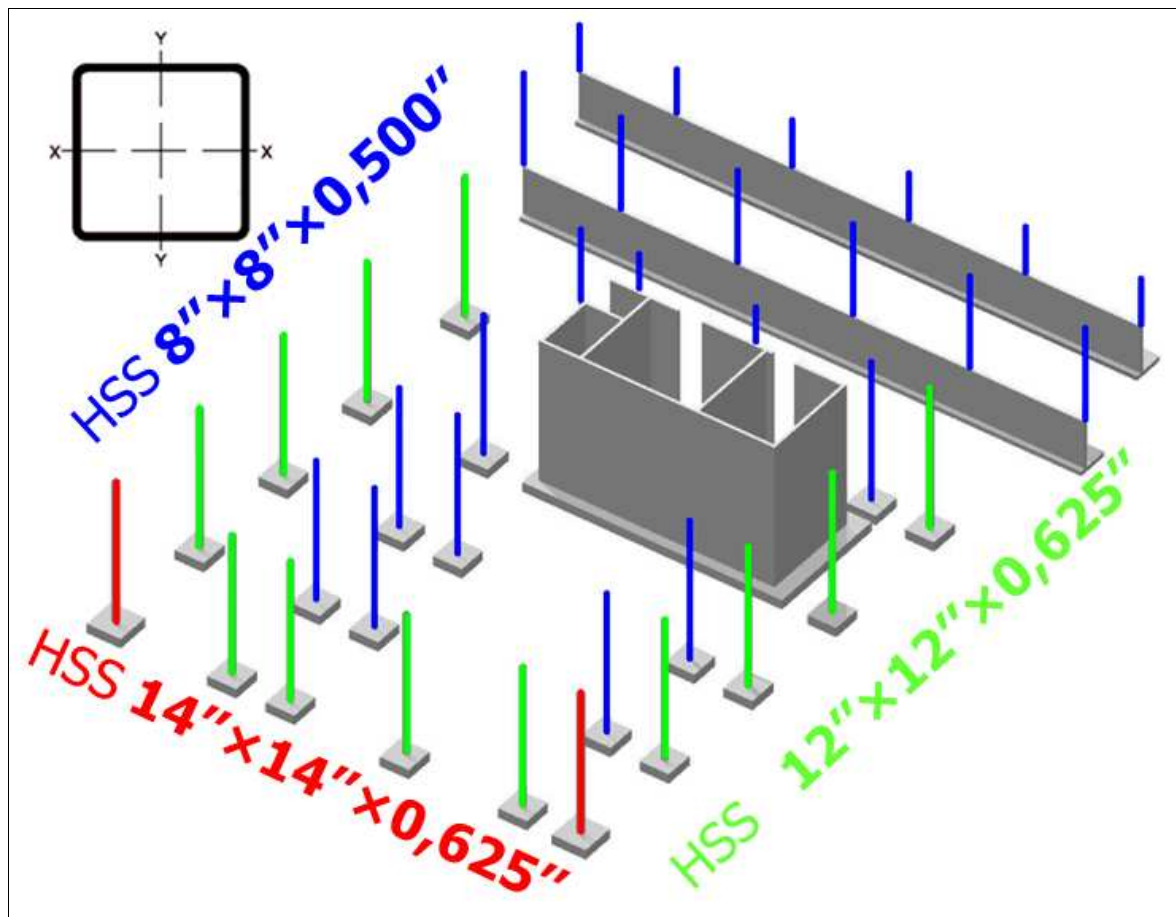
pelje po glavnih hodnikih, kjer višina ni problematična, v prostorih pa se zagotovi enakomerna svetla višina 8,5 čevlja (2,55 m). Tako je zagotovljena potrebna svetla višina v vseh delih objekta.



Slika 35: Prerez objekta s svetlimi višinami. Enote so v čevljih (1 čevlj = 0,3m).

Vertikalna konstrukcija. Za vertikalno nosilno konstrukcijo so uporabljeni jekleni stebri pravokotnih votlih prerezov. Njihova cena namreč ni dosti dražja od običajnih jeklenih profilov, hkrati pa prinesejo nekatere druge koristi. Veliko bolj so primerni za dvoosne obremenitve, kar pride posebno prav na obeh robovih, kjer imamo dvosmerne konzole. Poleg tega so v primeru, da so izpostavljeni, veliko lepši na pogled od običajnih profilov. V primeru, ko so polnjeni z betonom ter imajo tudi ustrezno količino dodane armature, pa ni potrebno izvesti nobenih dodatnih ukrepov glede požarne zaščite.

Za dimenzioniranje profilov je bila analiza narejena v programu ETABS. Dimenzije profilov na skici so v ameriških oznakah (enote palci, 1 palec = 2,5 cm).

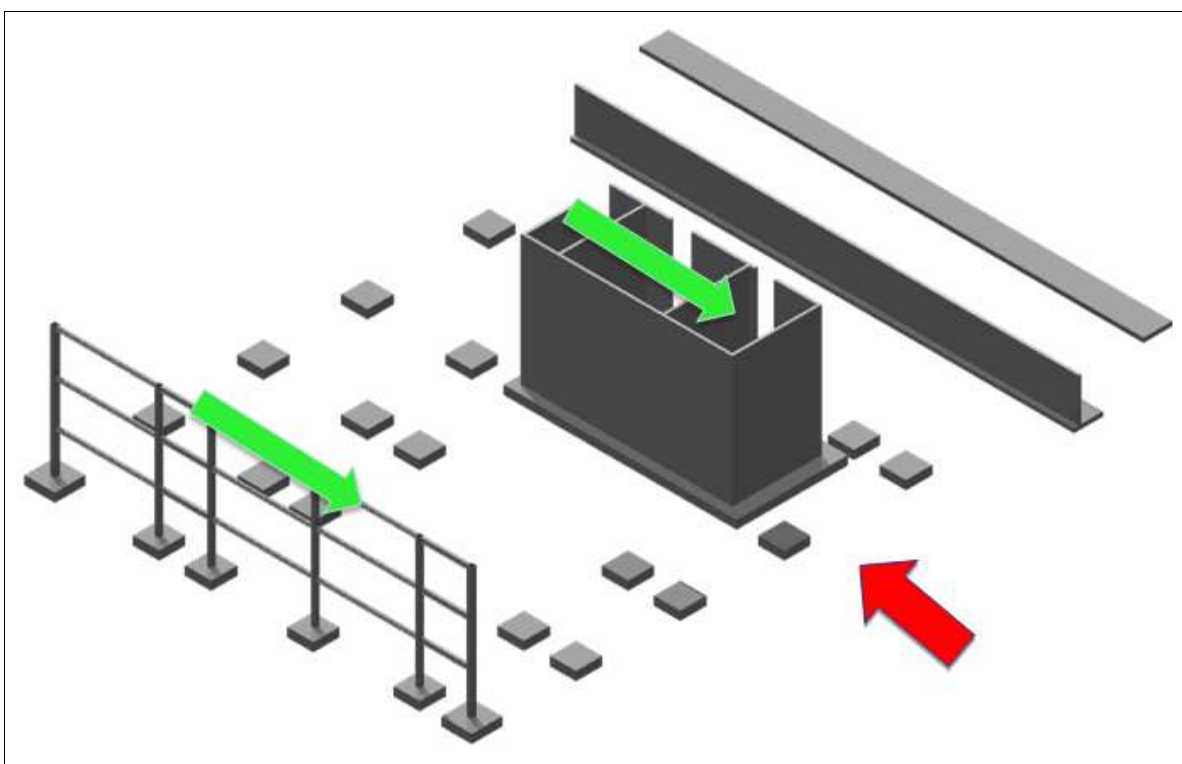


Slika 36: Položaj vertikalne nosilne konstrukcije.

Spoji med jeklenimi elementi. Večina spojev v objektu je členkastih, ki so mnogo cenejši in enostavnejši za izvedbo. Momentne spoje se uporabi samo na konzolnih delih ter na delu, kjer se tvori okvir za prevzem horizontalnih obremenitev.

Sistem za prevzem horizontalnih obremenitev. Velik problem se je pojavil pri prevzemanju horizontalne sile vetra na konstrukciji. Zaradi velike luknje, ki jo naredi avditorij v plošči v prvem nadstropju plošče ter luknjah v strehi za potrebe notranjih dvorišč, je bilo problematično prenašanje sil do horizontalnega sistema. Za diafragma se lahko določi samo ploščo v drugi etaži. Zato je bilo potrebno zagotoviti dodatne ojačitve, ki omogočijo, da se celotna konstrukcija ustrezno obnaša.

Glavni nosilni sistem predstavljajo armirano-betonske stene, ki se nahajajo za avditorijem. Izkaže se, da z debelino 20 cm zadostimo vsem potrebam. Sočasno se ta del objekta uporabi za namestitev strojnice ter dvigala. Stene delujejo tudi kot toplotni rezervoar, saj beton s svojo maso ter toplotno kapaciteto na sebe veže veliko energije. V primeru obremenitev v smeri vzhod-zahod je nosilnim stenam dodan momentni okvir na severu objekta, ki prepreči morebitno torzijsko sukanje konstrukcije ter zagotovi stabilnost.



Slika 37: Horizontalni nosilni sistem v objektu.

Temeljenje. Zaradi sorazmerno majhnih obremenitev se pod stebri uporabi točkovne temelje, ki zaradi dobre nosilnosti temeljnih tal ne predstavljajo večjih obremenitev. Pod stenami uporabimo pasovne temelje. Na južnem delu objekta, ki je izpostavljen delovanju zaledne hribine, pa je potrebno izvesti podporne zidove.

7.2.2.3 Strojno inženirstvo

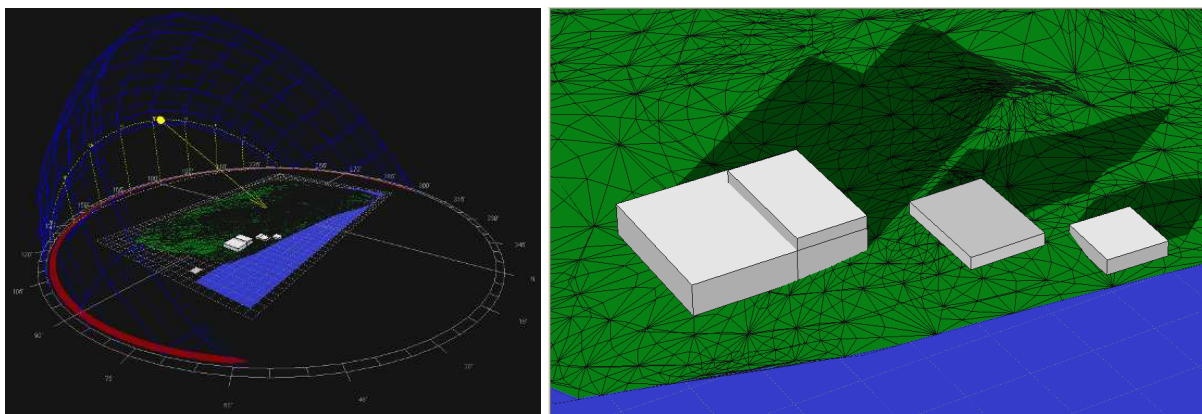
Velik del dejavnosti, ki sta jih opravila strojniki, je opisan že v poglavjih Arhitektura in Gradbeništvo konstrukterstvo. Strojniki imajo pomemben delež pri uvajanju novih tehnologij na objektih, ki je v veliki meri povezano tudi s cilji trajnostne gradnje.

Analiza lokacije. Za strojnega inženirja so zelo pomembni podatki o lokaciji, saj na podlagi njih lahko zasnuje veliko sistemov v objektu. Tako je njihov prvi korak natančna preučitev lokalnih pogojev.

Za Wisconsin so značilne dolge zime s povprečnimi temperaturami pod -10°C , kar predstavlja velike ogrevalne obremenitve za objekt, ki je glavna oblika porabe energije. Drugače pa temperature od aprila do oktobra ostanejo znotraj ranga temperaturne nevtralnosti. Ker je stalno prisoten tudi veter, lokacija ponuja dobro možnost za uporabo naravnega prezračevanja objekta.

Sončno obsevanje: podatki o solarni radiaciji kažejo, da je osvetljenost lokacije primerna za namestitev solarnih panelov oz. fotovoltaičnih celic. Morebiten problem, ki ga je bilo potrebno preučiti, je senca, ki bi jo znal na objekt metati bližnji gozd in knjižnica, vendar simulacije pokažejo, da tudi to ne predstavlja večjih ovir.

Ker je koncept objekta pravokoten, je potrebno tudi analizirati, katera orientacija objekta je boljša, vzhod - zahod ali sever - jug. Rezultati pokažejo, da je orientacija sever – jug boljša, saj je v tem primeru osenčenost objekta precej manjša.



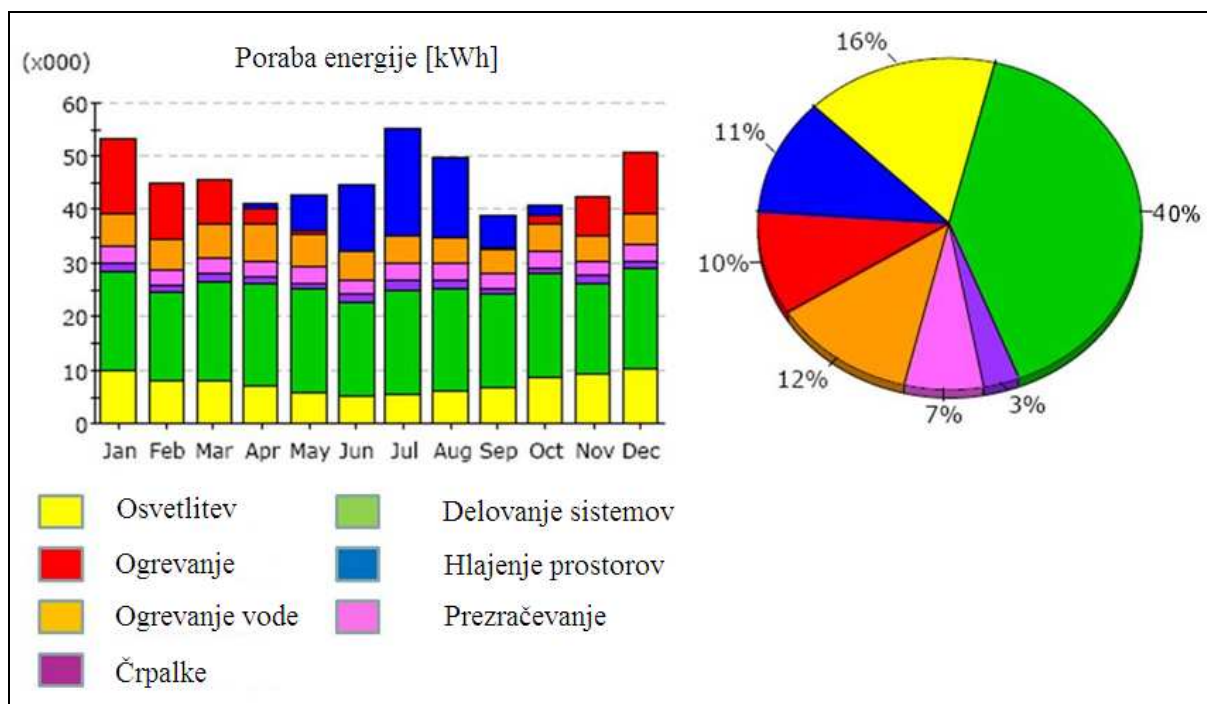
Slika 38: Simulacija osenčenosti v programu Ecotect

Viri energije. Raziskanih je bilo več različnih možnosti za pridobivanje energije na lokaciji. Zaradi velike obsežnosti celotnega poročila je vse skupaj skrčeno v pregledni tabeli.

Preglednica 9: Alternativne variante za uporabo virov energije na objektu.

Kaj?	Način delovanja	Izbrano	Zakaj?
Jezerna črpalka	Zajemanje vode iz jezera, poleti za hlajenje, pozimi gretje.	Ne	Jezero prenizko, prepovedana uporaba vode iz jezera zaradi naravovarstvenih razlogov.
Geotermalna črpalka	Uporaba zemeljske energije za ogrevanje prostorov.	Da	Energetsko učinkovit, primeren za lokacijo.
Solarni paneli	Ogrevanje vode preko strešnih panelov za uporabo v objektu.	Ne	Slabše lastnosti od fotovoltaičnih panelov.
Fotovoltaični paneli	Paneli ob sončnem obsevanju proizvajajo električno energijo.	Da	Lokacija primerna, kljub dragi naložbi se investicija povrne v 13. letih.
Vetrna energija	Veter poganja vetrnice, ki proizvajajo električno energijo.	Ne	Lokacija nima zadosti potencialov glede vetrne energije.
Lokalna elektrarna	Kampus dobiva energijo iz lokalne elektrarne.	Da	Služi kot dodaten podporni sistem izbranim variantam.
Kotli	Pridobivanje toplotne energije s pomočjo neobnovljivih virov.	Ne	Slabše lastnosti kot ostali viri, okoljevarstveno sporni.

Simulacija energijskih zahtev objekta. Simulacija je bila narejena v programu eQuest. Predvideno je, da objekt obratuje celotno leto. Za ogrevanje je predvidena uporaba geotermalne črpalke. Rezultati so prikazani na spodnjih diagramih.



Slika 39: Rezultati simulacije porabljene energije.

Simulacija pokaže, da je predvidena letna poraba energije za naš objekta 549,320 kWh/leto.

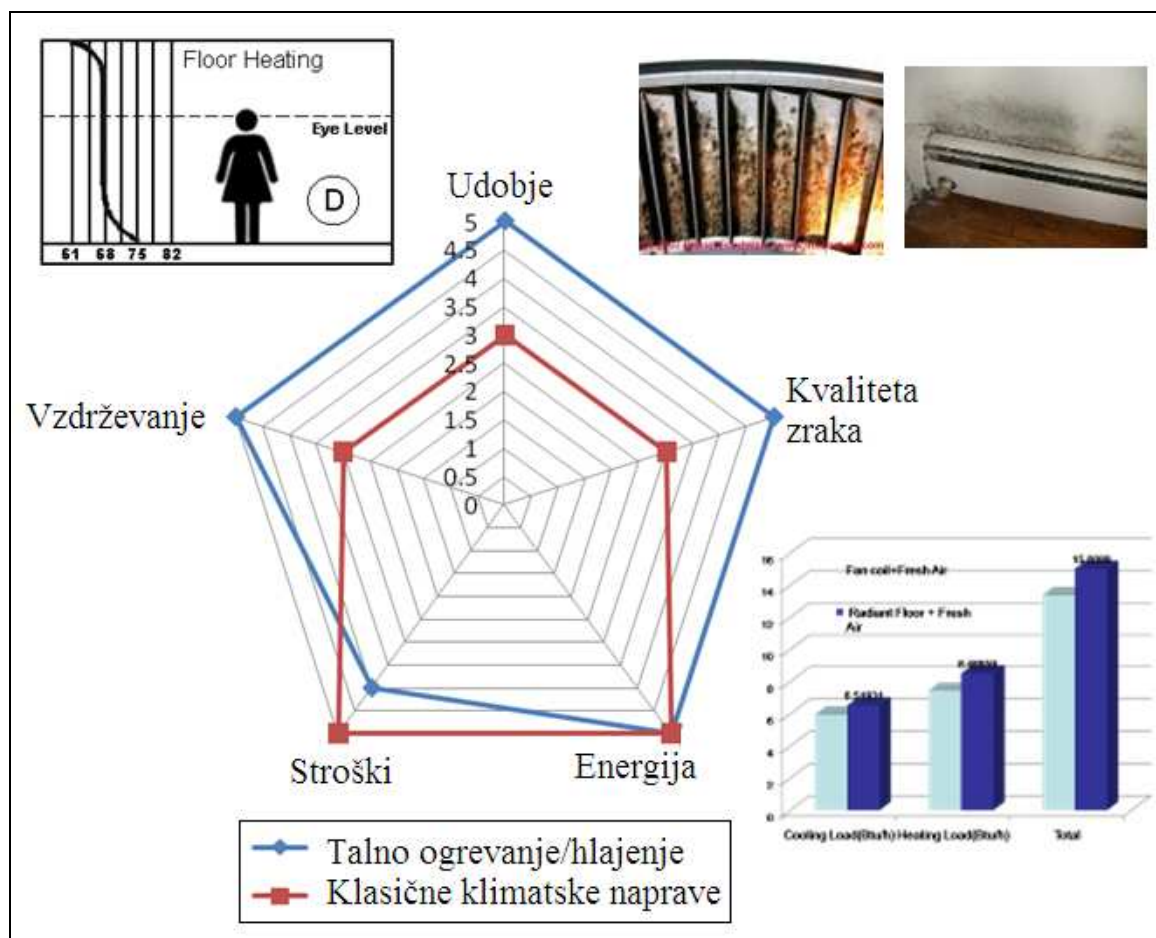
Sistemi za distribucijo zraka. Preučena sta bila dva sistema za klimatski sistem in distribucijo zraka:

- talno ogrevanje/hlajenje s pomočjo vode in talna distribucija svežega zraka,
- običajne klimatske naprave

Primerjava je bila narejena na podlagi naslednjih karakteristik:

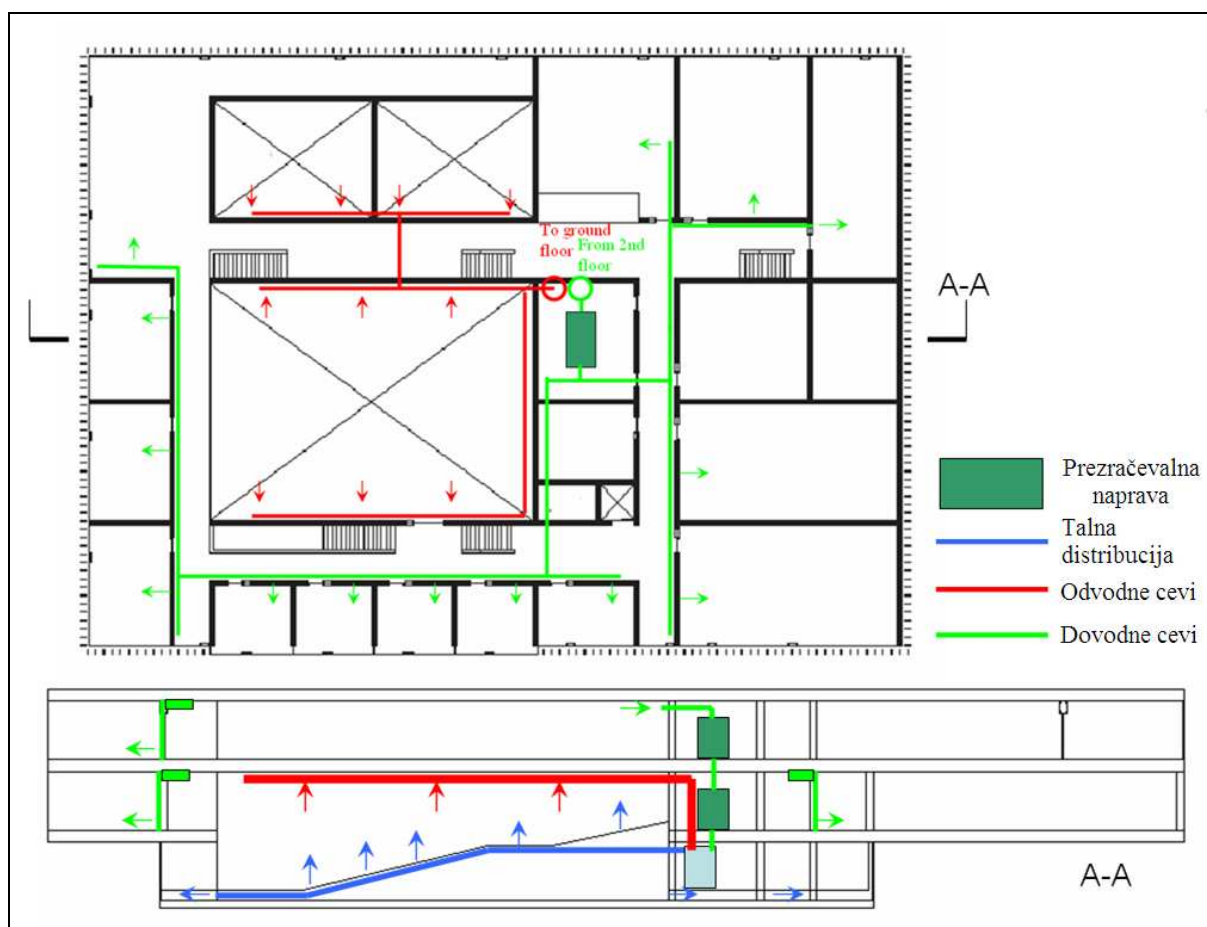
- udobje: temperaturna distribucija je pri talnem ogrevanju idealna, saj ustreza človeškim fiziološkim potrebam;
- kvaliteta zraka: talno ogrevanje z vodo je zelo čisto. Medtem se klimatske naprave hitro pridejo v stik z vlago, kar lahko povzroči rast plesni;

- energija: običajne klimatska naprava porabi manj energije;
- življenjski stroški: začetni stroški obeh sistemov so praktično enaki, vendar pa so stroški delovanja talnega ogrevanja precej nižji;
- vzdrževanje: talno ogrevanje potrebuje zelo malo vzdrževanja v primerjavi z običajnimi klimatskimi napravami.



Slika 40: Primerjava obeh sistemov za distribucijo zraka. Uporabljena je posebna metoda za oceno najprimernejšega sistema, ki grafično prikaže najboljšo varianto.

Končna rešitev. Za pritličje se uporabi podtalna distribucija zraka. Sistem zahteva dodatnih 10 palcev (25 cm) prostora nad ploščo. V prvi in drugi etaži se poleg talnega ogrevanja dodatno namesti sistem za distribucijo svežega zraka.



Slika 41: Prikaz razporeditve vodov v prvi etaži.

Narejena je bila tudi natančna analiza potrebnih dimenzij cevi za celoten objekt. Ker je stvar preobsežna, ni priložena k diplomi.

Zbiranje odpadnih voda. Predvidena je uporaba posebnih cevi, s katerimi bi zbirali meteorno vodo s strehe ter jo dovajali v posebne rezervoarje. Predvidena je ponovna uporaba vode v toaletnih prostorih. Siva voda iz WC-jev je vodena v strojnico, kjer se s posebnimi filtri prečisti in uporabi za zalivanje okoliškega vrta.

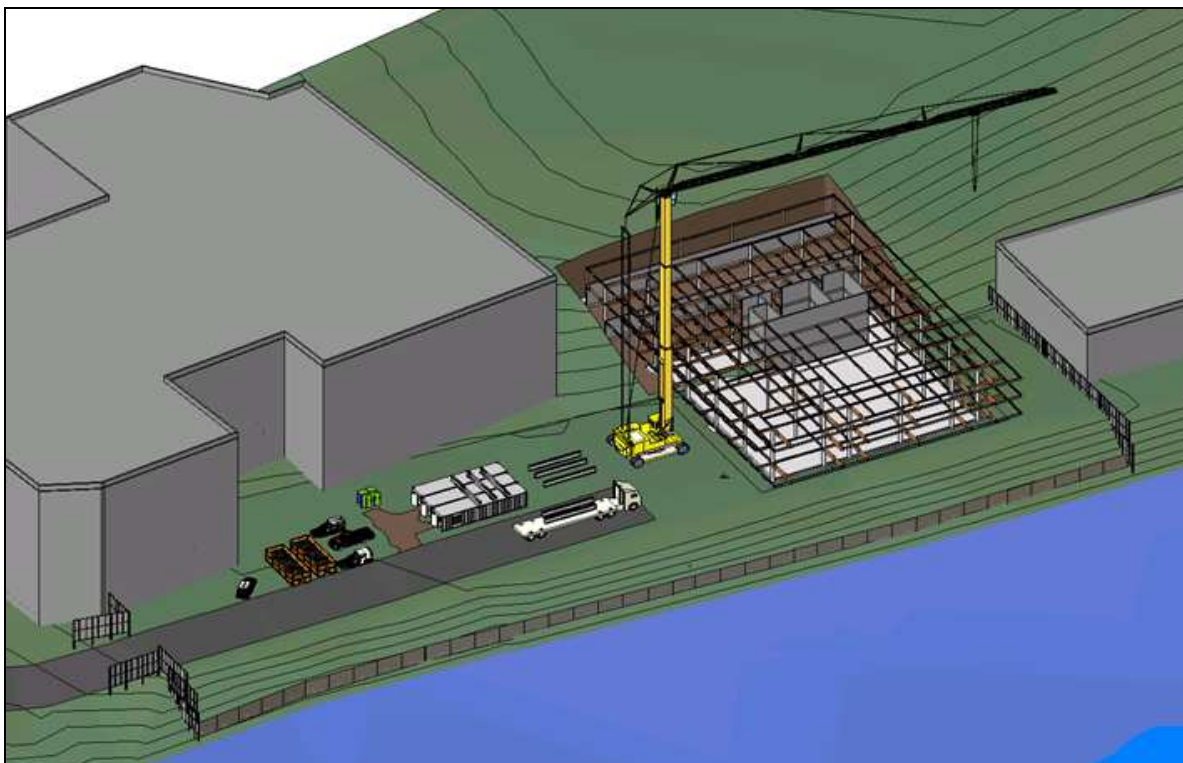
Dodatne strojne skice so podane v Prilogah E, F, G, H, I, J, K in L.

7.2.2.4 Gradbeni menedžment

Lokacija objekta z vidika menedžerja in izbira tehnologije gradnje. Glavni problem pri gradnji objekta se nahaja v dostopu do mesta objekta, ki je zelo omejen. Ena izmed možnosti je dostop po poti, ki vodi ob jezeru. To se izkaže za neprimerno zaradi težke opreme, ki jo je potrebno voziti mimo ter občutljive naravne okolice. Druga opcija je bila povečati delovni prostor, ki je na voljo, z uporabo splavov, vendar je bilo tudi to ekološko sporno. Zato je bil končni rezultat v tem, da je bilo potrebno gradbeno tehnologijo prilagoditi zahtevam lokacije.

Drugi problem je bila morebitna erozija zaradi odtekanja vode z gradbišča. V ta namen je predvidena namestitev posebne težke muljaste pregrade zraven bregu jezera. Poleg tega je predvideno, da bi bila pot, ki vodi ob jezeru, v času gradnje zaradi varnostnih zahtev ter potrebe po prostor zaprta z ogrado.

Na spodnji skici je prikazan raspored gradbišča (odlagališče odpadkov, WC-ji, odlagališče materiala, mesto razkladanja, itd.). Lokacija ne ponuja veliko mesta za parkirne prostore, zato ni možna namestitev delavcev v bližini objekta.



Slika 42: Skica organizacije gradbišča.

Zaradi geometrije objekta je predvideno, da bo potrebno tudi izkopavanje, če hočemo, da se objekt umesti v prostor. Željeno je bilo, da je to izkopavanje tem manjše, da se ne poseže v gozd za hribom. Izkazalo se je, da se z gradnjo ustreznega podpornega zidu to zagotovljeno, kljub temu, da to prinese dodatne stroške.

Prefabrikacija je bila ena ključnih dejavnikov v zimskem semestru pri izbiranju koncepta. Jeklena izvedba je sicer bila dražja, vendar ponuja možnost prefabrikacije. Predvideno je bilo, da se izvede sestavke, ki jih je možno natovoriti na tovornjak ter se jih kasneje enostavno vgradi na objektu. To zmanjša potreben prostor za odlaganje materiala na gradbišču.

Problem se je pojavil tudi zaradi ene same poti za dostop do gradbišča. Zaradi tega je bila izbrana možnost stalne dobave potrebnih jeklenih elementov in fasadnih panelov. To omogoči tovornjakom, da vstopijo na gradbišče, žerjavi raztovorijo tovor in ga direktno vgradijo na objektu. Tako tovornjaki ne rabijo čakati na raztovarjanje, kot se to rado zgodi v tradicionalnih procesih.

Izbira žerjava je bila ena izmed večjih dilem. Na začetku, ko se je razmišljalo o uporabi poti ob jezeru za dostop do lokacije, se je predvidelo, da bi bila v uporabi dva nepremična žerjava. Ta opcija se je kasneje izkazala za nepraktično, zato je bilo potrebno uporabiti samo en velik žerjav. Noben žerjav običajne velikosti ne bi mogel pokriti celotne lokacije objekta. Zato je bilo potrebno uporabiti velik gosenični žerjav, ki je sicer dražji od dveh manjših nepomičnih, vendar pa ima veliko prednost v tem, ker ga je mogoče premikati. V primeru uporabe različnih gradbenih materialov se je izkazalo, da so prefabricirani betonski elementi precej težji od jeklenih, kar je bilo eno izmed dodatnih plusov pri izbiri variante (glej Priloga M).

Izračun stroškov. Predpostavljeno je bilo, da naj bi letna inflacija znašala okoli 4%, investirana vsota od začetka planiranja pa bi se letno povečevala za okoli 7%, kar pomeni, da bi se začetna vsota iz leta 2007, ki je znašala 7,5 milijonov USD do leta 2015 povečala na 9,1 milijona USD. Vsi zimski koncepti so bili pod to mejo in denar ni bil ključnega pomena pri izbiri koncepta, saj smo izbrali najdražjo varianto, ki pa je najboljše dosegala želje vseh vpletenih. Ker smo bili stalno pod mejo namenjenega denarja, smo ga poskušali pametno porabiti z dodajanje komponent. Velik del kolača je odpadel na izdelavo kompleksne jeklene

konstrukcije, poleg tega pa so bili med višjimi stroški še uporaba posebne zasteklitve ter fotovoltaični paneli.

Preglednica 10: Največji izdatki na objektu.

Največji izdatki:	[€]
Jeklena konstrukcija	1,208,161
Posebni fasadni elementi	898,867
PV paneli	880,000
Izkopi	470,230

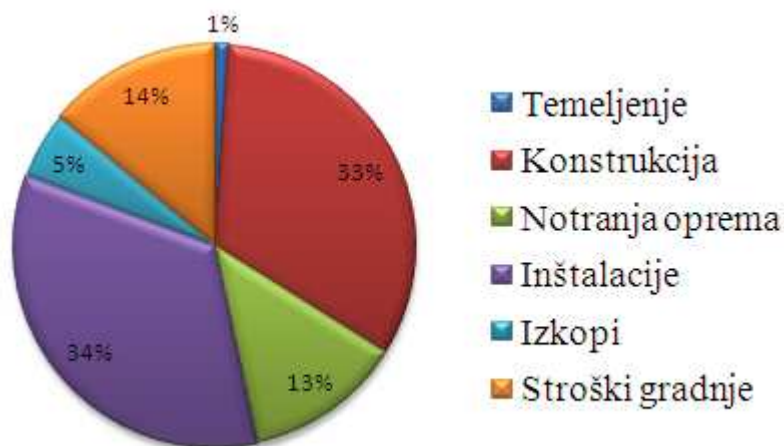
Preglednica 11: Stroški gradnje objekta in primerjava s karakterističnimi stroški gradnje¹⁶.

Stroški konstrukcije:	[€]	Delež celotnih stroškov:	Karakteristični odstotni sestav stroškov:
Temeljenje	100,285	1,1 %	6,5 %
Konstrukcija	2,931,713	32,8 %	30 %
Notranja oprema	1,131,072	12,7 %	8,6 %
Inštalacije	3,047,674	34,1 %	21,2 %
Izkopi	470,230	5,3 %	2,2 %
Stroški gradnje	1,246,414	14 %	31,5 %
Čisti stroški	8,927,388		
Predvideni proračun leta 2015	9,099,406		
Končna bilanca	+172,018		

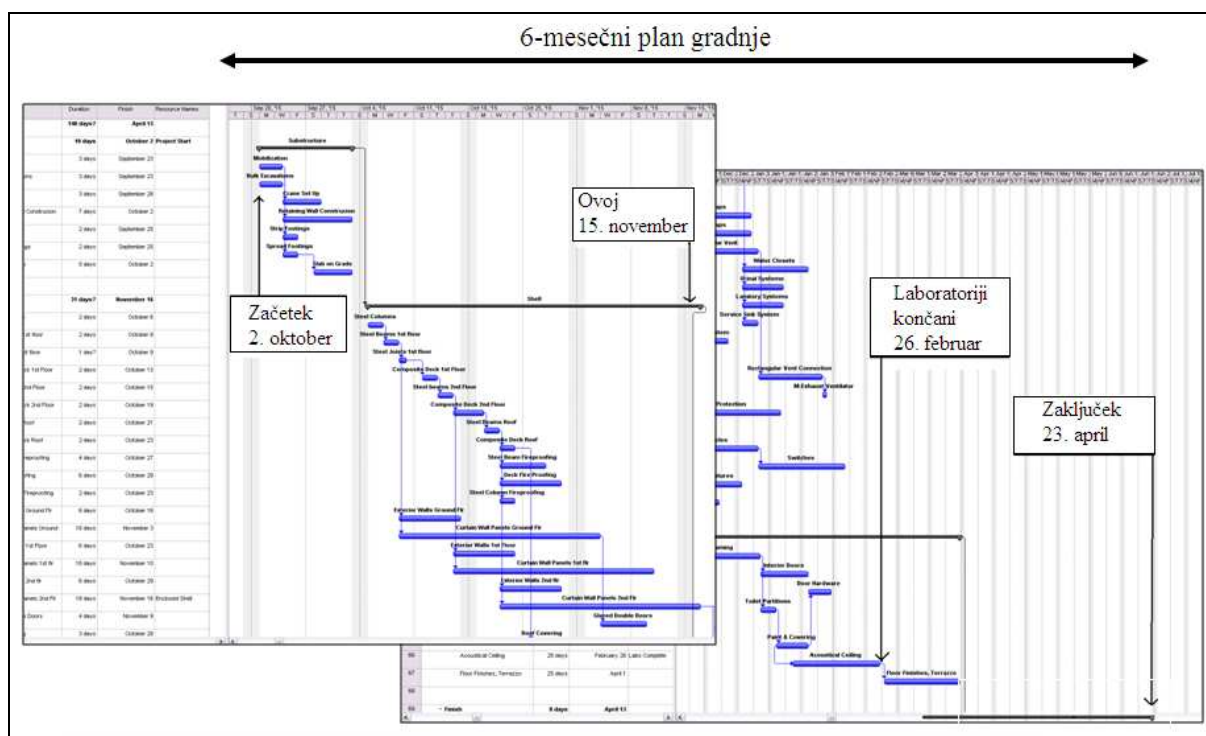
Primerjava dejanskih stroškov gradnje s karakterističnimi stroški gradnje ne pokaže popolnega ujemanja. Na začetku je potrebno poudariti, da je karakteristični odstotni sestav stroškov podan za Nemčijo, poleg tega pa so podatki sorazmerno stari (iz leta 1999). Velika razlika se pokaže pri inštalacijah (skoraj 13%). Razlika je posledica tega, da so na našem

¹⁶ IZS: Karakteristični sestav stroškov pri stavbah – srednje šole. <http://www.izs.si/> (14. 9.2008)

načrtovanem objektu uporabljene novejšje in kompleksnejše tehnologije, ki predstavljajo večji strošek. Velika razlika se pojavi tudi pri stroških gradnje. Ker je čas gradnje krajši, so posledično manjši tudi stroški gradnje za naš načrtovani objekt. Uporabljenih je veliko prefabriciranih elementov.



Slika 43: Odstotni sestav stroškov gradnje objekta.



Slika 44: Plan gradnje. Začetek gradnje predviden 2. oktobra 2015, konec pa 23. aprila 2016.

Plan gradnje. Plan gradnje je bil ena izmed ključnih komponent. Eden izmed razlogov, zakaj je bila izbrana jeklena varianta, se skriva v tem, ker je čas gradnje bistveno krajši od variante v betonu. Klima v Wisconsinu je narekovala, da je potrebno objekt spraviti pod streho do sredine novembra. Gradnja naj bi se začela oktobra, končala pa naj bi se konec aprila, kar da na voljo 6 mesecev za dokončanje oz. namestitvev notranje opreme. Ena izmed zahtev je namreč bila, da naj bo objekt nared do začetka šolskega leta v septembru 2016.

7.2.2.5 LEED – Trajnostna gradnja

Za oceno, ali je objekt v skladu s trajnostnimi objekti, je bil uporabljen ameriški točkovni sistem za vrednotenje trajnostne gradnje LEED. Željeno je bilo, da bi LEED ne služil samo kot sredstvo, ki oceni, ali je objekt narejen v skladu s smernicami trajnostne gradnje, ampak bi trajnostna gradnja služila kot način razmišljanja v fazi snovanja in narekovala odločitve pri izbiri sistemov. Žal je bilo zaradi premalo izkušenj članov to težko dejansko izvesti. Kljub temu se je na koncu izkazalo, da naš objekt dosega zlat certifikat, kar je zelo dobro (Priloga R: Ameriški točkovni obrazec LEED). Ena izmed ključnih komponent pri tem je bila uporaba okolju prijaznih strojniških tehnologij (geotermalna črpalka, fotovoltaični paneli, naravno prezračevanje).



Slika 45: Točkovanje trajnostne gradnje po ameriškem točkovnem sistemu LEED.

Eden izmed postavljenih izzivov v projektu je bil ugotoviti, katere komponente se da ponovno uporabiti po končani obratovalni dobi objekta oziroma jih je možno reciklirati. Raziskava je pokazala, da je mogoče jeklo zelo dobro reciklirati. Zato smo predvideli, da bi se za naš objekt uporabilo jeklo, ki ga sestavlja 95% reciklirano jeklo, poleg tega pa ga je mogoče tudi kasneje reciklirati. Dobili smo tudi podatke, ki nakazujejo, da je možno vse razrede jekla enostavno reciklirati. Glede stekla je bilo ugotovljeno, da je možno steklene panele ali ponovno uporabiti ali pa jih reciklirati ter uporabiti kot agregat za beton. Delci dajo betonu trdnost in estetsko vrednost. Betonske dele na objektu je možno zdrobiti ter jih uporabiti kot agregat za produkcijo betona. Beton take vrste se običajno uporablja v mostnih konstrukcijah.

Kot dokaz, da so bili naši predlogi razumni, je bila tudi nagrada, ki smo jo dobili od podjetja Swinerton Builders, ki je eno vodilnih na področju trajnostne gradnje (Priloga s: Priznanje podjetja Swinerton Builders).

7.3 Pridobljene izkušnje

Vsak pravi integrirani projekt naj bi ob koncu ob uspešni oz. neuspešni realizaciji imel zaključno poročilo z vsemi izkušnjami, ki so bile pridobljene oz. naučene na projektu (ang. *lessons learned*). To služi projektantom kot pomembna popotnica za vse prihodnje projekte.

Ob vseh pridobljenih novih znanjih, seznanitvijo z najnovejšimi računalniškimi programi, možnosti komuniciranja z ljudmi v mednarodnem prostoru o konkretnih problemih, itd. lahko rečem, da je bila ena pomembnejših izkušenj zagotovo sodelovanje s sovrstniki iz drugih strok. Poleg vsega pridobljenega teoretičnega znanja je najbolj pomembno dejansko doživetje takšnega sodelovanja na projektu (ang. *real-life experience*). Vseskozi je bilo eden ključnih nasvetov koordinatorke programa ne samo poskušati razumeti, ampak tudi začeti razmišljati iz vidika druge discipline (ang. *Try to step into the shoes of other disciplines*). Taka sprememba razmišljanja zagotovo ni enostavna, lahko pa veliko pripomore k iskanju ustrežnejših in boljših rešitev.



Slika 46: Končna vizualizacija objekta.

Zaradi natančnejšega poznavanja projekta lahko povem, da vse stvari niso bile brezhibno narejene, nekatere zaradi pomanjkanja časa, spet druge morda zaradi pomanjkanja strokovnega znanja, kljub vsemu smo vsi sodelujoči imeli izkušnje le kot študentje. Kljub temu pa lahko rečem, da nam je uspela dobra integracija vseh rešitev, kar se je odražalo na uspešno zaključenem in tudi predstavljenem projektu. Menim, da je bila ključna komponenta za uspeh ravno pripravljenost članov, da se naredi uspešen projekt, ki bo izkazoval naše znanje in delo, ki smo ga vložili. Niso nas vodili nobeni zasebni interesi, ki bi onemogočili uspešno sodelovanja, ampak timska naravnost k uspehu celotne ekipe.

8 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi je predstavljen integriran način pristopa k celostni zasnovi objektov. Celostna zasnova objektov predstavlja način pristopa k snovanju objektov, s katerim naj bi dosegli cilj, ki se skriva v visoko učinkovitih objektih. Visoko učinkoviti objekti naj bi bili tisti objekti, ki so varni, zanesljivi, funkcionalni, dostopni, fleksibilni, produktivni, trajnostni in stroškovno učinkoviti v celotni življenjski dobi. Ker so visoko učinkoviti objekti zelo kompleksne enote, je najlažje priti do udejanjenja celostne zasnove z integriranim pristopom k načrtovanju objektov.

Integriran pristop predvideva, da se v fazi zasnove konstrukcij združijo strokovnjaki iz različnih strok. Različen izvor strokovnjakov zagotavlja, da načrtovalci s svojim znanjem pokrivajo obsežen spekter komplementarnih veščin, s katerimi lahko uspešno rešijo vse prepreke pri izvedbi gradbenega projekta. Projektni tim si mora ko vodilo k uspešnemu projektu postaviti projektne cilje. S postavljenimi cilji so določeni tudi temelji projekta, kar pa še ne daje zagotovila, da bo projekt zares uspešen. Potrebna je skupna vizija celotnega tima in razumevanje projekta kot celote.

Integrirani proces mora zato teči skozi vse faze projekta, od začetnega snovanja, skozi izgradnjo objekta vse do njegove vselitve in obratovanja. Večja angažiranost vseh članov integriranega tima v začetni fazi zasnove omogoči, da ima vsakdo pomemben delež pri odločitvah na začetku zasnove, ko so možnosti sprememb velike, stroški za te pa majhni. Sodelovanje lahko vodi do odličnih rešitev za načrtovani objekt, ki jih brez sodelovanja različnih strok ne bi bilo mogoče odkriti. Strokovnjaki morajo ohraniti veliko vlogo od začetka skozi celoten proces zasnove in dosledno spoštovati vse utemeljene predloge različnih strokovnjakov. Posamezen strokovnjak mora znati prisluhniti idejam ostalih ter jih poskušati razumeti, kar je ena izmed vrlin, ki naredi strokovnjaka primerne za interdisciplinarno timsko delo.

Celostna zasnova konstrukcij ponuja tudi enega izmed najboljših pristopov k reševanju zelo aktualnega problema globalnega segrevanja. Z integriranimi projekti je možno kar najbolje zadostiti pogojem trajnostne gradnje, ki prinašajo svetlejšo prihodnost. Vse bolj kompleksne

moderne tehnologije prinašajo razvoj na vseh področjih, za njihovo uspešno uporabo pa je potrebna celostna obravnava.

Številni uspešno opravljeni projekti v tujini, kjer je projektni tim k načrtovanju pristopil celostno, kažejo, da taki projekti zares lahko prinesejo koristi vsem udeležencem v projektu. Trenutne razmere v Sloveniji so na tem področju trenutno slabe. Sodelovanje med različnimi strokami je pomanjkljivo oz. ga ni. Uvajanje integriranega pristopa v prakso ni enostaven proces. Spreminja se ne samo vloga gradbenika konstrukterja na projektu, spremenjeno je sodelovanje med vsemi strokami. Vsem udeležencem na projektu je potrebno natančno razložiti, zakaj je potrebna celostna obravnava objektov ter kako integrirano pristopiti k načrtovanju. Potrebno jih je naučiti, kakšne so pristojnosti posameznih strokovnjakov ter kaj lahko od njih pričakujejo. Ključnega pomena je sprememba običajnega razmišljanje ljudi in zaverovanost v svojo disciplino in znanje. Ljudje morajo pridobiti zaupanje v sposobnosti ostalih strokovnjakov. Dodatna angažiranost v proces zasnove je potrebna tudi s strani investitorja. Investitorji z večjo vključenostjo v procesu snovanja omogočijo, da so njihove želje natančno upoštevane ter razrešene.

Največji potencial ima integriran pristop pri razvoju večjih objektov. Večji objekti zaradi obsežnosti zahtevajo celostno obravnavo in sodelovanje vseh strok pri procesu zasnove. Integriran pristop se vse bolj uveljavlja pri razvoju prefabriciranih konstrukcijskih elementov in sistemov, kjer je potrebno najti integrirane rešitve. Pri razvoju manjših stanovanjskih objektov je možno integriran pristop uporabiti samo delno, saj je obsežnost del in potreba po sodelovanju manjša. Kljub temu delna uporaba integriranega pristopa v določenih fazah projekta lahko odpravi nastanek morebitnih napak v projektu. Takšne napake navadno zahtevajo popravke, kar pomeni dodatno delo in posledično dodatne stroške. Zato je ključnega pomena koordiniranje dela.

VIRI

Ambrose, J. 1995: Simplified Design of Building Structures. New York, John Wiley and Sons: 288 str.

Cerovšek, T., Turk, Ž. 2000. Projektiranje in planiranje na daljavo. V: Lopatič, J. (ur.), Saje, F. (ur.). Zbornik 22. zborovanja gradbenih konstrukterjev Slovenije. Bled, 19.-20. oktober 2000. Ljubljana, Slovesno društvo gradbenih konstrukterjev: str: 163 – 170.

Eastman, C. 2008: Concept Design. Atlanta, Georgia Institute of Technology, interno gradivo: 27 str.

Elsesser, E. 2005: Structural Engineering Concept Development. Stanford, Stanford University, interno gradivo: 68 str.

Gonzales, D. 2008: Swinerton Incorporated – Integrated Project Delivery. Stanford, Stanford University, interno gradivo: 48 str.

Gradbena dejavnost = Construction works. Statistične informacije januar 2007. 2007. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije: 7 str.

Krainer, A., Kunič, R. 2008. Energetska učinkovitost, varovanje okolja in celostno načrtovanje. Gradb. vestn 2008. Junij 2008: 146-152

Maiellaro, N. 2001: Towards Sustainable building. New York, Springer: 265 str.

Martin, M. 2004: Tectonics of Architecture. Stanford, Stanford University, interno gradivo: 23 str.

Merrit, F., Ricketts, J. 2001. Building Design and Construction Handbook. New York, McGraw-Hill: 1600 str.

Rodriguez, A. 2007: Green Buildings: New Construction&Renovation. Stanford, Stanford University, interno gradivo: 28 str.

Sarja, A. 2002. Integrated Life Cycle Design of Structures. London, Spon Press: 142 str.

Smith, J. 2007. Building Cost Planning for the Design Team. Oxford, Elsevier/Butterworth – Heinemann: 401 str.

Šijanec Zavrl, B. 2003: Energetsko učinkovita in trajnostna gradnja. V: Škraba, B.. Inovativno grajeno okolje: zbornik 3. dneva inženirjev in arhitektov. Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije: str. 23-30.

Tao, W. 2001. Mechanical and electrical systems in buildings. Upper Saddle River, Columbus: 592 str.

Turk, Ž., Cerovšek, T., Šargač, M. 2000. Študij za delo na daljavo. Gradb. vestn. 2000. November 2000: 258-267

Wahl, I. 2006. Building Anatomy: An Illustrated Guide to How Structures Work. New York, McGraw-Hill: 401 str.

Watt, D. 1999: Building Pathology: Principles and Practice. New York, Blackwell Publishing: 288 str.

Zakon o graditvi objektov. ZGO – 1, 2.del: temeljne določbe, 9. člen (gradbeni predpisi), UL RS, št. 110/2002: str. 125

Spletni viri:

Energy Design Resources. 2002. Integrated Energy Design.

http://www.energydesignresources.com/Portals/0/documents/DesignBriefs/EDR_DesignBriefs_design.pdf (16.9.2008)

Green Buildings BC. 2007. Roadmap for the Integrated Design Process.

<http://www.greenbuildingsbc.com/Portals/GBBC/docs/IDP-FINAL.pdf> (5.9.2008)

Integrative Design Collaborative. 2006. Whole System Integration Process.

<http://www.integrativedesign.net/files/u1/WholeSystemIntegration.pdf> (5.9.2008)

International Energy Agency. 2003. Integrated Design Process Guideline.

http://www.iea-shc.org/task23/publications/IDPGuide_print.pdf (5.9.2008)

Larsson, N. 2004. The Integrated Design Process.

http://greenbuilding.ca/down/gbc2005/Other_presentations/IDP_overview.pdf (5.9.2008)

McGraw-Hill Construction. 2007. Interoperability in the Construction Industry SmartMarket Report.

http://construction.ecnext.com/mcgraw_hill/includes/SMRI.pdf (16.9.2008)

Nadav, M. 2007. Building Information Modeling and Green Design.

<http://www.buildinggreen.com/auth/article.cfm/2007/5/1/Building-Information-Modeling-and-Green-Design/#WhatisBuildingInformationModeling?> (5.9.2008)

The American Institute of Architects. 2007. Integrated Project Delivery: A Guide.

<http://www.aia.org/ipdg#ipdguide> (5.9.2008)

Whole Building Design Guide. 2008.

<http://www.wbdg.org/> (16.9.2008)

Wikipedia: The Free Encyclopedia.

<http://www.wikipedia.org/> (16.9.2008)

Zimmerman, A. 2007. Integrated design process guide.

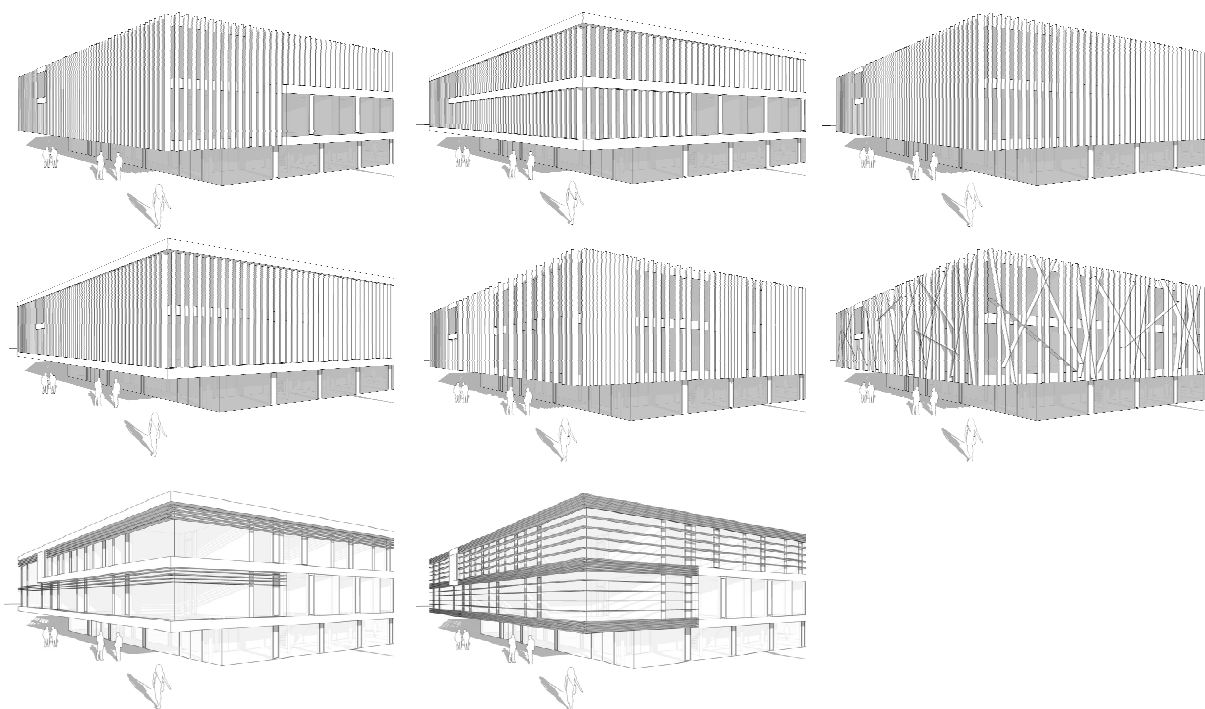
<http://www.waterfrontoronto.ca/dbdocs/4561b14aaf4b0.pdf?PHPSESSID=320a40062358e082e363e50efd67b16e> (5.9.2008).

PRILOGE

Priloga A: Vizualizacija hodnika z notranjim dvoriščem na levi strani.



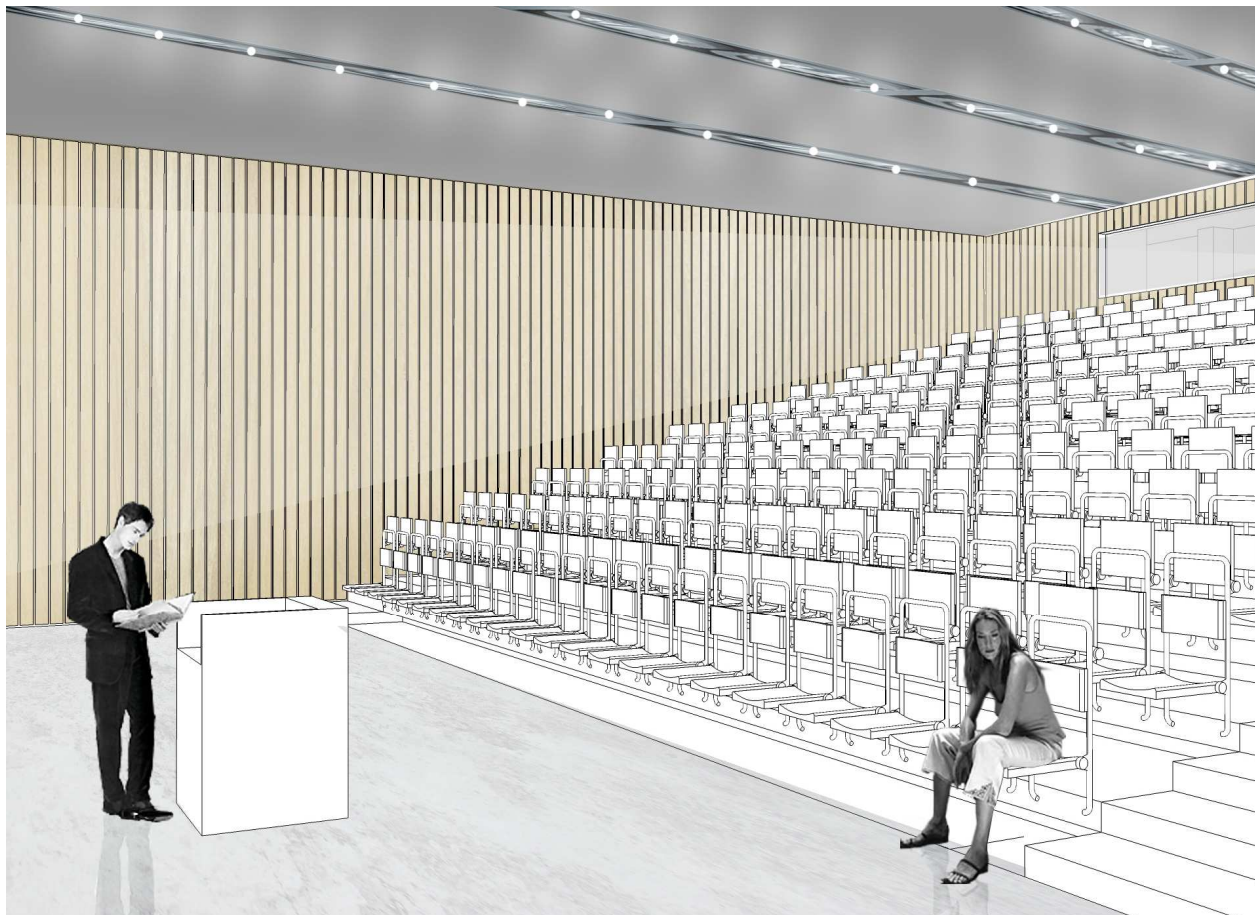
Priloga B: Različne variante za izvedbo fasade



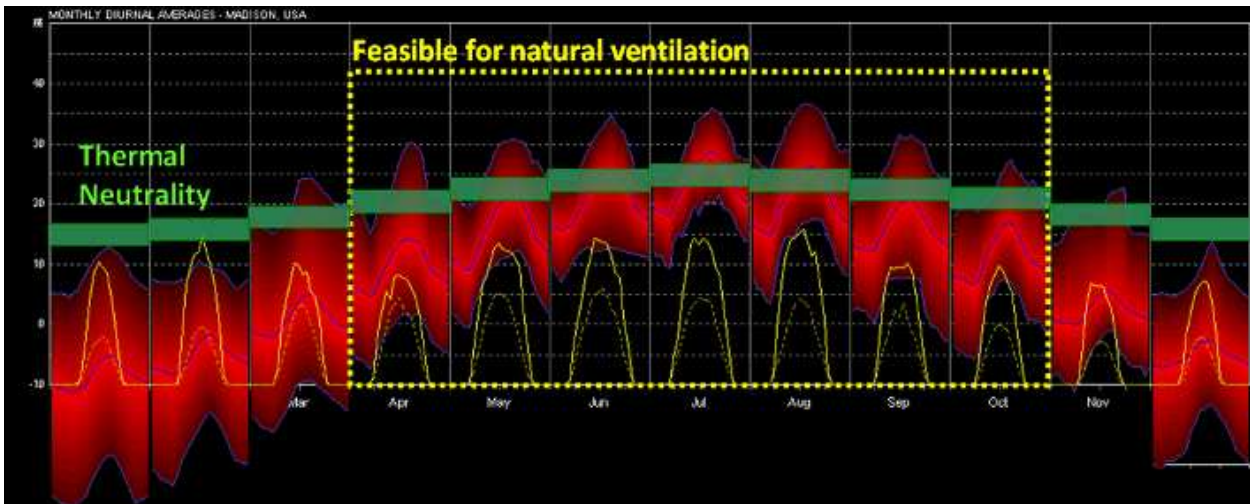
Priloga C: Vizualizacija študentskega prostora.



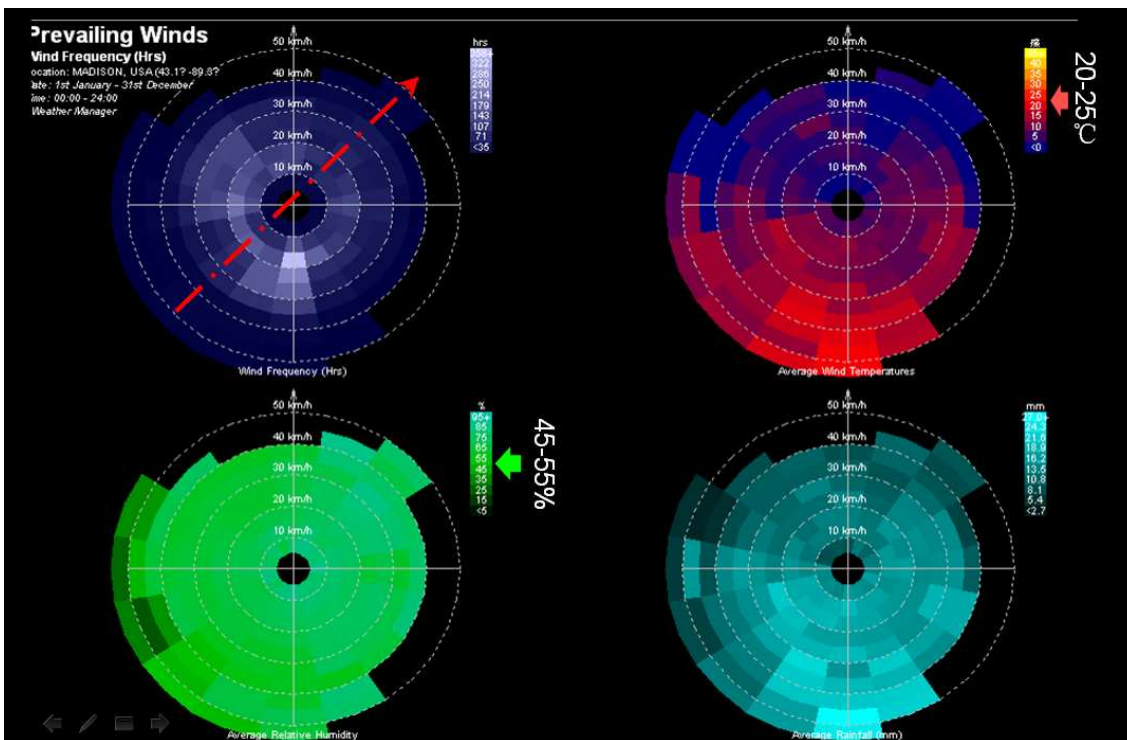
Priloga D: Vizualizacija avditorija.



Priloga E: Letni razpored temperature zunanje okolja v Madisonu, Wisconsin.



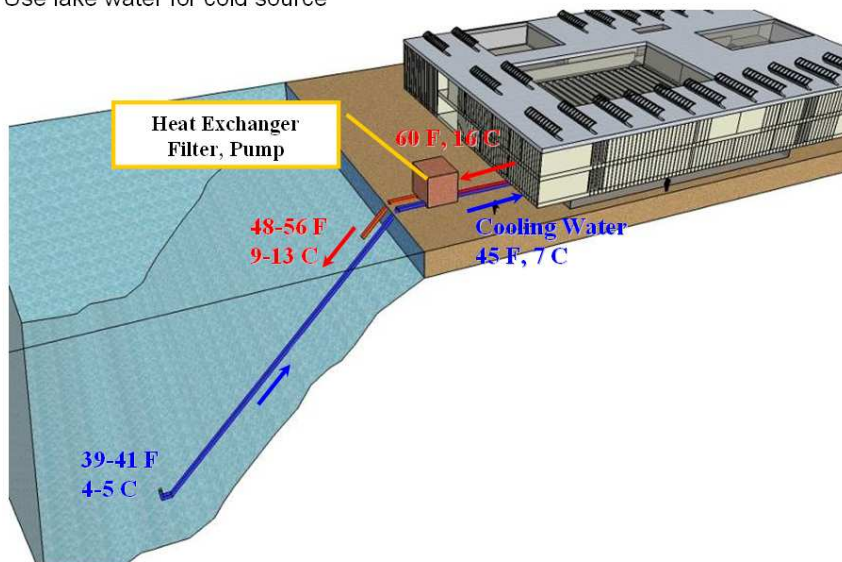
Priloga F: Prevladujoče smeri vetra.



Priloga G: Simulacija izvedbe toplotne črpalke iz bližnjega jezera.

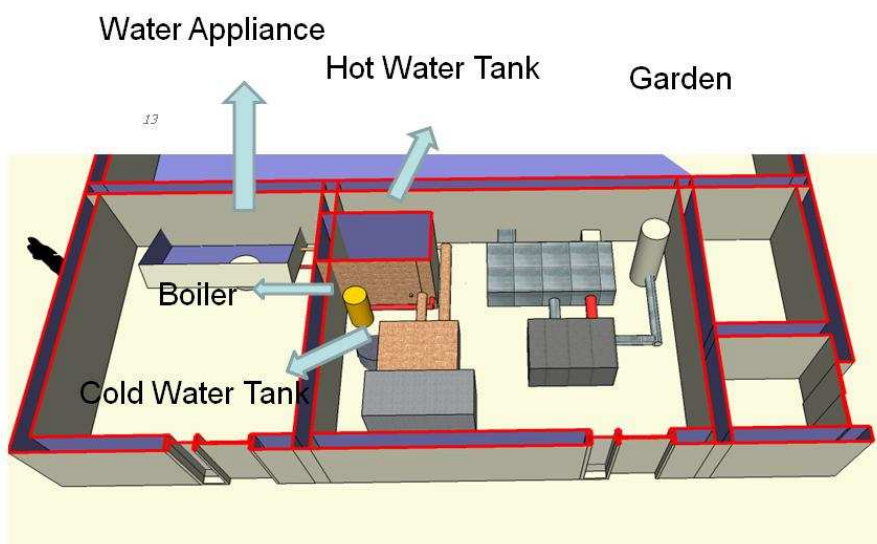
Summer Lake Source Cooling (LSC) System

Use lake water for cold source

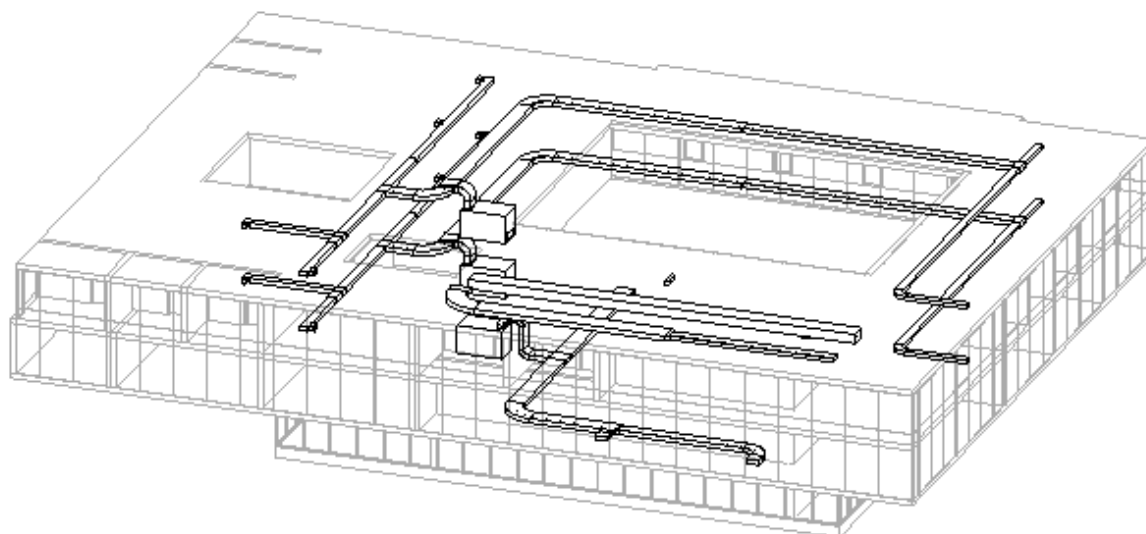


Priloga H: Izvedba strojnice in namestitvev naprav za zbiranje meteorne vode.

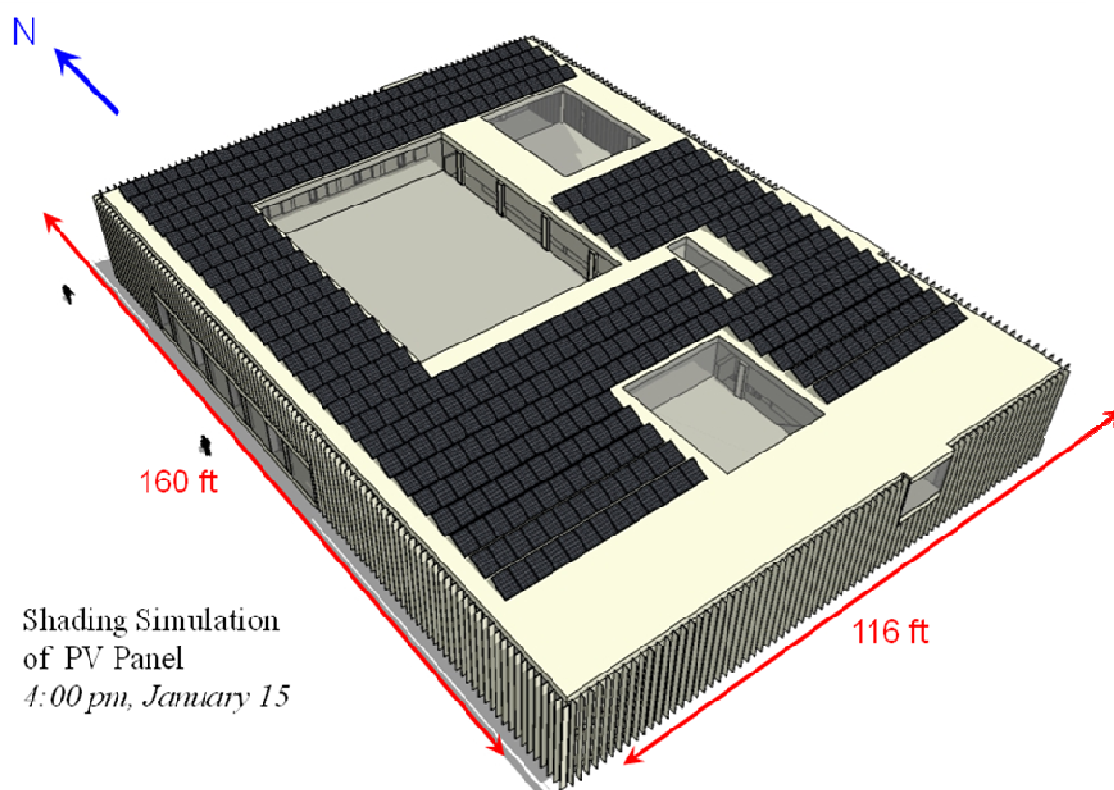
Step 1. Restroom Direct Use



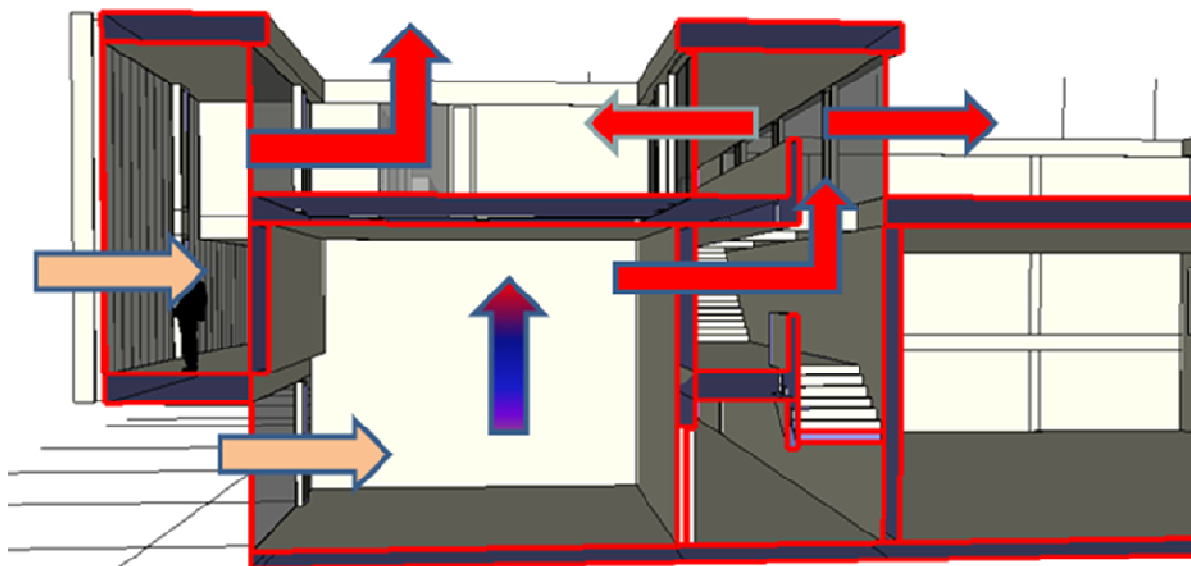
Priloga I: Prikaz razporeditve vodov v objektu.



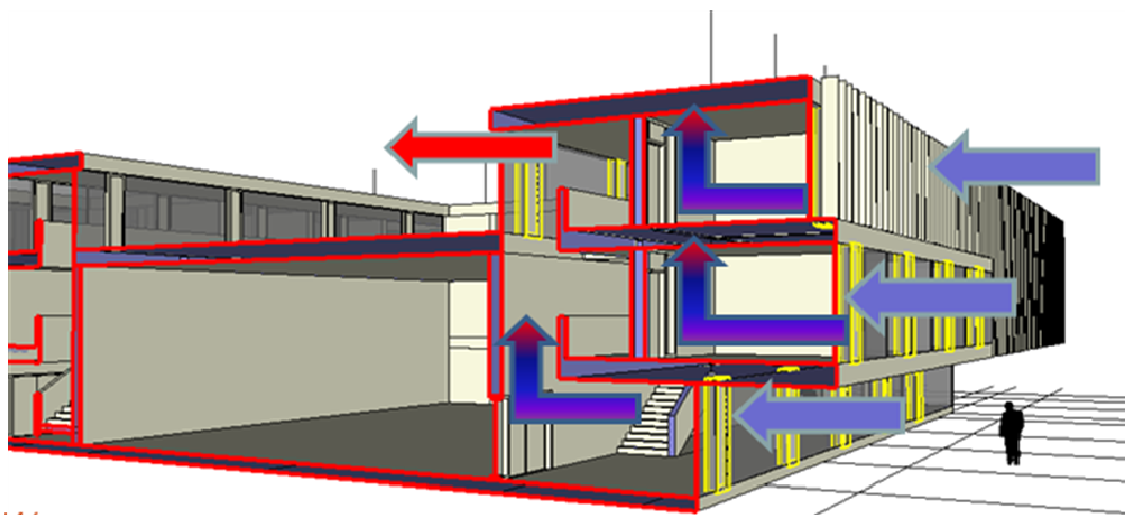
Priloga J: Prikaz namestitve fotovoltaičnih panelov na strehi objekta.



Priloga K: Princip delovanja naravnega prezračevanja v objektu.

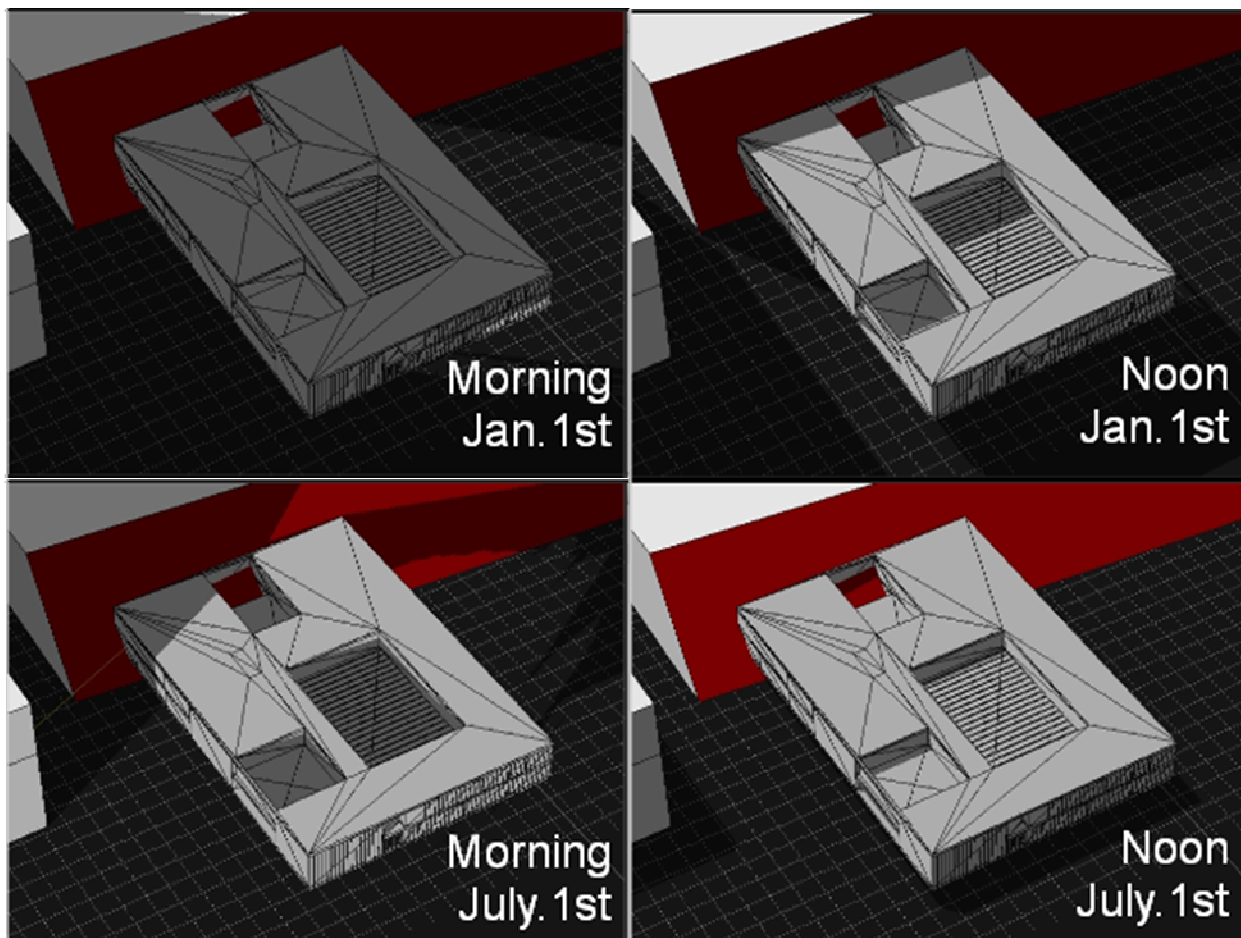


East

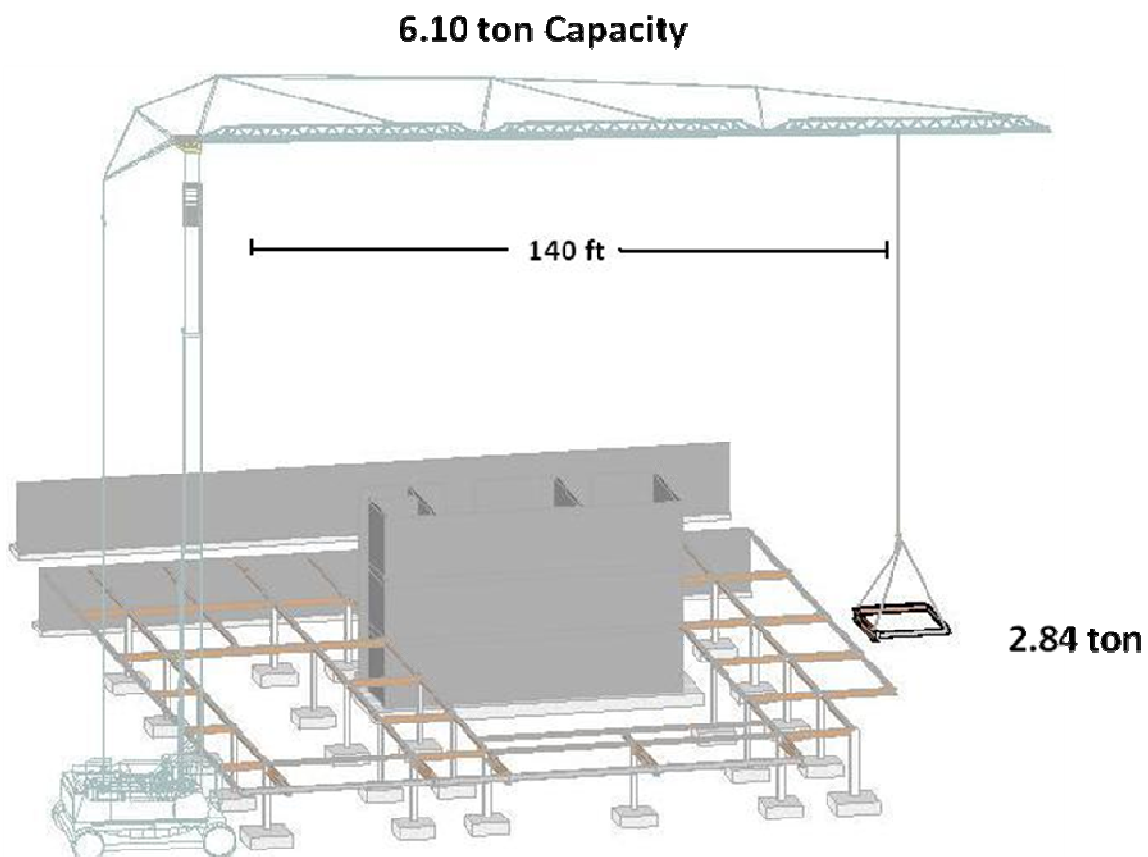


West

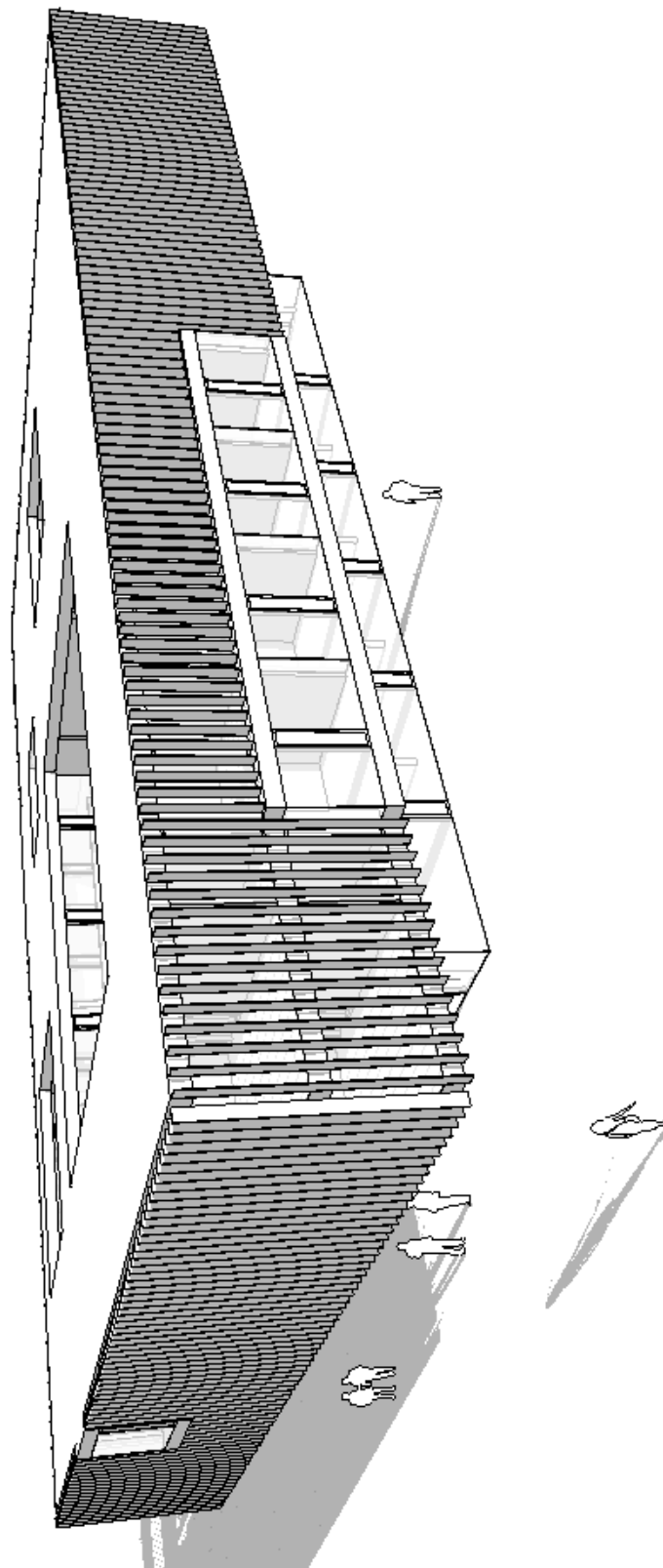
Priloga L: Prikaz osončenosti objekta pozimi in poleti.



Priloga M: Prikaz dviga najtežjega in najbolj oddaljenega tovara.



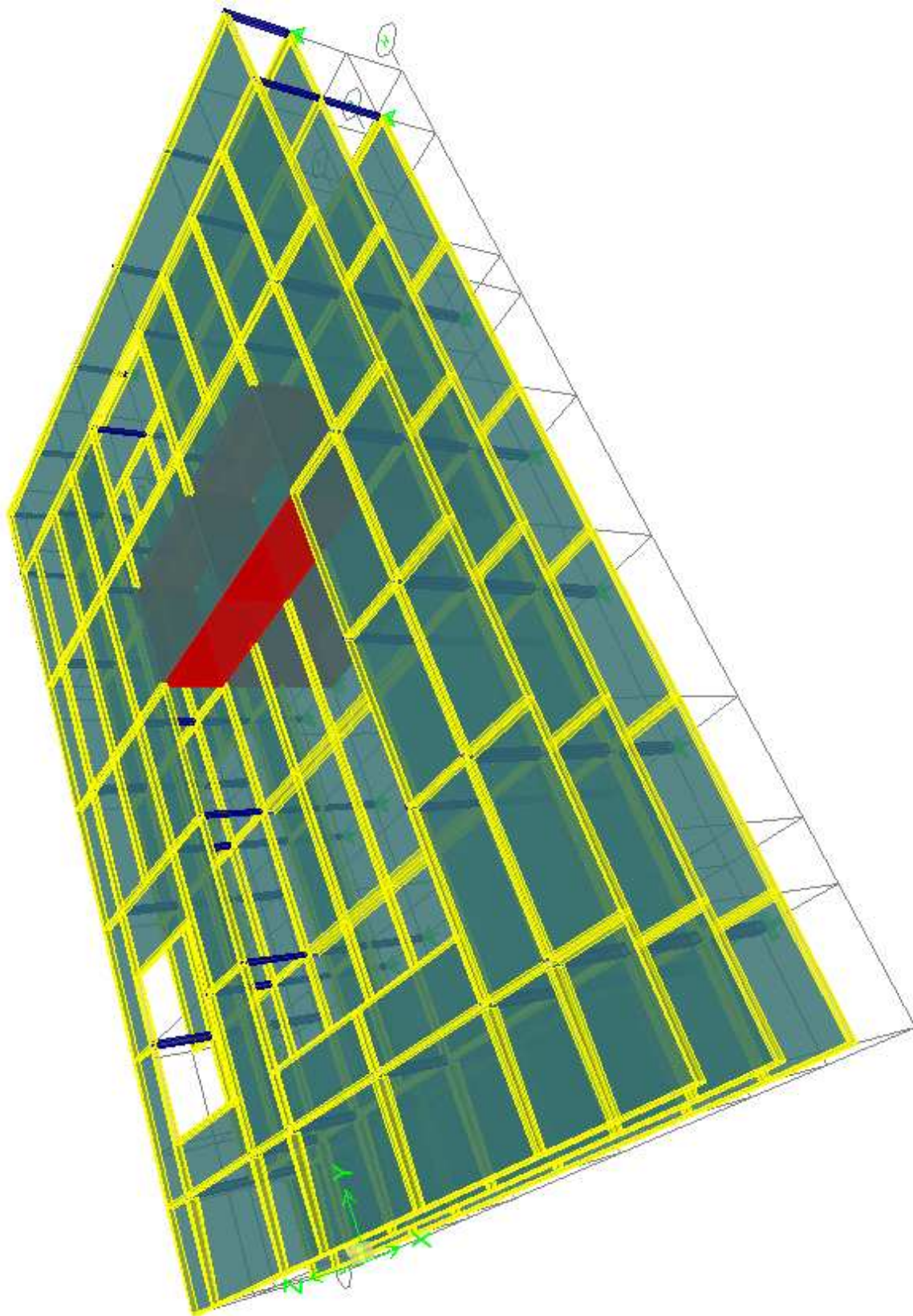
Priloga N: Računalniški model objekta v programu Google SketchUp.



Priloga O: Računalniški model objekta v programu Revit Architecture.



Priloga P: Računalniški model objekta v programu ETABS.



Priloga R: Ameriški točkovni obrazec LEED.

8 3 3 Sustainable Sites 14 Points

Y	Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	Required
1	Credit 1	Site Selection	1
1	Credit 2	Development Density & Community Connectivity	1
	1	Credit 3 Brownfield Redevelopment	1
1	Credit 4.1	Alternative Transportation, Public Transportation Access	1
1	Credit 4.2	Alternative Transportation, Bicycle Storage & Changing Rooms	1
1	Credit 4.3	Alternative Transportation, Low-Emitting & Fuel-Efficient Vehicles	1
	1	Credit 4.4 Alternative Transportation, Parking Capacity	1
	1	Credit 5.1 Site Development, Protect or Restore Habitat	1
	1	Credit 5.2 Site Development, Maximize Open Space	1
1	Credit 6.1	Stormwater Design, Quantity Control	1
1	Credit 6.2	Stormwater Design, Quality Control	1
	1	Credit 7.1 Heat Island Effect, Non-Roof	1
	1	Credit 7.2 Heat Island Effect, Roof	1
1	Credit 8	Light Pollution Reduction	1

Yes ? No

3 2 Water Efficiency 5 Points

1	Credit 1.1	Water Efficient Landscaping, Reduce by 50%	1
	1	Credit 1.2 Water Efficient Landscaping, No Potable Use or No Irrigation	1
	1	Credit 2 Innovative Wastewater Technologies	1
1	Credit 3.1	Water Use Reduction, 20% Reduction	1
1	Credit 3.2	Water Use Reduction, 30% Reduction	1

15 Energy & Atmosphere 17 Points

Y	Prereq 1	Fundamental Commissioning of the Building Energy Systems	Required
Y	Prereq 2	Minimum Energy Performance	Required
Y	Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management	Required

*Note for EAc1: All LEED for New Construction projects registered after June 26th, 2007 are required to achieve at least two (2) points under EAc1.

10	Credit 1	Optimize Energy Performance	1 to 10
		10.5% New Buildings or 3.5% Existing Building Renovations	1
		14% New Buildings or 7% Existing Building Renovations	2
		17.5% New Buildings or 10.5% Existing Building Renovations	3
		21% New Buildings or 14% Existing Building Renovations	4
		24.5% New Buildings or 17.5% Existing Building Renovations	5
		28% New Buildings or 21% Existing Building Renovations	6
		31.5% New Buildings or 24.5% Existing Building Renovations	7
		35% New Buildings or 28% Existing Building Renovations	8
		38.5% New Buildings or 31.5% Existing Building Renovations	9
	10	42% New Buildings or 35% Existing Building Renovations	10
3	Credit 2	On-Site Renewable Energy	1 to 3
		2.5% Renewable Energy	1
		7.5% Renewable Energy	2
	3	12.5% Renewable Energy	3
1	Credit 3	Enhanced Commissioning	1
	Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	1
	Credit 5	Measurement & Verification	1
1	Credit 6	Green Power	1

8 5 **Materials & Resources** **13 Points**

Y			Prereq 1	Storage & Collection of Recyclables	Required
1	1		Credit 1.1	Building Reuse , Maintain 75% of Existing Walls, Floors & Roof	1
1	1		Credit 1.2	Building Reuse , Maintain 95% of Existing Walls, Floors & Roof	1
1	1		Credit 1.3	Building Reuse , Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1
1	1		Credit 2.1	Construction Waste Management , Divert 50% from Disposal	1
1	1		Credit 2.2	Construction Waste Management , Divert 75% from Disposal	1
1			Credit 3.1	Materials Reuse , 5%	1
1			Credit 3.2	Materials Reuse , 10%	1
1			Credit 4.1	Recycled Content , 10% (post-consumer + ½ pre-consumer)	1
1			Credit 4.2	Recycled Content , 20% (post-consumer + ½ pre-consumer)	1
1			Credit 5.1	Regional Materials , 10% Extracted, Processed & Manufactured Region	1
1			Credit 5.2	Regional Materials , 20% Extracted, Processed & Manufactured Region	1
1			Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
1			Credit 7	Certified Wood	1

12 2 1 **Indoor Environmental Quality** **15 Points**

Y			Prereq 1	Minimum IAQ Performance	Required
Y			Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
1	1		Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
1			Credit 2	Increased Ventilation	1
			Credit 3.1	Construction IAQ Management Plan , During Construction	1
			Credit 3.2	Construction IAQ Management Plan , Before Occupancy	1
1			Credit 4.1	Low-Emitting Materials , Adhesives & Sealants	1
1			Credit 4.2	Low-Emitting Materials , Paints & Coatings	1
1			Credit 4.3	Low-Emitting Materials , Carpet Systems	1
1			Credit 4.4	Low-Emitting Materials , Composite Wood & Agrifiber Products	1
		1	Credit 5	Indoor Chemical & Pollutant Source Control	1
1			Credit 6.1	Controllability of Systems , Lighting	1
1			Credit 6.2	Controllability of Systems , Thermal Comfort	1
1			Credit 7.1	Thermal Comfort , Design	1
1	1		Credit 7.2	Thermal Comfort , Verification	1
1			Credit 8.1	Daylight & Views , Daylight 75% of Spaces	1
1			Credit 8.2	Daylight & Views , Views for 90% of Spaces	1

Yes ? No

2 **Innovation & Design Process** **5 Points**

1			Credit 1.1	Innovation in Design : Provide Specific Title	1
1			Credit 1.2	Innovation in Design : Provide Specific Title	1
			Credit 1.3	Innovation in Design : Provide Specific Title	1
			Credit 1.4	Innovation in Design : Provide Specific Title	1
			Credit 2	LEED® Accredited Professional	1

 49 LEED Points => LEED Gold Certificate

Priloga S: Priznanje podjetja Swinerton Builders.



Priloga T: Terminološki slovarček.

Angleško – slovenski slovarček strokovnih izrazov:

- high performance building	visoko učinkoviti objekt
- sustainable design	trajnostna gradnja
- building information modeling	informacijsko modeliranje objektov
- life cycle cost assessment	ocena vseživljenjskih stroškov
- structural engineer	gradbeni inženir - konstrukter
- construction manager	gradbeni menedžer
- master builder	stavbenik
- MEP	strojni inženir
- design charette	organizirana skupinska seja
- kick-off event	uvodni sestanek
- team building	gradnja ekipe
- student lounge	študentski prostor
- lessons learned	pridobljene izkušnje