

UNIVERZA V MARIBORU

Fakulteta za gradbeništvo

Nenad Čuš Babič

**Optimizacija informacijskih tokov v gradbenih
projektih kot osnova za učinkovito strategijo
uvajanja informacijskih tehnologij**

Doktorska disertacija

Maribor, maj 2011

avtor	Nenad Čuš Babič
naslov	Optimizacija informacijskih tokov v gradbenih projektih kot osnova za učinkovito strategijo uvajanja informacijskih tehnologij
mentor	prof. dr. Danijel Rebolj
ključne besede	informacijsko modeliranje zgradb, interoperabilnost, informacijski tok, gradbena proizvodnja, načrtovanje zgradb, industrializacija gradnje, spremljanje materialnega toka, vodenje projektov, institucionalna teorija, institucionalizacija, nosilci institucij, mehanizmi institucionalizacije
število izvodov	10
obseg	101 stran

Optimizacija informacijskih tokov v gradbenih projektih kot osnova za učinkovito strategijo uvajanja informacijskih tehnologij

UDK:

Ključne besede: informacijsko modeliranje zgradb, interoperabilnost, informacijski tok, gradbena proizvodnja, načrtovanje zgradb, industrializacija gradnje, spremljanje materialnega toka, vodenje projektov, institucionalna teorija, institucionalizacija, nosilci institucij, mehanizmi institucionalizacije

Povzetek: Zaradi nenehnih pritiskov po skrajševanju rokov in zniževanju cen gradbenih storitev se podjetja na področju gradbeništva stalno soočajo s potrebo po večanju produktivnosti in ena izmed možnih rešitev je industrializacija gradbene proizvodnje. Industrializacija gradbenih procesov zahteva visoko stopnjo avtomatizacije in v tej točki se gradbena industrija sooča s številnimi problemi. Večina manjših in srednje velikih podjetij, ki v stroki prevladujejo, uporablja IT na zelo nizki stopnji. Še posebej so težave povezane z vzpostavitvijo in upravljanjem ustreznih informacijskih tokov, vzpostavljanjem interoperabilnosti med udeleženci in s tem povezanimi informacijskimi sistemi. V gradbeništvu se za potrebe izmenjave informacij o gradbenem objektu uveljavi koncept informacijskega modela zgradbe (Building Information Model – BIM). BIM gradbeni objekt opisuje celovito in nedvoumno ter v več dimenzijah. Je objektno zasnovan načrt zgradbe, ki vsebuje informacije o posameznih elementih – delih zgradbe – vključno z njihovimi atributi ter povezavami. Z uporabo BIM dosežemo enoten dostop do informacij za potrebe različnih panog, ki v gradbenem projektu sodelujejo. Vendar pa vpeljava koncepta modelno zasnovane gradnje v prakso kljub velikim naporom raziskovalcev in industrije še vedno ne poteka dovolj učinkovito.

V pričujoči raziskavi smo opravili analizo obstoječe prakse upravljanja z informacijami o objektih ter analizo pristopov k prehodu iz tradicionalne v modelno zasnovano gradnjo. Kot orodje analize smo uporabili ogrodje, ki ga je v sklopu institucionalne teorije definiral Scott [Scott 2004] in v katerem so opredeljeni tipi nosilcev institucij. V analizi smo 2D načrtovanje obravnavali kot institucionalizirano obliko delovanja in preučevali njegovo togo vpetost v procese in metode, ki se

uporabljajo v gradbeništvu. Želeli smo predvsem osvetliti razloge za stabilnost 2D pristopa v gradbeni in arhitekturni praksi. V drugem delu analize smo izsledke dveh izbranih velikih evropskih projektov umestili v splošno ogrodje procesa institucionalizacije povzetem po Tolbert & Zuckerjevem modelu [Scott 2007]. Namen tega dela analize je preučevanje sodobnih pristopov k prehodu v modelno gradnjo in postavljanje temeljev za boljše strateško odločanje pri nadaljnjem razvoju modelno zasnovane gradnje. Ključno vlogo za transformacijo gradbene industrije imajo mehanizmi, ki oblikujejo motivacijo za uvedbo sprememb, zato smo temu posvetili posebno pozornost in pokazali pomen ekonomskih učinkov v primerjavi s tehnično odličnostjo uvedenih rešitev. Osredotočili smo se še na v sedanji praksi manjkajoče vloge in druge organizacijske vidike.

V zadnjem delu smo na študiju primera pokazali kako lahko spoznanja izvedene analize uporabimo pri inovacijskih procesih v gradbeni industriji. Razvili smo prototip celovite organizacijsko-informacijske rešitev za vpeljavo modelno zasnovanega spremljanja gradnje in upravljanje z materialnimi tokovi. Na osnovi analize vlog udeležencev in ustaljenih delovnih procesov smo pripravili model informacijskih preslikav, ki zagotavlja večjo transparentnost materialnega toka. Omenjena preslikava obravnava posplošitve posameznih gradbenih elementov na nivo tipa/vrste elementa, pri čemer je potrebno ločiti identiteto posameznega načrtovanega gradbenega elementa od identitete fizično izdelanega gradbenega elementa. Navedeno področje smo izbrali, ker med seboj povezuje prej slabo povezana segmenta masovne proizvodnje in inženirskega načrtovanja in ima zato velik potencial za uspešno vpeljavo novih pristopov. Po drugi strani je upravljanje materialnega toka eden izmed bistvenih virov neučinkovitosti gradbene proizvodnje, ki ga z uporabo obstoječih pristopov temelječih na 2D načrtih ni mogoče učinkovito izpeljati. Pri oblikovanju opisane rešitve smo se držali načela, da morajo demonstracijski projekti pokazati predvsem ekonomske učinke in ne prevladujoče tehničnih, saj je vodilni mehanizem sprememb v gradbeni industriji večanje pridobitev.

Iz prikazanega sklepamo, da institucionalna analiza lahko pomembno pripomore k iskanju učinkovitih in izvedljivih rešitev na področju uvajanja modelne gradnje in iskanju strateških usmeritev razvojnih procesov na področju gradbene informatike. Prav tako menimo, da je naša analiza pokazala, da brez upoštevanja socioloških faktorjev, rezultatov raziskovalno razvojnih projektov praviloma ni mogoče ustrezno in trajno vpeljati v gradbeno prakso.

Information flow optimization in construction projects as a basis for efficient information technology deployment strategy

UDK:

Keywords: building information modelling, interoperability, information flow, construction process, building design, construction industrialization, material flow management, project management, institutional theory, institutionalization, carriers of institutions, institutional mechanisms

Abstract: Construction sector is faced by constant demands for lowering prices and shortening project duration. Therefore the stakeholders are forced to search for any kind of productivity gain. One of the options that could be approached is industrialization of the production process in construction. However, industrialization requires high level of automation and on that point construction sector is confronted by many problems. Most of small and medium sized companies that prevail in the sector use information technology on the very basic level. Especially, the problems are related to information flows set up and management among the stakeholders and to information system interoperability issues. With regard to information exchange and collaboration in construction, the concept of building information modelling (BIM) has been developed as the most popular solution. The model describes buildings completely and unambiguously in n dimensions. It is object oriented design of the building that includes information on particular parts of the building including all necessary attributes and relationships. With the BIM, different project stakeholders get standardized access to information regardless of their field of work. Despite the benefits and all the efforts made by the research community and the industry the concept of BIM is still not efficiently introduced into everyday practise.

In our research, we have analysed current approaches in building information management and also we have analysed the methods used for transformation from traditional to BIM based construction. For the purpose of analysis we have used a framework developed by Scott [Scott2004] in scope of institutional theory, which defines types of institutional carriers and pillars. In the analysis, we have discussed traditional 2D design as an institutionalized way of working. From this point of view we have studied its rigid integration into methods and processes used in construction. The aim of this

work was to put some light on stability of 2D design in architectural and construction routines. In the second part of our analysis, we have evaluated two major European research projects related to transformation of construction sector into BIM based industry. The projects were put into framework of institutionalization developed by Tolbert & Zucker [Scott2007]. These efforts assess contemporary approaches in the development of the sector and search for better foundations of strategic planning and decision making in the field. Since key role in the transformation play mechanisms of institutionalization, which drive stakeholder motivation for change, we have put special attention to economic effects and compared them to technological excellence of new solutions. We have also identified missing roles and handled other organizational aspects.

Exploitation possibilities of the research results have been demonstrated on a case study. We have developed a prototype of integrated organizational and information solution for BIM based project progress tracking and material flow management. Based on analysis of project roles and standard working procedures, we have developed a model of information mappings that assures higher transparency of material flows. The mapping introduces generalization of particular material and construction elements to the level of element type and separates identity of particular designed element from physically constructed elements. Selection of the problem that we approached in our case study has been influenced by our research results. The solution integrates two areas that were not tightly connected before the project and therefore holds high potential for acceptance of the new approach. On the other hand, material flow management is one of the major causes of inefficiency in construction and cannot be efficiently solved by using 2D design only. We have strictly followed the rule that demonstration project must show primarily economic benefits, because in construction sector increasing returns principle is the major mechanism of institutionalization.

From the results we can conclude that institutional analysis significantly contributes to the search of effective and feasible solutions in the field of BIM based construction development and other strategic processes of construction informatics. Our work clearly shows also that for deployment of IT solutions in construction sector to be successful it is necessary to take sociological factors into considerations.

Zahvala

V času nastajanja tega dela sem iz mnogih strani dobil veliko koristnih mnenj, komentarjev, sugestij in idej. Predvsem se želim zahvaliti svojemu mentorju prof. dr. Danijelu Rebolju, ki mi je ob vsej aktivni podpori in pomoči pri uvajanju v področje gradbene informatike ter tvornem sodelovanju pri številnih projektih, predvsem zagotovil vso kreativno svobodo in neomejen čas, ki sem ga za ustvarjanje potreboval. Zahvala gre tudi sodelavcem, predvsem Petru, s katerimi sem imel možnost neobremenjeno razpravljati in so bili pripravljeni s vso svojo domišljijo izzivati nastajajoče zamisli. Zahvaljujem se svoji družini za vso razumevanje in vzpodbudo pri delu, ki sem ga mnogokrat opravljal v urah, ki bi jih drugače preživeli skupaj. Nenazadnje se zahvaljujem vsem, ki ste kakorkoli doprinesli k nastanku tega dela morda tudi z majhnimi, a zame v danem trenutku zelo pomembnimi dejanji, ki se jih bom vedno rad spominjal.

Kazalo

1	Uvod.....	1
1.1	Področje raziskave.....	1
1.2	Opis problema	3
1.3	Hipoteza in cilji	6
1.4	Predpostavke in omejitve	7
1.5	Metode raziskovanja	8
2	Institucije in institucionalna teorija.....	10
2.1	Definicija in struktura institucij.....	11
2.1.1	Temelji institucij	11
2.1.2	Nosilci institucij	13
2.2	Nastanek in razvoj institucij.....	15
2.2.1	Akterji oblikovanja institucij	15
2.2.2	Kako in zakaj institucije nastanejo?.....	17
3	2D načrtovanje kot institucija	20
3.1	Zgodovinski pregled.....	20
3.2	Regulativni temelj	23
3.3	Normativni temelj	27
3.4	Kulturno-kognitivni temelj.....	33

3.5	Zaključek.....	37
4	Modelno zasnovana gradnja	38
4.1	Projekt ROADCON.....	41
4.1.1	Opis projekta.....	41
4.1.2	Analiza projekta	45
4.2	Projekt InPro	54
4.2.1	Opis projekta.....	54
4.2.2	Analiza projekta	60
4.3	Diskusija institucionalizacije modelne gradnje.....	69
5	Integracija modelno zasnovane gradnje in predfabriciranja	74
5.1	Oblikovanje strategije in izbira problema	74
5.2	Opis problema	75
5.3	Analiza delovnih procesov	76
5.4	Interoperabilnost med CAD in celovitimi poslovnimi rešitvami (ERP).....	78
5.5	Sistemska arhitektura	82
5.6	Prototipna izvedba koncepta	86
6	Diskusija	88
7	Literatura.....	93

Kazalo slik

Slika 1: Zamujanje novih priložnosti [avtor slike neznan]	2
Slika 2: Otoki avtomatizacije v gradbeništvu (Hannus1998)	3
Slika 3: Proces institucionalizacije, povzeto po [Tolbert1996]	18
Slika 4: Risba arkade v naravni velikosti in izveden element, rimsko svetišče Baalbek, planota Bekaa, Libanon (povzeto po [Lohman2009])	21
Slika 5 - Tradicionalni model izvedbe projekta (Eastman2008)	29
Slika 6: Upravljanje sprememb in standardni podatkovni formati v podjetjih. (povzeto po [Pfitzner2007])	32
Slika 7: Več dimenzionalno ogrodje inovacij v gradbeništvu (povezato po [Froese2009])	39
Slika 8: ROADCON pristop k prehodu v informatizirano gradbeništvu (povzeto po ROADCON Final Report – roadmapping approach, slika 6, stran 14 [Zarli2003])	43
Slika 9: Strukturo projekta InPro so avtorji projekta predstavili s shemo. Shema je neposredno prevzeta iz javno dostopnega dokumenta InPro Executive Summary ([Rizal2011] stran 7).	58
Slika 10 – Elementi sprememb InPro piramide in njihova preslikava v nosilce institucij	63
Slika 11: Upravljanje z gradbenimi elementi v načrtovanju-predfabrikaciji-gradnji	79
Slika 12: Podatkovni model za integracijo CAD & ERP	80
Slika 13: Preslikava iz CAD v ERP in iz ERP v CAD	81
Slika 14: Sistemska arhitektura	83
Slika 15: Poročanje o izvedenih aktivnostih na modelu v 3D pogledu	87

Kazalo tabel

Tabela 1: Institucionalni temelji in nosilci (Scott 2007).....	13
Tabela 2: Institucionalni nosilci izpostavljeni v motivaciji projekta ROADCON	45
Tabela 3: Primerjava modela komponentnega procesa institucionalizacije s projektnim pristopom ROADCON.....	46
Tabela 4: Prioritetna področja razvoja gradbene industrije glede reševanja z IKT povezanih problemov	47
Tabela 5: Institucionalni nosilci izpostavljeni v motivaciji projekta InPro	61

1 Uvod

1.1 Področje raziskave

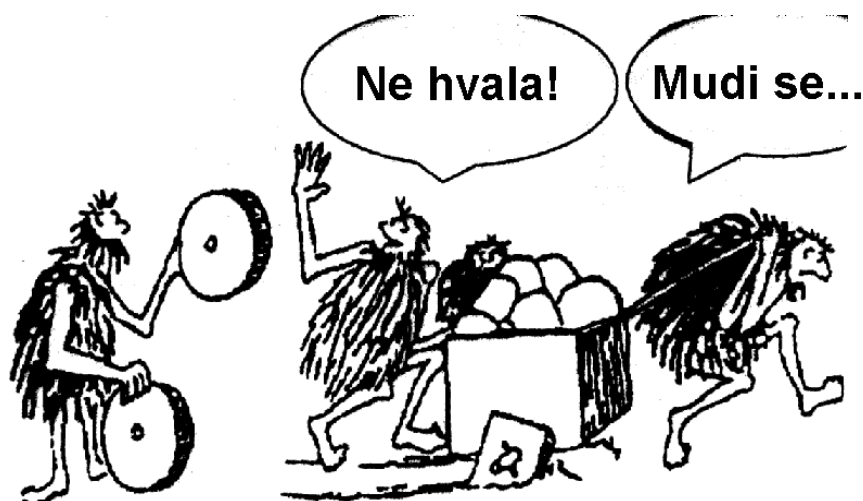
Leta 2003 je projekt ROADCON [Hannus2003, Böhms2003], katerega osnovni cilj je bil začrtati srednjeročne raziskovalne smernice na področju gradbeništva, identificiral slabosti uporabe informacijskih tehnologij (IT) v gradbeni industriji. Gradbena industrija praviloma posluje po principu najnižje ponujene cene, čeprav je za uporabnika dejansko pomembnejša vrednost končnega izdelka. Izdelki gradbene industrije imajo namreč to specifično lastnost, da imajo zelo dolgo življensko dobo (25 let in več) in jih tudi po preteku njihove življenske dobe običajno ne nadomestimo z novimi, temveč jih nadgradimo in ponovno usposobimo.

Zaradi nenehnih pritiskov po skrajševanju rokov in zniževanju cen se podjetja osredotočajo na reševanje vsakodnevnih problemov in zviševanje produktivnosti posameznih delovnih operacij. Takšna praksa je značilna za razvoj odnosov in poslovanja, ki se pojavljajo v industrijski družbi. Gradbena podjetja težijo k avtomatizaciji gradbenih proizvodnih procesov, stroji nadomeščajo delo ljudi, avtomatizacija je usmerjena v produkcijo. V osemdesetih letih prejšnjega stoletja se je tudi informacijska tehnologija uvrščala v kategorijo strojev namenjenih avtomatizaciji opravil. Vendar je v naslednjih dveh desetletjih IT prerastla te okvirje in postala temelj nove oblike družbene organizacije in delovanja, ki jo imenujemo informacijska družba [Dahlbom2001].

Vendar pa na področju gradbeništva lahko opazimo, da večina predvsem manjših in srednjih podjetij v stroki, ki v gradbeništvu tudi prevladujejo [Hannus2003], uporablja informacijske tehnologije na zelo nizki stopnji, da torej ne izkoriščajo velikega dela potenciala sodobnih IT [Love2004]. Izkaže se, da zaradi doseganja zahtev trga in neustreznih konceptov uporabe IT v gradbeništvu podjetja enostavno ne zmorejo bremena vpeljevanja novih tehnologij (kar nazorno ilustrira Slika 1).

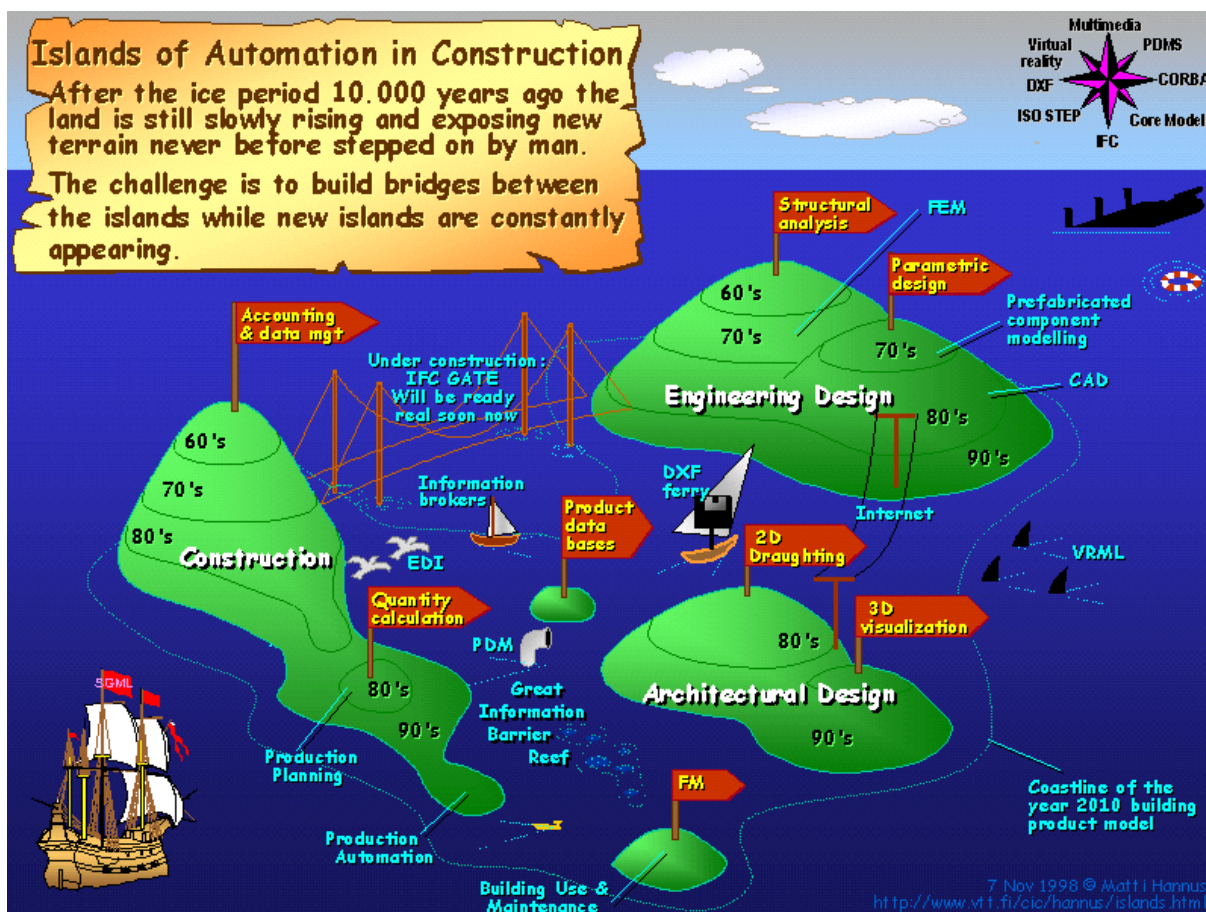
V praksi je tako še zmeraj močno prisoten princip tako imenovanih otokov avtomatizacije (Slika 2) [Hannus1998], kjer so posamezna področja gradbenega procesa avtomatizirana in tudi sorazmerno dobro podprta, vendar z vidika celotnega projekta in celotnega življenjskega cikla izdelka nepovezana in zato manj učinkovita. Z nepovezanim in nesistematičnim uvajanjem IT v gradbeni stroki pa ni mogoče doseči bistvenega napredka [Love2001].

Po drugi strani informacijske tehnologije omogočajo izjemno hitre organizacijske spremembe [McCullough2004, Dahlbom1997]. Gradbeništvo deluje predvsem na osnovi projektov. Udeleženci projektov so mnogokrat povezani samo za čas enega projekta. Princip delovanja post industrijske, na znanju temelječe družbe, ki jo omogoča informacijska tehnologija, ponuja idealen okvir za uspešno delovanje omenjenih projektnih organizacij.



Slika 1: Zamujanje novih priložnosti [avtor slike neznan]

Rezultati projekta ROADCON kažejo, da so velike pomanjkljivosti v uporabi novih tehnologij na področju medsebojnega sodelovanja, povezovanja in komuniciranja. Nivo interoperabilnosti med sistemi posameznih udeležencev projektov je zelo nizek in se omejuje na nivo dokumentov in internih podatkovnih struktur. Sodelovanje v najboljšem primeru poteka v obliki izmenjave datotek preko spletnega projektnega portala. V tem kontekstu ne moremo govoriti o semantiki ali sistematičnem povezovanju informacijskih tokov ter ohranjanju izkušenj iz preteklih projektov. Tako se ob vseh težavah, ki jih prinaša poslovanje po modelu najnižje cene, podjetja ob zagonu vsakega projekta srečujejo z novimi zahtevami po prilagoditvi informacijske infrastrukture. Praksa kaže, da organizacije, sodelujoče v gradbenem projektu, med seboj ne sodelujejo tvorno s ciljem izdelave dobrega končnega izdelka, temveč namesto tega razvijajo formalno sodelovanje do mere, ki ga zahteva naročnik projekta oz. zakonodaja. Zahteve naročnika glede vsebine in načina sodelovanja in izmenjave ter posredovanja informacij pa so praviloma minimalne, ohlapno definirane in spremljanje je navadno izven neposrednega nadzora naročnika. Temu primerno se razvijajo tudi informacijski



Slika 2: Otoki avtomatizacije v gradbeništvu (Hannus1998)

tokovi znotraj in med organizacijami. Vpeljevanje informacijskih tehnologij v gradbena podjetja izhaja iz obstoječega načina poslovanja ter potreb obstoječe organizacije dela v podjetju.

Kljub večjemu številu raziskovalnih projektov, ki se ukvarjajo z uporabo informacijskih tehnologij v gradbeništvu, gradbena podjetja iz različnih vzrokov nimajo prave strategije [Love2004] za uvajanje IT v podjetja, saj se ne zavedajo vseh potencialov in poslovnih priložnosti, ki jih tehnologija danes ponuja, oziroma se ne zavedajo potrebnih postopkov, predpogojev ter omejitev za uspešno vpeljavo novih rešitev. Zato tudi ne vidijo vrednosti v usposabljanju na tem področju, nimajo zaupanja v novosti in le-te vidijo zgolj kot velik strošek.

1.2 Opis problema

Glede na prej omenjene potrebe po večanju produktivnosti in hkratnim težavam pri aplikaciji sodobnih informacijsko komunikacijskih tehnologij (IKT) opazamo, da večina raziskav na področju gradbenega managementa [Šuman2008] išče rešitve prav na tem področju. Eden pomembnejših

vidikov v teh iskanjih je prav gotovo informacijsko povezovanje udeležencev gradbenega projekta z namenom zmanjševanja napak pri samem prenosu podatkov, kot tudi izboljšanja semantične interoperabilnosti med posameznimi akterji. Skrajševanje projektov zahteva tudi večjo odzivnosti in hitrejši prenos, oz. stalno razpoložljivost ključnih informacij.

V gradbeništvu na splošno se za potrebe izmenjave informacij o gradbenem objektu uveljavlja koncept informacijskega modela zgradbe (Building Information Model – BIM). BIM gradbeni objekt opisuje celovito in nedvoumno ter v več dimenzijah. Je objektno zasnovan načrt zgradbe, ki vsebuje informacije o posameznih elementih – delih zgradbe – vključno z njihovimi atributi ter povezavami. Z uporabo BIM se poveča konsistentost predstavitve grajenega objekta ter logičen in enoten dostop do informacij za potrebe različnih panog, ki v gradbenem projektu sodelujejo (Fu2006, Hkkinen2007).

Vendar številne raziskave, ki jih navaja Pazlar [Pazlar2008] in praksa kažejo, da je prehod v modelno zasnovano gradnjo iz različnih razlogov vse prej kot enostaven. Mnogo raziskav rešitve išče v standardizaciji modelov in standardizaciji načinov zapisa, kot npr. projekti HUT 600 [Kam2002, Fisher2002], ki bi bili uporabni tudi širše kot le v zgodnjih fazah projekta, raziskovalni projekti LifePlan [Hkinnen2007, Hkinnen2007-2], DESNET [Surakka2006, Pierre2001] ali ProIT [Hikkinen2007, ProIT2004, IAI2004]. Izkaže se, da enovite rešitve, ki bi zadostila vsem potrebam po izmenjavi podatkov ni, kar je privedlo do bolj pragmatično zastavljenih rešitev [BLIS2007] in definicije domenskih podmnožic standardiziranih rešitev. Pri tem se je kot prevladujoč standard za izmenjavo informacij o grajenih objektih uveljavil IFC [ISO/PAS 16739] ter znotraj tega pristop Model View Definition (MVD), ki opredeljuje domenske podmnožice. Domenske rešitve so sicer enostavnejše za implementacijo vendar v celoti ne rešujejo problema segmentiranosti in komunikacije med posameznimi domenami. Zato se pojavljajo dodatne raziskave, ki se ukvarjajo s preslikavami med posameznimi domenami [Pazlar2008], kakor tudi s povezavo distribuiranih rešitev [Tibaut2003]. Ob uveljavljanju tehnoloških standardov in raziskav, povezanih s tehnološkimi rešitvami, se tudi za področje gradbeništvaja pojavljajo raziskave, ki obravnavajo netehnološke probleme komunikacije med akterji in se fokusirajo na odgovornosti za izdelavo in predajo podatkov [IFCmBomb2004], potrebne spremembe v procesu gradnje pri vpeljavi modelno zasnovanega pristopa [SARA2007, SARA2007-2, Goh2006, Lam2004, CORENET2007] in vlogo standardizacije in zakonodaje [buildingSMART2011].

Ob razvoju informacijskih tehnologij relevantnih za gradbeništvo se seveda razvija tudi sam proces gradbene proizvodnje. Že pred leti se je kot pomemben trend v gradbeništvu pričelo uvajanje industrijskega načina proizvodnje [Koskela1992], s katerim želi industrija doseči izboljšave na različnih področjih, kot na primer povečati produktivnost ali povečati kakovost gradbenih izdelkov. Poročila in študije primerov iz različnih delov sveta kažejo, da predfabrikacija sestavnih delov in sestavljanje zgradbe na gradbišču postaja splošna praksa [Johnson2007, Tam2007]. Z industrializacijo proizvodnih procesov se poskuša preseči problem nizkih profitnih stopenj v primerjavi z ostalimi industrijskimi panogami ter problem pomanjkanja dovolj usposobljene delovne sile [Paevere2006, MGuinness2005]. Predfabrikacija komponent zgradbe v oddaljenem proizvodnem obratu omogoča prihranke prostora na gradbišču, zagotavlja boljšo kontrolo kakovosti posameznih delov in procesov, zmanjša količino odpada in omogoča prenovo in vzpostavitev bolj učinkovitega upravljanja dobavne verige. Skladno z vpeljevanjem novih proizvodnih praks se spreminja tudi organiziranost gradbenih podjetij.

Industrializacija gradbenih procesov zahteva visoko stopnjo avtomatizacije in v tej točki se gradbena industrija sooča s številnimi problemi. Še posebej so težave povezane z vzpostavitvijo in upravljanjem ustreznih informacijskih tokov in s tem povezanih informacijskih sistemov. Kot je ugotavljal že Johnson [Johnson2007], informacijske tehnologije namenjene gradbeništvu ne podpirajo oziroma niso načrtovane za podporo masovne avtomatizirane proizvodnje in vključevanje v klasične industrijske poslovne procese. Po drugi strani orodja, ki so namenjena spremljanju in podpori poslovnim procesom, ne vsebujejo funkcionalnosti za podrobno inženirsko načrtovanje. Premostitev razhajanj med podatkovnimi strukturami in modeli v tako heterogenem okolju je problem, ki nas je motiviral pri izdelavi pričujočega dela.

Omenjena razhajanja so rezultat razvoja informatizacije procesov v dveh različnih tipih proizvodnje, kjer ima vsaka svoje zakonitosti, akterje, dojemanje, logiko delovanja, normative, instrumente delovanja in še bi lahko naštevali. Vsekakor lahko ugotovimo, da razhajanja presegajo tehnološke značilnosti uporabljenih orodij. V tem pogledu nas zanima kako lahko s tehnološkimi rešitvami premostimo omenjena razhajanja, oziroma poiskati želimo tiste karakteristike in posplošitve, ki predstavljajo skupni imenovalc obeh pristopov. Pri tem se v tehnološkem smislu osredotočimo na uporabo informacijskih modelov zgradbe in na premostitev prepada med nepovezanimi podatkovnimi strukturami in modeli v tako heterogenem okolju. Ker pa bi bila splošna obravnava modela brez aplikacije na določen proces preveč ohlapna ali preobsežna, smo kot področje

obravnave izbrali proces vodenja in spremljanja projektov v multiprojektnem okolju, kjer prihaja še posebej do izraza pomembnost zagotavljanja materialnih virov. V praktičnem smislu to pomeni, da želimo zgotoviti sproten vpogled v stanje izgotovljenosti gradnikov in njihovo razpoložljivost. Hkrati želimo doseči transparenten vpogled v stanje izgotovljenosti projekta skozi celotno dobavno verigo, saj nam to omogoča natančnejše sprotne planiranje tako proizvodnje gradnikov, kot tudi planiranje gradbenih del. O pozitivnih učinkih transparentnosti med planiranjem, predfabrikacijo in gradnjo poročajo tudi drugi avtorji [Ballard2000].

1.3 Hipoteza in cilji

V projektih, ki izvajajo po modelu »design-build«, kjer sta vlogi načrtovalca-arhitekta in gradbenika-izvajalca tesno povezani, hkrati pa vključujejo tudi predfabriciranje kot sestavni del procesa grajenja, lahko identificiramo tri podpodročja med katerimi želimo vzpostaviti informacijski tok s katerim bomo dosegli večjo preglednost nad projektom. Omenjena podpodročja so načrtovanje, predfabrikacija in gradnja. Zagotavljanje transparentnosti o stanju izgotovljenosti in planiranih aktivnostih v posameznih fazah predstavlja osnovo za učinkovito podrobno planiranje, spremljanje in nadzor projekta, kar je še posebej pomembno v multiprojektnih okoljih, kjer se več projektov, za katere materialne vire zagotavlja ista proizvodnja predfabriciranih elementov, izvaja sočasno. Zato je smiselno definirati preslikave med vidiki informacijskega modela objekta, ki se uporabljajo za spremljanje izvedbe posameznih faz.

Hipoteza

Preslikavo med heterogenimi vidiki informacijskega modela objekta je mogoče določiti v obliki preslikovalnega algoritma in jo vsaj delno avtomatizirati s programskimi rešitvami. Pri tem je zaradi velikih razlik v načinu dela na posameznih podpodročjih oz. fazah potrebno pri iskanju učinkovite in izvedljive preslikave med internimi modeli posameznih faz upoštevati razen tehnološko informacijskih vidikov tudi socialne in institucionalne vidike ter upoštevati vloge posameznikov in organizacij.

Izvirni znanstveni prispevki

Z institucionalnim pristopom podajamo razlago za razumevanje ključnih faktorjev, ki jih je potrebno upoštevati pri prehodu iz 2D načrtovanja v modelno zasnovano gradnjo. Pri tem izhajamo iz

predpostavke, da je 2D načrtovanje globoko institucionalizirana oblika delovanja gradbene industrije in to skozi institucionalno analizo stanja v industriji tudi pokažemo. Po drugi strani je modelno zasnovana gradnja nov pristop, ki se uveljavlja in tako vstopa v cikel institucionalizacije. Zato v drugem delu analize ocenimo okvirne projekte uveljavljanja modelno zasnovane gradnje z vidika modela institucionalizacije inovacij. Delo povzema teoretične podlage procesa institucionalizacije ter vanj umesti oba pristopa. S tem pokaže in razjasni vzvode in potrebne napore za prehod iz ene instucionalne oblike v drugo.

V praktičnem delu naloge je predstavljen učinkovitejši model informacijskih tokov med udeleženci gradbenega projekta, ki temelji na modelno zasnovani gradnji in posledično omogoča učinkovitejše sodelovanje med udeleženci. Za potrebe spremljanja in vodenja projektov je izdelan algoritem za preslikavo med uveljavljenim podatkovnim modelom za potrebe masovne proizvodnje, ki je standardno podprt s sistemi ERP ter informacijskim modelom objekta. Prikazan pristop povečuje tudi razumevanje potrebno za razvoj novih modelov sodelovanja. Izboljšani modeli sodelovanja in njihovo razumevanje predstavljajo smernice za oblikovanje strategije uvajanja informacijskih tehnologij v gradbena podjetja. Pričakujemo, da bo to razumevanje omogočilo povečevanje uporabe informacijskih tehnologij v gradbeništvu, kar ima za cilj gradbeništvu kot stroko bolje umestiti v na znanju temelječo družbo.

Pričakujemo, da se bodo z izboljšanjem sodelovanja v prihodnje pokazali pozitivni učinki v procesu gradnje, gradnji skladni s smernicami trajnostnega razvoja, znižanju skupnih stroškov gradnje in obratovanja gradbenih objektov.

Širše gledano, informacijska družba odpira nove potenciale za razvoj družbenih odnosov. Če se oddaljimo od principov avtomatizacije procesov, kjer je pomembno le, da bo določeno opravilo izvedeno s čim bolj samodejno in hitro ter se osredotočimo na kvalitativne lastnosti uporabe tehnologije, nas to vodi v družbo, v kateri so pomembni odnosi, medsebojna komunikacija, zaupanje in sodelovanje. Vzpodbujanje takšnih vrednot pa pomembno vpliva na kakovost življenja skupnosti in vsakega posameznika.

1.4 Predpostavke in omejitve

Pri obravnavi problema optimizacije informacijskih tokov smo se omejili na področje gradbenišтва in gradbenih projektov. V praktičnem delu naloge smo v organizacijskem smislu obravnavali

delovanje organizacij, ki delujejo po modelu »design-build« in vključujejo predfabrikacijo osnovnih gradbenih elementov, ki se vse bolj uspešno uveljavlja v industrializiranih gradbenih procesih. Tradicionalnih gradbenih projektov po principu »design-bid-build« v študiju primera nismo obravnavali. Z infomacijskega vidika smo opazovali procese planiranja in spremljanja predfabrikacije in gradnje v multiprojektnem okolju. Pri svojem delu smo se naslonili na obstoječa spoznanja institucionalne teorije. Pri tem se nismo ukvarjali z utemeljevanjem institucionalnih mehanizmov, temveč smo se omejili na aplikacijo obstoječih socioloških spoznanj na mehanizme prehoda iz 2D v modelno zasnovan gradbeni proces temelječ na BIM.

1.5 Metode raziskovanja

V raziskavi smo na osnovi rezultatov projektov, ki usmerjajo raziskave in razvoj na področju gradbene informatike v evropskem prostoru in tudi širše, opravili meta analizo. Pri tem smo se osredotočili na ugotovitve dveh zaporednih projektov, izvedenih pod okriljem Okvirnih programov EU. V sklopu analize smo preučili tudi zakonske temelje, ki uravnavajo delovanje gradbene stroke v Sloveniji ter splošna spoznanja gradbene informatike, ki jih zasledimo v literaturi, ki se navezuje na razvoj načrtovanja v gradbeništvu. Kot orodje analize smo uporabili analitično ogrodje, ki ga je v sklopu institucionalne teorije definiral Scott [Scott 2004] in v katerem so opredeljeni tipi nosilcev institucij. V analizi smo obravnavali togo vpetost 2D načrtovanja v procese in metode, ki se uporabljajo v gradbeništvu. V drugem delu analize smo izsledke izbranih projektov umestili v splošno ogrodje procesa institucionalizacije povzetem po Tolbert & Zucker [Scott 2007]. Namen tega dela analize je postavljanje temeljev za boljše strateško odločanje pri razvoju modelno zasnovane gradnje.

Na koncu smo na študiju primera pokazali kako lahko spoznanja, ki izvirajo iz uporabe institucionalne teorije kot orodja za analizo, uporabimo pri inovacijskih procesih v gradbeni industriji. Na primeru smo analizirali izbrani proces v gradbenem projektu in prototipno razvili celovito organizacijsko-informacijsko rešitev za vpeljavo modelno zasnovanega spremljanja gradnje in upravljanje z materialnimi tokovi. Na osnovi analize vlog udeležencev in ustaljenih delovnih procesov smo izdelali model informacijskih preslikav, ki zagotavlja večjo transparentnost materialnega toka. Razvita rešitev predstavlja proto-institucijo, kot jo poimenuje Lawrence [Lawrence 2002]. Kot takšna potencialno predstavlja model dobre prakse, zaradi česar je na osnovi

teorije institucionalnega razvoja razvoja pričakovati, da bodo udeleženci v njen nadaljnji razvoj vlagali več časa, truda in sredstev.

2 Institucije in institucionalna teorija

Študij tehnoloških sprememb in njihov vpliv na organizacije je široko raziskovalno področje v katerem se pojavljajo različne teorije, ki poskušajo podati razlago zakonitosti uvajanja sprememb. Ena izmed prevladujočih teorij, katere izsledke bomo upoštevali tudi v pričujočem delu je Institucionalna teorija [Scott2004]. Le-ta se na področju razumevanja organizacij pojavi sredi sedemdesetih let dvajsetega stoletja. Med drugimi vprašanji, ki jih teorija obravnava, so za nas zanimiva predvsem vprašanja kako določene strukture in prakse nastajajo in se razširijo v okolju organizacije oziroma množice sorodnih organizacij, torej na nekem organizacijskem področju. Skozi to prizmo bomo poskušali razumeti delovanje gradbeniških podjetij in stroke kot celote z vidika prehoda od tradicionalnega pristopa h gradnji na osnovi 2D načrtov k modelno zasnovani gradnji in uporabi principov informacijskega modeliranja zgradb (BIM, building information modelling). Zanima nas torej kateri mehanizmi vzpostavljajo in vzdržujejo stabilnost določene institucionalne oblike, v našem primeru pristopa h gradnji, ter kako lahko pride do sprememb in prehoda iz ene institucionalne oblike v drugo.

Na tem mestu moramo poudariti, da se prvi zametki institucionalne teorije pojavijo že v drugi polovici devetnajstega stoletja in da skozi zgodovinski razvoj teorija posega in se ukvarja tako z ekonomsko-organizacijskimi področji, razumevanjem razvoja političnih sistemov kot čisto sociološkimi vprašanji. Teoretična izhodišča v tem smislu presegajo preučevanje informacijske tehnologije v splošnem in posebej v gradbeništvu, kakor tudi preučevanje organizacij in njihovega razvoja. Hkrati pa se raziskovalci, ki delujejo na področju institucionalne teorije neposredno ukvarjajo tudi z vprašanji povezanimi z razvojem tehnologije v splošnem [Orlikowsky, Barley] ter vprašanji vezanimi specifično na informacijske tehnologije [Dourish2001, Barrett2007].

V nadaljevanju tega poglavja bomo najprej definirali pojem institucije, kot ga razume institucionalna teorija in razložili osnovne principe teorije. Nato bomo razložili kako institucije nastanejo in kako se skozi čas spreminjajo ter identificirali dejavnike sprememb, ki jih lahko uporabimo pri preučevanju problemov s katerimi se ukvarja pričujoče delo. Pri razlagi institucionalne teorije se bomo omejili le na tiste dejavnike, ki so za obravnavano področje relevantni.

2.1 Definicija in struktura institucij

Koncept institucije presega razumevanje kot ga poznamo iz vsakodnevnega pojmovanja ter izhaja iz širokega polja teoretičnih razmišljanj, ki jih je v svojem pregledu raziskovalnega področja povzel Scott [Scott2007]. Za potrebe tega dela bomo definicijo institucij kot tudi teoretično ogrodje povzeli po Scottu:

»Institucije zajemajo regulativne, normativne in kulturno-kognitivne elemente, ki s povezanimi aktivnostmi ter viri skupaj zagotavljajo stabilnost in pomen družbenega življenja.«

Po tej definiciji so institucije socialne strukture, ki združujejo simbolne elemente, socialne aktivnosti ter vire. Njihova osnovna lastnost je, da so relativno odporne na spremembe in tako zagotavljajo določeno obstojnost sistemov skozi prostor in čas.

Na tem mestu želimo poudariti, da institucija ni sinonim za organizacijo, kakor se v slovenskem jeziku velikokrat uporablja. Institucije v smislu prej navedene definicije obstajajo veliko dlje kot organizacije, pravzaprav so kot socialne strukture nastajale že v pradavnini in rečemo lahko, da so organizacije samo ena izmed posledic, ki nastanejo zaradi delovanja institucij. Institucije definirajo zmožnosti organizacij kot družbenih entitet in predstavljajo mehanizem za integracijo organizacije v širši družbeni kontekst.

2.1.1 Temelji institucij

Teoretiki institucij so opredelili tri osnovne elemente kot vitalne sestavine, ki predstavljajo temeljno osnovo institucij. Četudi se v svojih utemeljitvah razhajajo glede pomena, ki ga posamezen temelj ima za razumevanje in obstoj institucij lahko povzamemo, da omenjeni elementi celovito opisujejo sestavine institucij od zavestnih in strogih definicij do dejavnikov, ki jih udeleženci dojemajo kot samoumevne. Na kratko lahko tri osnovne elemente, oziroma temelje, predstavimo na sledeči način:

Regulativni temelj v osnovi bazira na treh procesih. To so postavljanje pravil, nadzor in sankcioniranje nespoštovanja pravil. V tem smislu imajo institucije omejevalen in urejevalen vpliv na obnašanje. Navadno je regulativa opredeljena v formalni obliki, kot npr. v obliki predpisov in zakonov in tudi sankcioniranje je navadno formalno. Čeprav se zdi vloga regulative predvsem omejevalna [DiMaggio83], pa v določenih primerih tudi omogoča delovanje določenih subjektov. V

teh primerih gre predvsem za predpisovanje licenc, koncesije, posebna pooblastila in podobno. Regulativni temelj torej predstavlja predvsem izražanje formalne moči. Težavo pri uveljavljanju regulative predstavljajo stroški, ki jih povzroča nadzor. Nadzor navadno izvaja neka neodvisna tretja oseba. Velikokrat to vlogo prevzema država. Zavedati se je potrebno, da regulativni temelj sam ne more v celoti podpirati institucij, saj predpisi ne morejo nedvoumno definirati vseh vidikov nekega sistema, prav tako je nemogoče pričakovati, da je možno vzpostaviti popoln nadzor. Zato so potrebni dodatni mehanizmi, ki se vzpostavljajo na preostalih dveh temeljih.

Normativni temelj bazira na vrednotah in družbenih normah, ki na udeležence vplivajo preko občutka obveze. Vrednote odražajo načelno vrednost določene zadeve in ji zato dajejo prednost pred drugimi zadevami [SSKJ2008] in vključujejo tudi standarde s katerimi ocenimo ustreznost posameznih dejanj. Norme določajo kakšno sme in mora biti določeno ravnanje [SSKJ2008] in določajo legitimnost ravnanja za doseg določenega cilja. Na osnovi normativnega temelja se oblikujejo vloge s tem, da določene norme veljajo samo za podmnožico akterjev v sistemu. Vloge nato oblikujejo normativna pričakovanja, oziroma predpisujejo kako se bodo določeni akterji obnašali in katerim ciljem bodo sledili. Pričakovanja predstavljajo določeno prisilo, ki akterje vodi k izpolnitvi le-teh. Vloge opredeljene formalno ali neformalno pa določajo odgovornosti in pravice ter ugodnosti in zadožitve posameznikov in organizacij. Oblikujejo se standardne procedure, pravila, konvencije, rutine in organizacijske oblike.

Kulturno-kognitivni temelj izhaja iz novejših socioloških spoznanj novega institucionalizma in poudarja skupno pojmovanje kot temelj družbene realnosti in okvirjev v katerih se vzpostavlja pomen stvari. Obnašanje posameznika se opazuje skozi odzive na zunanje vzpodbude, ki jih posameznik ponotranji skozi simbolno predstavo realnosti. Aktivnosti niso samo odraz objektivnih okoliščin, temveč tudi subjektivne predstave teh okoliščin s strani akterja. Pri interpretaciji ima pomembno vlogo kultura, saj oblikuje vzorce razmišljanja in delovanja ter definira skupno pojmovanje situacij. Kulturni temelji imajo pomembno vlogo pri vpeljevanju sprememb, saj se prepričanja posameznikov s časom spreminjajo. Prav tako pa je kulturno kognitivni temelj izredno močan temelj stabilnosti, saj so rutine, ki so ponotranjene in sprejete kot del kulturnega okolja, sprejete kot samoumevne. Kot take pa se oblikujejo tudi vloge posameznikov in organizacij. Nove vloge nastanejo kot posledica ponavljajočih se aktivnosti, ki preidejo v navado in postanejo splošno sprejete.

Institucije nastajajo in se spreminjajo pod vplivom opisanih institucionalnih temeljev. Pri nastanku nekaterih institucij prevladuje en temelj, pri drugih spet drugi. Skozi čas se vpliv temeljev in njihovo razmerje lahko tudi spreminja [Suchman1997]. Vendar v splošnem velja, da bolj kot so temelji med seboj poravnani in se torej medsebojno podpirajo, bolj stabilna je institucija in težje je vpeljevanje sprememb v njeno delovanje ali celo odprava le-te. In seveda obratno, če npr. zakonska podlaga (regulativni temelj) ni poravnana s splošno sprejetimi vrednotami (normativni temelj) takšna institucija ni stabilna in jo je enostavneje zamenjati z novimi strukturami.

2.1.2 Nosilci institucij

Zgoraj opisane temelje razumemo kot eno dimenzijo opazovanja in razumevanja in sicer kot osnovne mehanizme ali elemente delovanja. Kot drugo dimenzijo opazovanja fenomena institucije pa lahko navedemo nosilce skozi katere se institucije odražajo in prenašajo. Razvoj in življenje institucij je namreč odvisno od vrste nosilca in le ta pomembno vpliva na sprejemljivost institucije pri akterjih, ki v socialni strukturi sodelujejo. Nosilce po Scottu grupiramo v štiri osnovne skupine: simbolni sistemi, relacijski sistemi, rutine in izdelki.

V preseku obeh dimenzij lahko identificiramo pojavne oblike skozi katere se institucije odražajo. Kar prikazuje naslednja tabela:

	temelji		
	regulativni	normativni	kulturno-kognitivni
simbolni sistem	pravila, zakoni	vrednote, pričakovanja	kategorije, sheme, tipizacija
relacijski sistem	sistemi moči, sistemi nadzora	vplivni sistemi, oblike upravljanja	strukturni izomorfizem, identiteta
rutine	protokoli, standardne procedure delovanja	delovna mesta, vloge, sledenje dolžnostim	zapisi procedur, scenariji
izdelki	izdelki skladni s predpisanimi zahtevami	izdelki skladni z dogovori in standardi	izdelki s simbolno vrednostjo

Tabela 1: Institucionalni temelji in nosilci (Scott 2007)

Če izpostavimo le najpomembnejše karakteristike v zvezi z elementi iz Tabele 1 lahko ugotovimo, da se s **simbolnimi sistemi** prenašajo informacije in znanje skozi prostor in čas. S pojavom interneta

se možnosti prenosa informacij povečajo do neslutnih razsežnosti. Izgubi se primat posameznih predstavitvenih sistemov (slika, pisana beseda, zvočni zapis). Vendar pa globalizacija informacij pomeni tudi spajanje z obstoječim znanjem v lokalnem kontekstu. Spoznanja lahko prenašamo v nove nepredvidene okoliščine, hkrati moramo pri tem upoštevati, da so simbolni sistemi vsestranski in prilagodljivi in bodo zato v novih okoliščinah lahko zaživel tudi na nove, nepredvidene načine.

Relacijski sistemi se opirajo na ponavljajočo interakcijo med povezanimi akterji, ki zavzemajo določene vloge v sistemu. Poudarek je torej na oblikovanju vlog posameznikov znotraj in preko meja organizacij ter vlog organizacij kot celote. Vloge dobivajo svoj pomen znotraj sistema. Podsystemi in organizacije v določenih segmentih težijo k vse večji podobnosti (izomorfizem). Vzpostavljajo se sistemi vodenja in moči, ki s svojo avtoriteto in sredstvi prisile upravljajo z udeleženci procesov.

Tretji način »zapisa« oziroma implementacije institucij predstavljajo **rutine**. Skozi rutine se prenaša skrito znanje udeležencev. Le-ti izvajajo naučene operacije in postopke brez eksplicitne artikulacije znanja. Raziskovalci kot npr. March in Simon [March1958] ali Winter [Winter1982] izpostavljajo pomembno vlogo rutin v zagotavljanju stabilnosti in zanesljivosti. Določene rutine so lahko tudi vgrajene v tehnologijo. Rutine se navadno priučijo skozi aktivno udeležbo posameznika v sistemu. Ker so rutine globoko zakoreninjene in se prenašajo z učenjem skozi delo v določenem okolju, niso enostavno prenosljive v nova okolja.

Med nosilce institucij prištevamo tudi **izdelke in orodja**. V današnjem času v to kategorijo uvrščamo tudi programska orodja in izdelke informacijske tehnologije. Izdelki in orodja po eni strani vplivajo na procese, ki jih podpirajo in jih na nek način omogočajo ter hkrati omejujejo. Po drugi strani pa moramo upoštevati tudi, da se orodja skozi čas prilagajajo potrebam in niso faktor, ki neodvisno determinira razvoj. Uporabniki v različnih kontekstih ista orodja uporabljajo na različne, inovativne načine in jih po potrebi tudi spreminjajo. Z regulativnega vidika se določene karakteristike izdelkov in orodij lahko tudi zakonsko določijo, predvsem zaradi zagotavljanja varnosti. Globalizacija in razširjanje izdelkov navadno pripelje do standardizacije in običajno je, da se splošne lastnosti izdelkov predpisujejo v obliki standardov in medsebojnih dogovorov, ki zagotavljajo medsebojno kompatibilnost. Na ta način se na neobvezen – normativni – način dosežejo učinki, ki presegajo domet posameznega izdelka ali tehnologije.

2.2 Nastanek in razvoj institucij

2.2.1 Akterji oblikovanja institucij

Ko želimo opredeliti mehanizme za nastanek novih ali spremembo obstoječih institucij, hitro pridemo do vprašanja kdo na te procese vpliva. S tem vprašanjem se je v veliki meri ukvarjal Giddens [Giddens 1984] v svoji teoriji strukturiranja (structuration). Po Giddensu se socialne strukture odražajo kot ponavljajoči vzorci obnašanja, ki vključujejo pravila, povezave in vire (človeške in ostale). Posamezniki in tudi organizacije, ki nastopajo v smislu kolektivnega telesa, imajo zmožnost oceniti situacijo in ravnati drugače, kot je splošno sprejeto in utečeno ali pa tudi ne. Na ta način vplivajo na določen proces ali stanje in izražajo določeno stopnjo svobode pri svojem delovanju glede na predpisana pravila ter razbijajo ustaljene vzorce. Pri tem se je potrebno zavedati, da nimajo vsi akterji enakih možnosti delovati drugače. Torej je za izbranega akterja zanimivo opazovati kakšna je njegova možnost spreminjati pravila, povezave med akterji in kakšno ima možnost prerazporejati vire.

Akterji določenega segmenta družbenega življenja oblikujejo nove institucije, kakor tudi spreminjajo obstoječe. Pravzaprav vse institucije nastanejo v nekem zatečenem kontekstu. Zaenkrat si avtorji niso enotni glede vpliva in moči akterjev pri nastanku novih institucij. Nekateri avtorji zagovarjajo naturalistični princip [Tolbert 1983, Baum1992] za akterega je značilno, da opisuje sam nastanek kot nezaveden proces delovanja akterjev, ki se soočajo s podobnimi težavami. Zato le-ti oblikujejo sorodne rešitve, ki se nato splošno privzamejo. Po drugi strani pa DiMaggio [DiMaggio1988] poudarja vpliv posameznih akterjev, ki zaradi lastnega interesa in z vzvodi lastne moči vplivajo na oblikovanje novih vzorcev, ki naj bi jim prinesli več pridobitev in bolje zaščitili njihove interese. Kljub zavedanju o pomenu moči in interesa akterjev, ki želijo racionalno vsiliti nove vzorce obnašanja, pa se je potrebno zavedati, da [Pierson2004] nove institucije vedno presegajo časovni horizont posameznika, kakor tudi zmožnost posameznika, da bi zajel vse možne vidike in učinke, ki jih nove institucije prinašajo. Prav tako tudi ni možno v naprej predvideti, kako se bodo interesi in potrebe v prihodnje spreminjali. Iz navedenih razlogov lahko sklepamo, da sta oba vidika pomembna za nastanek novih institucij in vsak po svoje vplivata na oblikovanje posameznih elementov, ki smo jih navedli v tabeli Tabela 1. Tako akterji preračunljivo ali pa skozi nezavedne procese vplivajo na razvoj novih tipov organizacij, vpeljavajo novih tehnoloških rešitev, oblikovanje rutin, novih načinov medsebojnega povezovanja organizacij, vplivajo na oblikovanje novih trgov itd. V današnjem času

vloge najpomembnejših in najvplivnejših akterjev prevzemata predvsem država in poklicne skupine [Di Maggio1983]. Država zagotavlja zakonske okvirje, ki neposredno vplivajo na oblikovanje medsebojnih razmerij in pogodb med organizacijami in tako vpliva na ekonomske dejavnike [Campbell1990]. Pri tem ima država izjemno moč. Poklicne skupine po drugi strani oblikujejo standarde kakovosti in na osnovi lastnih izkušenj generirajo nove ideje, principe, koncepte, postopke in navodila. Veliko vlogo pri tem ima oblikovanje novih teorij [Meyer1983], ki se v današnjem času oblikujejo tako skozi prakso, kot tudi velike raziskovalne projekte, ki vključujejo veliko število akterjev sorodnih profesij. Sorodne poklicne skupine navadno oblikujejo tudi mednarodna združenja, skozi katera promovirajo in uveljavljajo standarde delovanja. V zadnjih 60 letih je opazen velik porast števila mednarodnih strokovnih združenj [Boli1997]. Le-ta delujejo navadno z omejenimi viri in tudi njihova formalna moč je omejena. Njihov vpliv se odraža predvsem skozi številčnost članstva, ki sledi novim pravilom in si zagotavlja pridobitve iz naslova povezovalnih učinkov, ki so možni zaradi upoštevanja standardov. V določenih primerih vlogo generatorja in promotorja posameznih elementov novih institucij prevzamejo velike organizacije, ki po ekonomski moči dominirajo na določenem področju. Takšni akterji s svojo močjo ostalim vsiljujejo koncepte, ki njim samim prinašajo največje pridobitve.

Naslednje vprašanje je kje nastane motivacija za nastanek novih institucij in njihovih elementov. Ugotovimo lahko, da inovacije navadno izvirajo iz segmentov kjer se različna področja stikajo in delno prekrivajo. Navadno nobeno od vključenih področij zadovoljivo ne rešuje problemov iz »vmesnega« področja. Kot ugotavlja Suchman [Suchman1995a] se nove institucionalne ureditve pričnejo s prepoznavo in ubesedenjem nekega ponavljajočega se problema za reševanje katerega obstoječe institucije nimajo pravega odgovora. Zato se pojavijo pragmatične »ad hoc« rešitve. Ker pa je problem ponavljajoč, se sčasoma oblikuje več podobnih pristopov k reševanju, ki nato vodijo k oblikovanju sistematične teoretične podlage. Če le-to lahko zadovoljivo apliciramo v različnih kontekstih, se sčasoma utrdi kot nova institucija. Pomembno vlogo pri razširjanju in uveljavljanju institucij s strokovnih področij in znanosti imajo strokovna združenja, ki rešitve v posplošeni obliki promovirajo kot »napredek« in »racionalizacijo«, oz. modele dobrih praks. Na ožjem področju pa to vlogo prevzemajo konzultantske organizacije, katerih vloga je v prvem koraku potencialne prevzemnike novosti prepričati, da imajo problem. Predvsem v začetni fazi, v času kreiranja nove institucije, imajo zagovorniki in njihovi interesi velik pomen.

Z nastankom institucij so povezane tudi organizacijske oblike, ki nastanejo v času oblikovanja novih institucij. Stinchcombe [Stinchcombe1965] je ugotovil, da se istovrstne organizacije pojavljajo sočasno in da organizacijske oblike dejansko odražajo zgodovinske okoliščine nekega časa. So odraz idej, tehnologij, rutin in vrednot, torej odraz institucionalnih elementov, ki so v danem trenutku v veljavi. Lahko rečemo, da so meje med organizacijskimi oblikami definirane institucionalno in da organizacijske oblike predstavljajo vsebnike v katerih institucije živijo in kot poudarja Suchman [Suchmann 2001] kognitivni institucionalni nosilci (sheme, tipizacije, izomorfizmi, procedure) predstavljajo genski zapis organizacije. S spremembami rutin, tehnologij in konceptov, ki nastopijo zaradi reševanja ponavljajočih se problemov, se spreminja tudi »genski zapis«, ki je temelj za oblikovanje organizacij in pojavijo se nove organizacijske oblike. Povratno pa novo nastale organizacije v veliki meri kopirajo obliko, kompetence in rutine obstoječih, v danem trenutku uspešnih organizacij in tako zagotavljajo obstoj institucij. Tudi na mikro nivoju institucije bistveno vplivajo na organizacije. Institucije se znotraj organizacij ukoreninijo v obliki neformalnih relacijskih struktur, vrednot in norm. Enako velja tudi za vedenje organizacij v relaciji z neposrednimi partnerji [Selznick1996]. Gledano lokalno, neposredna okolica predvsem na neformalen način, preko privzetih vrednot, vpliva na odločanje.

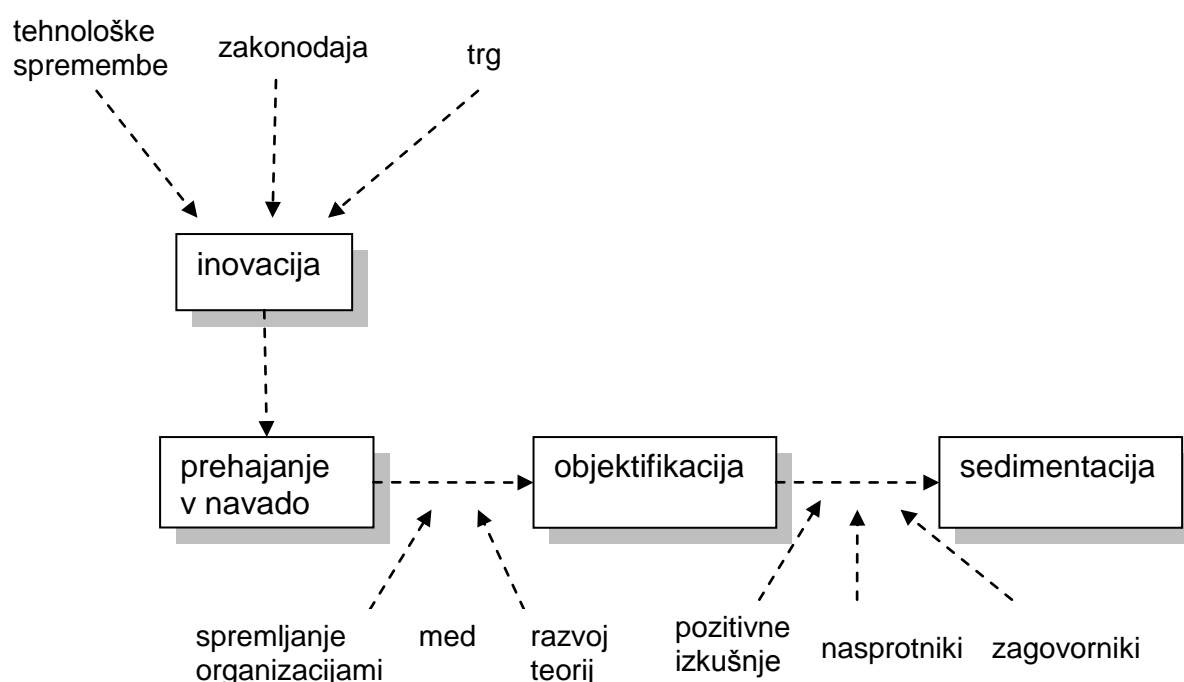
2.2.2 Kako in zakaj institucije nastanejo?

Teoretiki institucij izpostavljajo tri mehanizme, ki upravljajo razvoj institucij. Prvi mehanizem poudarja predvsem vlogo **storilnostnih spodbud** in bazira na vrednotenju razmerja med stroški in pridobitvami. Tako Arthur [Arthur1994] izpostavlja potrebne pogoje za vzpostavitev pozitivne razvojne zanke, ki vodi v rast privzete rešitve v institucijo, le-ta zato postane prevladujoči model delovanja: 1 – razvoj alternativnih rešitev zahteva večja vlaganja od že privzete rešitve in s časom višina potrebnih vlaganj narašča, 2 – za vpeljavo novih (drugačnih) pristopov je potreben čas in napor za učenje, kar obstoječe akterje odvrta od novosti, saj znanje o obstoječi rešitvi že imajo, 3 – uporabnik je v svojem delovanju skladen z ostalimi akterji in od tega ima koristi, 4 – novi akterji se zgledujejo po prevladujoči večini. Avtor ugotavlja tudi, da ta mehanizem ne zagotavlja optimalnega razvoja, saj vzpodbuja nadaljnji razvoj slabših rešitev, ki že imajo tradicijo.

Drugi mehanizem, ki ga je preučeval predvsem Selznick [Selznick1957] poudarja pomen **obveznosti**, ki se skrivajo v normah, vrednotah in procedurah. Rešitve in opravila v svojem bistvu presegajo tehnološke zahteve in tehnične aktivnosti. Sčasoma se vzpostavljajo stabilnejši, urejeni vzorci vedenja in relacije, ki so pomembnejše od izpolnitve pogodbenih obveznosti v tehničnem

smislu. Skozi čas se organizacijske strukture znotraj podjetij oblikujejo kot nosilci kompetenc in zmožnosti, medorganizacijske vezi pa preraščajo v medsebojne odvisnosti. Posameznik prilagaja svoje vedenje glede na sprejemljivost v danem okolju in situaciji in zato zelo težko izstopi iz kroga ustaljenih praks.

Tretji mehanizem vpeljuje pojem »objektifikacije«. To je proces skozi katerega se posamezna dejanja in njihov pomen preoblikujejo tako, da postanejo objektivna dejstva. Skupno razumevanje določene situacije se prenaša na tretje osebe kot dano dejstvo. Mehanizem lahko ponazorimo z razliko med stavkoma »Tako mi to delamo.« in »To se tako dela.« [Berger1967]. Slika 3 prikazuje model, ki sta ga razvila Tolbert in Zuker [Tolbert1996] in prikazuje delovanje mehanizma objektifikacije. Akterji v organizacijah pod vplivom trga, tehnološkega napredka in politike oblikujejo inovacije ter opazujejo kaj se dogaja v sorodnih organizacijah. Nekatere izmed inovacij se izkažejo kot uporabne in jih širše okolje začne sprejemati. Okrog takšnih inovacij se razvijejo nove teorije, ki v širšem smislu pojasnijo in definirajo kako in zakaj je določena inovacija učinkovita in v kakšnem kontekstu se lahko uporabi. Nato nastopi faza objektifikacije, ko se v množici ciljnih uporabnikov sprejme določen konsenz glede vrednosti podane rešitve in le-ta postane



Slika 3: Proces institucionalizacije, povzeto po [Tolbert1996]

sprejet način delovanja. Institucionalizacija se zaključi s fazo sedimentacije, ko se privzeto delovanje uporabi skozi več generacij (zaporednih projektov, ...) in se razširi na večino ciljne populacije.

Objektifikacija predvsem poudarja pomen ideje, ki postane osnova za institucionalizacijo. Ideja postane sprejeta kot »samo po sebi umevna« in ji vsi sledijo, zato je neopazna za udeležence vse dokler se ne pojavi nova ideja, ki je v nasprotju z obstoječo. Prevladujoča ideja je privzeto vodilo, ki ga uporabimo pri odločanju in delovanju.

Običajno se izkaže, da institucije dejansko nastajajo pod vplivom vseh treh mehanizmov, ki se med seboj podpirajo. Za njihovo razširjanje se nato uporabljajo elementi vseh treh prej navedenih podpornih temeljev – regulativni, normativni ter kulturno kognitivni temelj. Oblikuje se nova zakonodaja, ki mora postavljati jasne cilje ter mora biti podprta z učinkovitim nadzornim sistemom in ustrezno sankcionirati kršitve. Nadalje so za razširjanje izjemnega pomena medsebojne povezave in omrežja, torej relacijske strukture, ki oblikujejo medsebojne obveznosti, oblikujejo standarde in vzpostavljajo sisteme akreditacij in certificiranja. Hkrati pa je pomembno tudi, da so akterji med seboj podobni, imajo podobne potrebe, kar okrepi razumevanje zakaj so spremembe potrebne. Za dolgoročno preživetje, oziroma popolno integracijo določene institucije je navsezadnje pomembno tudi, da novosti prezema prevladujoče število podobnih akterjev. Ko je določena institucija enkrat resnično vzpostavljena in dobro podprta s temelji, postane stabilna in jo je le s težka mogoče zamenjati. Organizacije običajno smatrajo, da je zamenjava ukoreninjenih metod dela, postopkov in norm nevarna za stabilnost organizacije. Ustaljeni postopki se tudi ob večjih naporih za spremembo velikokrat samodejno povrnejo v stare tirnice, saj obstajajo kot dano dejstvo, oziroma kot objektivna stvarnost.

3 2D načrtovanje kot institucija

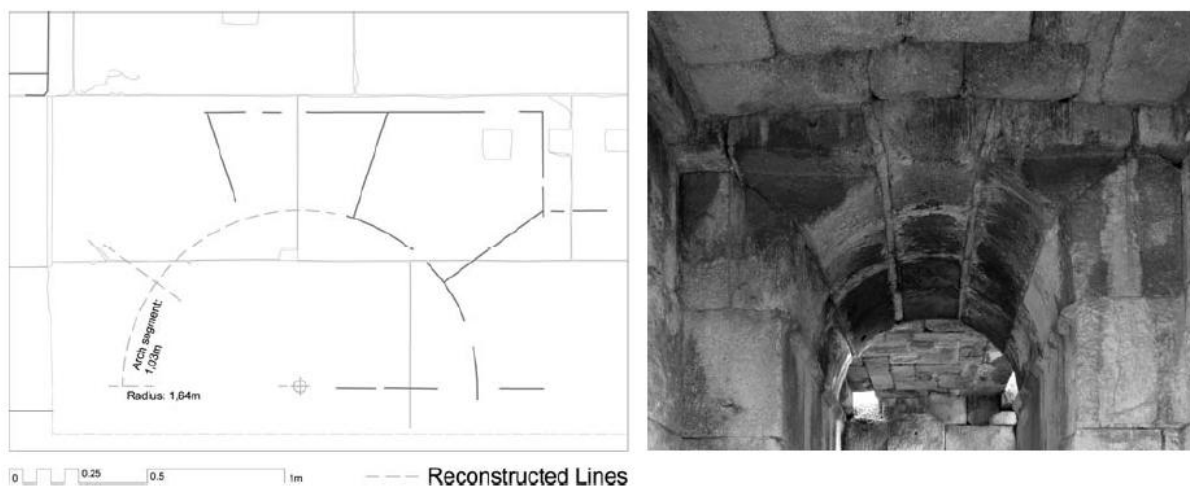
V pričujočem delu analiziramo gradbeno industrijo in njene metode skozi prizmo institucionalne teorije predstavljene v prejšnjem poglavju. V tem smislu smo se osredotočili na eno temeljnih institucij, ki poglavitno vpliva na razvoj grajenja objektov, gradbeništva kot stroke in gradbenih podjetij in njihovih medsebojnih odnosov, posledično pa tudi na prodor sodobnih informacijskih tehnologij v gradbeno proizvodnjo. Pri tem imamo v mislih uporabo 2D geometrijskih projekcij in 2D načrtovanja kot privzetega in merodajnega metodološkega pristopa v gradbeništvu.

V naši analizi želimo najprej 2D načrtovanje opredeliti kot institucijo skozi nosilce ter temelje, kot jih definira institucionalna teorija. Na ta način presegamo pogled na 2D načrtovanje v smislu tehnologije in le-to postavimo v širši kontekst. Hkrati želimo pokazati vrednost institucionalne teorije za razumevanje pristopa k načrtovanju in njegovih vplivov na gradbeno proizvodnjo.

Cilj omenjene analize je v splošnem osvetliti zapreke, ki se pojavljajo pri prehodu od klasičnega pristopa pri posredovanju informacij v gradbeništvu ter nakazati potrebne korake k uvajanju modelno zasnovane gradnje. Spoznanja bomo kasneje uporabili pri reševanju konkretnega, v uvodu opredeljenega problema zagotavljanja transparentnosti materialnih tokov v kontekstu industrializirane gradnje.

3.1 Zgodovinski pregled

2D risba, skica in načrti se v procesu razvoja gradbenega objekta kot pomemben dejavnik pojavljajo že v času starega Egipta, ko so takratni arhitekti skrbno dokumentirali svoje delo [Pratyush2007]. Iz časov starega Rima zasledimo arhitekturne risbe na osnovi katerih je mogoče sklepati o metodah grajenja objektov tistega časa [Lohman2009]. Izkaže se, da se 2D risba v gradbeništvu in arhitekturi že ob začetku našega štetja uporablja za vsaj tri namene. Najdbe kažejo, da se risba uporablja tako za predstavitev oziroma vizualizacijo ideje, prav tako pa kot orodje v fazi načrtovanja. Lohman navaja, da se za snovanje celotnega objekta uporablja tlorisni pogled, detajli in fasade pa so izdelani v obliki vertikalne projekcije. Komunikacijska funkcija risbe se še posebej odraža v uporabi le-te pri pripravi in izvedbi gradbenih del. Arhitekt za snovanje uporablja papir in riše v pomanjšanem merilu. Na samem objektu pa so bile najdene v kamen izpraskane risbe detajlov, navadno v naravni velikosti na zidovih pritličja, ki so služile pripravi in spremljanju gradbenih del. Večina risb je sicer v primeru



Slika 4: Risba arkade v naravni velikosti in izveden element, rimsko svetišče Baalbek, planota Bekaa, Libanon (povzeto po [Lohman2009])

dokončanih zgradb odstranjena. Risbe izpraskane na stene so s kasnejšim poliranjem kamna med zaključnimi deli na zidovih izbrisane.

Zgoraj navedene tri funkcije risbe – prezentacija ideje, oblikovanje in konstruiranje ter na zadnje priprava gradnje – se v gradbeništvu ohranjajo skozi tisočletja, kar je razvidno iz sicer redkih ohranjenih risb in načrtov v obdobju od starega Rima do srednjega veka, kot npr. Sketchbook of Villard de Honnecourt iz leta 1225 [Barnes2003] in Plan of Saint Gall iz devetega stoletja [McClendon2005]. Seveda se skozi čas spreminja tehnika izdelave in material, spreminja in širi pa se tudi področje uporabe tehnične risbe.

Iz zgoraj navedenih primerov vidimo, da razvoj risbe v veliki meri pogojuje družbena vloga arhitekta in gradbenika. Kadarkoli se družbeni položaj arhitekta veča (Egipt, Rim, renesansa), uporaba risbe prehaja v ospredje in se veča tudi njena komunikacijska vloga. Za razliko od npr. stare Grčije, ko družbeni položaj arhitekta ni bil tako povzdignjen in se tudi komunikacija reducira na ustni prenos informacij [Pratyush2007] ali v srednjem veku, ko mojster graditelj prevzema tako vlogo arhitekta kot gradbenika in na osnovi izkušenj pozna pravila gradnje ter na tej osnovi oblikuje stavbo. Vloga risbe in načrta se ponovno močno okrepi v renesansi, ko arhitekt, ki je v osnovi umetnik in ne pozna nujno vseh tehničnih podrobnosti ter tehnologije grajenja, spet prevzame vodilno vlogo pri oblikovanju zgradb. Okrepi se potreba po komunikaciji med arhitektom in mojstri, ki zgradbo dejansko gradijo in rešujejo tehnične probleme [Millon1997].

Skozi čas se razvija tudi razumevanje 3D prostora in ob tem način upodabljanja le-tega v dveh dimenzijah. Risba dobiva svoje teoretično ozadje, kar se sicer prične že z Euklidovo izpeljavo principov geometrije. Ob ostalih spoznanjih je za arhitekturno snovanje zelo pomembno delo Filippa Brunelleschija, ki je geometrijsko opredelil perspektivo. Za gradbeništvo pa je seveda velikega pomena tudi razvoj opisne geometrije, ki jo razvije francoski matematik Gaspard Monge. Opisna geometrija omogoča z dvodimenzionalno risbo opisati katerikoli trodimenzionalni objekt, tako da si ga je mogoče predstavljati s kateregakoli zornega kota in pri tem ohranja informacijo o obliki in pravih dimenzijah objekta [Hugh 1911]. Razumevanje izdelave in vsebine risbe ima svoj pomemben vpliv tudi na razvoj gradbene prakse. Npr. Mongeova opisna geometrija je bila celo obravnavana kot vojaška skrivnost zaradi prednosti, ki jih je prinašala. S pojavom računalniške tehnologije se v osemdesetih letih pojavi tudi računalniško podprto načrtovanje (CAD). Najprej se računalnik uporablja kot nadomestilo za risalno desko, vendar se na področju računalniško podprtega načrtovanja hitro razvijajo metode 3D modeliranja, ki omogočijo modeliranje teles v 3D prostoru. Računalniški modeli omogočajo tako 2D kot 3D vizualizacijo, doprinesejo pa tudi k hitremu razvoju računalniško podprtih metod za najrazličnejše analize ter v končni fazi avtomatizacijo izdelave končnega izdelka. V tej točki razvoja žal ugotavljamo, da gradbeništvo prične zaostajati za drugimi tehničnimi področji. Razlogi za to so mnogoteri in presegajo zmožnosti ali omejitve trenutnega stanja razvoja tehnologije. V nadaljevanju bomo podrobneje opredili nekatere razloge, ki sodijo v domeno družbenih dejavnikov.

Ob koncu tega zgodovinskega pregleda lahko povzamemo, da je v vseh obdobjih risba imela pomembno vlogo pri arhitekturnem in inženirskem delu pri grajenju objektov. Grafika pri inženirskem snovanju in gradnji zajema tri ključne vloge in sicer vizualizacijo, posredovanje informacij o objektu ter dokumentiranje. Vizualizacija nam omogoča boljše razumevanje problemov in evalvacijo rešitev oblikovanja in načrtovanja. Vizualna komunikacija ima ključno vlogo pri posredovanju informacij o izdelku med udeleženci iz tudi med seboj zelo različnih področij, ki sodelujejo pri nastanku in izvedbi. Izgotovljen načrt predstavlja dokumentacijo o objektu gradnje in služi kot osnova za izvedbo. Na osnovi risbe se vzpostavljajo dogovori in obveznosti med partnerji. Dejansko so te funkcije trajne skozi celotno zgodovino gradbeništva in arhitekture. Skozi čas se spreminja način izdelave grafik ter način posredovanja le-teh med udeleženci gradbenih projektov. Napredek v načinu izdelave, obliki in načinu posredovanja grafične informacije pa izboljšuje prej navedene funkcije, katerih nosilec je vizualna predstavitev.

Zgodovinski oris razvoja smo podali predvsem kot uvod v naslednja podpoglavja, kjer skozi pregled družbenih dejavnikov želimo pokazati na elemente, ki lahko delujejo tudi kot zaviralci v naslednjem razvojnem koraku uporabe grafike v gradbeništvu. Izjemna časovna dimenzija namreč jasno nakazuje na globoko zakoreninjenost obstoječega pristopa in s tem na smiselnost uporabe institucionalne teorije, kot osnove za analizo. Pri analizi uporabe 2D risbe in načrtovanja (v nadaljevanju »institucija 2D«) se bomo oprli na definicijo temeljev ter nosilcev institucij, kot so prikazani v tabeli Tabela 1 v prejšnjem poglavju. Znotraj posameznega temelja bomo identificirali konkretne nosilce 2D institucije v sklopu vseh štirih skupin nosilcev.

3.2 Regulativni temelj

Regulativni temelj bazira na uveljavljanju formalne moči in prisile. Najpomembnejšo vlogo za uveljavljajne regulativnega temelja ima država. Gradbena stroka močno posega na področje zagotavljanja varnosti ljudi in premoženja. Neustrezni postopki in neupoštevanje pravil stroke lahko povzroči izjemno škodo. Glede na velik družbeni pomen gradbeništvu in na izjemno časovno dimenzijo razvoja stroke je pričakovati, da bo v vseh urejenih in tudi nekoliko manj urejenih družbah graditev objektov temeljito zakonsko urejena. Da je gradbeništvu izjemno rigorozno reguliran sektor na vseh upravnih nivojih, od lokalnega do nacionalnega, ugotavljajo tudi drugi raziskovalci [Zarli2003]. Pri pregledu regulativnih temeljev se bomo v našem primeru omejili na slovensko zakonodajo, saj primerjava z drugimi državami presega obseg tega dela. Po izkušnjah avtorja so tudi predpisi drugih evropskih držav na področju projektne dokumentacije v smislu, kot jo obravnavamo v tem delu, podobni.

Simbolni sistem: Z zakonskega vidika je za izvedbo kateregakoli gradbenega projekta v Sloveniji potrebno upoštevati Zakon o graditvi objektov [ZGO2002], ki:

»ureja pogoje za graditev vseh objektov, določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov, ureja organizacijo in delovno področje dveh poklicnih zbornic, ureja inšpekcijsko nadzorstvo, določa sankcije za prekrške, ki so v zvezi z graditvijo objektov ter ureja druga vprašanja, povezana z graditvijo objektov«.

Z zakonom je med drugim opredeljena projektna dokumentacija in z njo povezani postopki in odgovornosti. Zakon tudi določa, da minister, pristojen za gradbene in prostorske zadeve, podrobneje

predpiše vsebino projektne in tehnične dokumentacije. V ta namen je predpisan Pravilnik o projektne dokumentaciji [PPD2008]. S pravilnikom je natančno določeno katere sestavine mora zajemati projektne dokumentacije (oz. »projekt«, kot projektne dokumentacije imenuje ZGO). Grafične vsebine projektov so v pravilniku opredeljene kot risbe. V splošnem je iz besedila implicitno razbrati, da je risba dvodimenzionalna projekcija, v določenih členih pravilnika pa je risba tudi eksplicitno opredeljena kot tloris, oziroma kot značilen vertikalni prerez, s čimer je tudi eksplicitno predpisana uporaba ortografske projekcije kot pristopa k izdelavi načrtov. Vsa dokumentacija v zvezi z gradnjo mora biti izdelana v papirni obliki, določeni deli dokumentacije pa se morajo hkrati predložiti tudi v digitalni obliki, ki mora biti skladna z Uredbo o prostorskem informacijskem sistemu [UPIS2007]. Uredba in njej podrejeni pravilniki in navodila nikjer ne predvidevajo obveze za izdelavo digitalnih geometrijskih in drugih vsebin načrtov v obliki, ki bi presegala zahteve zakonsko predpisane papirne oblike dokumentacije. Torej pravilniki ne predpisujejo izdelave modelov objekta.

Širše gledano je kljub podobnosti v osnovnih zakonskih zahtevah med posameznimi državami zaslediti pomembne razlike v zakonodaji predvsem z vidika procesov potrjevanja projektne dokumentacije. Navedene razlike vodijo v lokaliziranost trga, saj so se samo redki udeleženci sposobni stroškovno in organizacijsko učinkovito prilagajati razlikam. Tudi v primerih večjih podjetij, ki delujejo v širšem okolju, posamezni oddelki delujejo lokalno. Novi pristopi se zaradi tega širijo počasneje, kot bi se v pogojih globalne konkurence.

Relacijski sistem: ZGO eksplicitno opredeljuje, da so udeleženci pri graditvi objektov investitor, projektant, izvajalec, nadzornik in revident. Prav tako so v zakonu definirane tudi zadolžitve in medsebojne odgovornosti med vlogami. Zadolžitve posameznih vlog so opredeljene na osnovi zakonsko predpisane projektne dokumentacije. Iz tega izhaja, da so pristojnosti in odgovornosti posamezne vloge in njihove medsebojne relacije in način komuniciranja zasnovani na načrtih, ki so predstavljeni z 2D risbo. Za merodajne odločitve in obvezujoče dogovore se med vlogami mora uporabljati načrt, ki vsebuje tloris in vertikalne prereze v obliki risbe.

Regulativa natančno določa kdo sme prevzemati odgovorne vloge v gradbenem projektu. Zakonsko so določeni pogoji, pod katerimi je dovoljeno izvajati projektiranje in gradnjo. Predpisi za odgovornega projektanta zahtevajo ob izobrazbi tudi ustrezno število let delovnih izkušenj (ZGO 45.člen). Zaradi te zahteve postanejo tako delovni procesi kot tudi razumevanje samih izdelkov načrtovanja ponotranjeni preden lahko posameznik prevzame odgovornosti. V tem času imajo

izrecno z zakonom opredeljeno moč nosilci starega razumevanja in vrednot. Ponotranjenje je zato regulirano podvrženo tradiciji, kar pomeni, da v tem segmentu regulativni temelj čvrsto podpira kulturno kognitivni temelj – delovne procesi in oblika izdelkov se ponotranjijo preden nekdo postane odgovorni projektant, nato se tak način dela kot samoumeven prenaša na naslednji rod, kot tudi normativni temelj, ker je način oblikovanja vrednot eksplicitno tradicionalističen. Za zagotavljanje ustreznosti tehnične dokumentacije v primerih zahtevne gradnje je vzpostavljen sistem nadzora, ki zahteva še vključitev revidenta, ki revidira projektno dokumentacijo. Tudi revident mora zadovoljevati zakonsko predpisane zahteve, kot so predvidene za odgovornega projektanta, seveda z enakimi posledicami. Zakon opredeljuje še obvezno vlogo zbornice, ki podeljuje koncesije za opravljanje projektantskih del. S tem omogoča utrjevanje vzpostavljenih vrednot v postopkih projektiranja tudi na čezosebni ravni, torej na ravni stroke kot celote.

Zakon med drugim določa relacije projektne dokumentacije z obstoječimi evidencami, prostorskimi akti in redom. V tem smislu zahteva skladnost z obstoječo dokumentacijo. Glede na to, da so prostorske evidence praviloma podprte z GIS informacijskimi sistemi in vključujejo 2D tlorisne informacije, pomeni zagotavljanje skladnosti pravzaprav zagotavljanje 2D tlorisne informacije o grajenem objektu. Seveda to izrecno ne pomeni, da dokumentacije ni mogoče narediti tudi na drugačen način, ki vključuje tudi tlorisno informacijo. Vendar iz regulative ne izhaja potreba po spremembi v načinu dela. Prej omenjeno je le konkreten primer splošnejšega problema iskanja skupnega imenovalca med udeleženci projekta in zakonsko opredeljenimi predstavniki okolja v katerega gradnja posega. V vseh postopkih, od idejne zasnove do izdelave projekta izvedenih del, so definirane relacije do določenih soglasodajalcev, brez soglasja katerih ni mogoče izvesti gradbenega projekta. Udeleženci projekta določenim soglasodajalcem med drugim posredujejo tudi grafične prikaze. Ustaljena praksa in način prevzema dokumentacije in izdelave soglasij je tako opredeljena kot nujna. Na način posredovanja informacij in spremembe tega načina ima velik vpliv tudi dejstvo, da je soglasodajalcev veliko in so vsebinsko zelo raznoliki, saj je gradbeni projekt zelo široko vpet v okolje. Večje število udeležencev pomeni tudi več zahtev pri iskanju skupnega imenovalca glede prenosa informacij. Zakonska prisila sodelovanja s soglasodajalci vzpostavlja določena razmerja moči, kar posledično podpira samoumevnost v preteklosti privzetih oblik in standardov. Skozi opisane sisteme formalne moči se ustvarjajo močne podporne vezi med regulativnim ter normativnim in kognitivnim temeljem institucije 2D.

Rutine: Standardne procedure delovanja na področju grajenja objektov so relativno strogo definirane. Če grajenje objektov primerjamo npr. z razvojem programske opreme, ki je prav tako izrazito projektno naravnana, vidimo da je v primeru gradnje veliko protokolov in procedur zakonsko opredeljenih. Natančno so določeni koraki, ki jih je potrebno izvesti in prav tako je predpisana dokumentacija, ki jo je potrebno skozi izvedbo posameznih korakov pripraviti. Če omenimo samo en značilen primer, vsak projekt gre skozi fazo priprave idejne zasnove (IDZ), idejnega projekta (IDP), projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD), projekta za izvedbo (PZI) in projekta izvedenih del (PID). Celo kratice posameznih delov dokumentacije (t.i. projektov) so predpisane z zakonsko uveljavljenim pravilnikom [ZGO2002, PPD2008]. V primeru razvoja programske opreme sta potek projekta in dokumentacija, ki pri tem nastaja, popolnoma prepuščena izvajalcu ali pa prostemu dogovoru med izvajalcem in naročnikom. Pravzaprav rutine v tem primeru izhajajo iz izbranih metodoloških pristopov pri implementaciji posamezne aktivnosti.

Omenili smo že, da je osnovni namen rutin in standardnih postopkov zagotavljanje stabilnosti sistemov in zanesljivosti tako postopkov kot izdelkov. Prav ta vidik sili gradbeništvo v formalizacijo rutin in postopkov. Uveljavljen sistem delitve odgovornosti skozi vlogo odgovornega projektana, revidenta in drugih udeležencev s predpisanimi zahtevami glede zmožnosti prevzemanja odgovornosti, kot so ustrezne delovne izkušnje in strokovni izpit, so udeleženci izpostavljeni aktivnemu delovanju v obstoječem sistemu. Skozi aktivno delovanje se priučijo in ponotranjijo znanja v obliki rutin. Celoten postopek delitve odgovornosti pa je povezan z zagotavljanjem varnosti in kakovosti objektov. Odstopanje od privzetih rutin lahko v primeru nesreče privede tudi do kazenske odgovornosti udeležencev. Z vidika uporabe 2D risbe pomeni odstopanje od rutinske uporabe risbe v sedanji obliki, tudi če bi zakon to dopuščal, velik problem pri prevzemanju odgovornosti v zvezi z zagotavljanjem bistvenih vsebin načrtov. Z regulativnega vidika je namreč potrebno ob vzpostavitvi zakonske osnove zagotoviti tudi ustrezen nadzor. V tem smislu pa obstoječe rutine ne ponujajo ustreznih rešitev, ki bi jih lahko uporabili izven konteksta 2D načrtov. Tudi v pogodbenih razmerjih med udeleženci gradbenega projekta se pravilnost podane informacije opredeli na nivoju 2D načrtov, saj z obstoječimi rutinami v splošnem ni mogoče zanesljivo zagotavljati pravilnosti podatkov, kar pa ima neposreden vpliv na prevzemanje odgovornosti.

Posledično se rutine sidrajo v tehnološke rešitve in orodja za podporo grajenju, saj so le orodja, s katerimi lahko pripravimo izdelke s predpisanimi lastnostmi in so optimirana glede na predpisane postopke sprejeta v uporabo.

Izdelki: Kot smo omenili že v odstavku o regulativnih simbolnih sistemih, predpisi na področju grajenja objektov precej natančno določajo zahteve glede izdelkov načrtovanja. Vsebina projektne dokumentacije (t.i. projektov), kakor tudi njena oblika je določena z zakonom [ZGO2002] in podrejenimi pravilniki. Prav tako je v času izvedbe gradbenih del s strani ministra predpisana vsebina in način vodenja gradbenega dnevnika ter knjige obračunskih izmer. V opisih navedenih izdelkov se grafične vsebine opredeljujejo kot risbe v ortografskih projekcijah. Praviloma mora biti dokumentacija pripravljena v papirni obliki in podpisana s strani odgovornih oseb in nadzornikov. Pravilnik o projektne dokumentaciji [PPD2008] npr. določa, da:

»Sestavine vodilne mape, načrtov in elaboratov projektne dokumentacije se vlaga v mape, ki omogočajo vstavljanje listov v formatu A4.«

Izrecno so določene tudi sestavine risb, ki sestavljajo načrt. Z našega vidika je zanimivo predvsem, da mora risba vsebovati tudi merilo, tlorisi morajo imeti označene smeri neba in iz risbe mora biti razvidna identifikacija odgovornega projektanta. Vse navedeno odraža potrebo po izdelavi papirne oblike dokumentacije in izdelke tudi povezuje z ostalimi regulativnimi nosilci (projektant) institucionalizacije.

Podrobna reguliranost gradbene stroke, ki se v veliki meri naslanja na različne javne službe in uradne državne ustanove, zagotavlja podroben opis vmesnikov do posameznih služb. Dokumentacija in zagotavljanje skladnosti s predpisanimi zahtevami je tako podvržena stalnemu implicitnemu nadzoru, skozi prej navedene relacijske strukture in vpenja 2D risbo v obstoječi prostor in med akterje upravljanja le-tega. Izdelki načrtovanja imajo tudi svojo dokumentacijsko in arhivsko vrednost. S pravilniki je namreč določeno, da se v tekočih projektih lahko uporablja tehnična dokumentacija iz predhodnih projektov, npr. kot posnetek obstoječega stanja ali v smislu dokumentiranja spomeniško zaščitene delov zgradb. Tako so izdelki načrtovanja vpeti v okolje tudi skozi čas.

3.3 Normativni temelj

Na vsakem področju človekovega delovanja, tako tudi v našem primeru gradbeništva in arhitekture, se skozi čas oblikuje notranji občutek udeležencev glede lastne obveznosti do drugih ter pričakovanj glede obveznosti okolice. Na teh osnovah se oblikujejo sistemi upravljanja, kakor tudi delovna mesta in vloge in posledično organizacije, ki formalizirajo navedene elemente ter vzpostavljajo sisteme

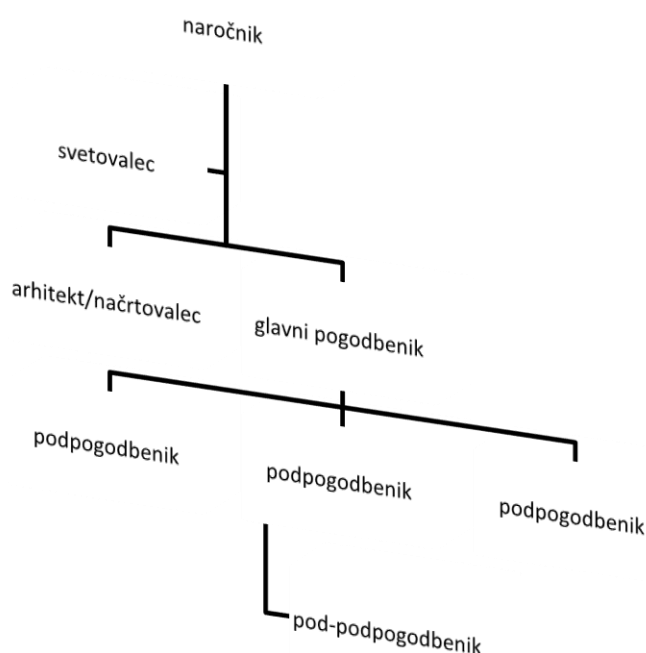
pravic in odgovornosti. Vrednote vodijo posameznike in organizacije v dogovore, katerih rezultat so standardizacija postopkov delovanja in izdelkov.

Simbolni sistem: Vrednote in pričakovanja, ki usmerjajo delovanje udeležencev gradbenih projektov in so se izoblikovale skozi dolgo tradicijo grajenja so nedvomno izkušnost, sposobnost, odgovornost in pravilnost izvedbe. Udeleženci projekta stremijo k navedenim vrednotam in tudi od drugih udeležencev pričakujejo enako. Slab ugled izvajalcev ima pomembno vlogo pri izbiri partnerjev v projektu. Navedeno potrjuje tudi raziskava, ki smo jo izvedli v okviru projekta InPro in zajema gradbeni sektor Francije, Švedske, Finska in Nemčije [Gralla2010]. Tehnične kompetence in sposobnost kakovostne izvedbe del, ki mora biti tudi merljiva, so ključni pri sestavi projektnih teamov. Regulatorna in predpisi so sprejeti kot nujen okvir delovanja, njihovo popolno spoštovanje pa ne predstavlja presežka pri tvorjenju vrednot.

Cena in zniževanje stroškov predstavljata pomembno vodilo delovanja gradbene industrije [Zarli2003, Gralla2010]. Posledično se udeleženci fokusirajo na področja, ki jih dobro obvladujejo, kar znižuje tveganja glede kakovosti in spoštovanja zastavljenih rokov. Na vseh nivojih delovanja ima velik pomen princip neposredne nagrade, ki se tudi v pogodbah natančno opredeli. Zaradi tega se izvajalci izogibajo sprejemanju dodatnih del ali inovacijam, ki bi prinašale koristi dolgoročno ali le posredno vplivale na kakovost grajenega objekta kot celote. Tudi s strani naročnika je vzpodbujanje inovativnosti navadno drugotnega pomena. Kljub dejstvu, da imajo rezultati gradbenih projektov izjemno dolgo življensko dobo, naročniki niso pripravljeni dodatno vlagati v nove tehnologije, ki bi omogočale preventivno delovanje glede pojava napak v fazi gradnje ter lažje kasnejše vzdrževanje objekta. V tem smislu se tudi naročnik raje naslanja na vrednote kot so sposobnost in zanesljivost posameznega izvajalca, kot pa na inovativnost in celovitost. V veliki meri bi lahko rekli, da prevladuje prepričanje, da je celotna kakovost projekta vsota kakovostne izvedbe posameznih faz ali del. Integracija procesov, pri tem mislimo predvsem na informacijsko povezanost, je prepuščena posameznim udeležencem in se zato omeji na tradicionalno izmenjavo načrtov. Iz navedenega lahko vidimo, da je nastanek t.i. otokov avtomatizacije naravna posledica vzpostavljenega sistema vrednot in pričakovanj. Na posameznih področjih se razvoj informacijske podpore opravi zelo dobro razvija, saj neposredno zadovoljuje potrebe izvajalca, podpira njegovo sposobnost in produktivnost, kar neposredno vpliva na oblikovanje cene posamezne aktivnosti. Po drugi strani je sodelovanje med udeleženci in celovit informacijski pogled na objekt zapostavljeno,

ker zahteva razvoj vmesnikov in razprši odgovornost za napake. Poleg tega sodelovanje zahteva vlaganja v nove kompetence in vpliva na razmerja v izkušnosti.

Relacijski sistem: Navedbe iz prejšnjega odstavka o simbolnih sistemih nas vodijo v pregled oblik upravljanja ter organizacijo poslovanja v procesih grajenja. Na področju gradbene stroke se v osnovi pojavljajo trije modeli organizacije projekta [Eastman2008]. Najbolj razširjen model je še vedno tradicionalni model, ki ga v literaturi zasledimo pod imenom »design-bid-build« (DBB model) in je zastopan odvisno od lokacije med 70% in 90% [Zarli2003, Jaeger2007].



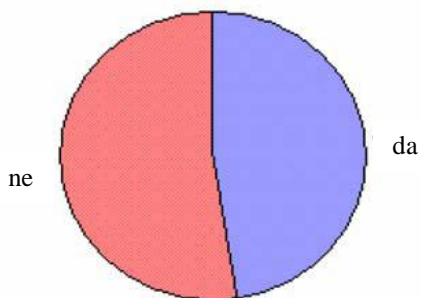
Slika 5 - Tradicionalni model izvedbe projekta (Eastman2008)

V tradicionalnem modelu naročnik vzpostavi pogodbeno razmerje s projektantom ter posebej z glavnim pogodbenikom, oz. izvajalcem gradnje. Za sodelovanje in komunikacijo med obema skrbi naročnik. Enak princip se nato uporablja tako na strani projektanta, kot na strani izvajalca. Oba po potrebi iščeta svoje podpogodbenike s katerimi vzpostavljata pogodbeno razmerja za izvedbo določenih podsegmentov projekta. Vsa dela in izdelki se opredeljujejo v posameznih pogodbah in podpogodbah in celoten proces je naravnano na izgotovitev določenih del in dobavo izdelkov v predvidenih terminih, kot je v posameznih pogodbah določeno. Organizacija je izrazito hierarhično zastavljena, tako so razdeljene tudi odgovornosti. Med podizvajalci je težko vzpostaviti neposredno

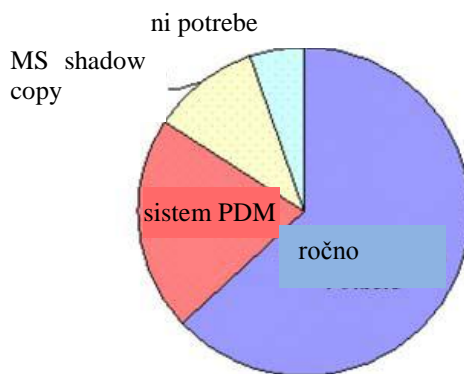
komunikacijo, saj je vsak podizvajalec zavezan s svojo pogodbo nasproti svojemu naročniku v kateri so opredeljene neposredne obveznosti za izvedbo določenih del. Hkrati so povezave med udeleženci praviloma kratkotrajnega značaja in velikokrat trajajo samo za čas enega projekta [Zarli2008, str. 18]. Z vidika dokumentacije in pretoka informacij se vsak udeleženec osredotoča na dokumentiranje svojega dela in pripravo dokumentacije, ki izkazuje rezultate vezane na izdelek za katerega je podizvajalec zadolžen. Dokumentacija je praviloma v papirni obliki, tako da se po vsebini in tudi po formatu sklada z zakonsko zahtevanimi dokumenti kot so PGD ali PZI. V primerih, ko je dokumentacija izdelana v elektronski obliki, se posamezen udeleženec ne ukvarja s problemi kompatibilnosti z ostalimi udeleženci, temveč le z izvedbo svojega opravila. Formati zapisa e-dokumentov so zato praviloma zelo raznoliki in med seboj nekompatibilni. Proces po svoji naravi ne vzpodbuja, lahko bi rekli da celo deluje zaviralno z vidika sodelovanja med udeleženci projekta. Udeleženci projekta sodelovanje z ostalimi udeleženci, s katerimi niso neposredno hierarhično povezani, doživljajo kot dodaten napor, ki ni vključen v pogodbeno razmerje. Vsak izvajalec optimira svoje aktivnosti in se ne ozira na optimum celotnega projekta, oz. izdelka. Napake, ki nastajajo zaradi pomanjkljive komunikacije, so mnogokrat dobrodošle za postavljanje dodatnih zahtevkov, t.i. aneksov, na osnovi katerih izvajalci poskušajo doseči višjo ceno od dogovorjene. Na strogo ločevanje vloge projektanta od vloge izvajalca in s tem povezane težave kaže tudi pregled stanja gradbene industrije, ki smo ga izvedli v projektu InPro [Jaeger2007].

V zadnjih petnajstih letih se ob tradicionalnem modelu pojavljata še modela »design-build« (DB model), ki povezuje projektanta in izvajalca v eno poslovno entiteto (ena organizacija ali partnerstvo), ki vstopa v pogodbeno razmerje z naročnikom. Na ta način se vzpostavlja večji interes za projekt kot celoto in vzpodbuja se komunikacija med udeleženci. Še novejši pristop pa je tako imenovan kolaborativni proces izvedbe, kjer izvedba projekta bazira na sodelovanju med seboj povezanih partnerjev. Izbira partnerjev ne temelji na najcenejšem ponudniku temveč na osnovi ponudnikov, ki jih zveza partnerjev preferira. Oba modela še vedno iščeta svojo navezavo na tradicionalne vrednote in pričakovanja, oz. na spremembe le-teh in sta zato še vedno v manjšini. Brez miselnega preskoka in spremembe temeljnih vrednot je prehod gradbene industrije na nove procese težko pričakovati. Do takrat pa tudi ni pravega razloga za opuščanje 2D risbe in papirne dokumentacije, oziroma razloga za uvajanje drugačnih tehnoloških rešitev za komuniciranje, saj v tradicionalnem procesu risba v obstoječi obliki več ali manj izpolnjuje svojo komunikacijsko vlogo.

Rutine: Vloge in delovna mesta nastajajo v kontekstu relacijskih sistemov in utelešajo rutine in ustaljene aktivnosti. Ponavljajoči se vzorci pri opravljanju vsakdanjih opravil postajajo vse bolj nezavedni, vgrajujejo se v orodja, ki podpirajo posamezne aktivnosti. Kot smo ugotavljali že v podpoglavju o regulativnih temeljih 2D načrtovanja, so ključni udeleženci, ki so vključeni v izdelavo grafičnih izdelkov in procese posredovanja geometrijskih informacij v gradbenih projektih podvrženi večletnemu treningu in delu v obstoječih okoljih preden lahko prevzamejo odgovornosti. Po drugi strani pa se ravno s sodelovanjem v obstoječih okoljih prenašajo ustaljeni vzorci na nove generacije sodelavcev [Lave1991]. Zaradi tega se težko oblikujejo nove rutine, oz. se novi vzorci delovanja težko prenašajo v tradicionalna okolja. Pri pregledu evropske gradbene industrije [Jaeger2007] opazamo, da v procesu praviloma nastopa arhitekt, ki ustvari ogrodje v katerega se vključujejo druge stroke. Podrobno načrtovanje izvedejo projektanti specializirani za posamezno stroko, arhitekt pa poskrbi za usklajevanje. Na osnovi načrtov se izvede postopek izbire izvajalca gradbenih del. Optimizacija se izvaja po posameznih korakih, torej le s posameznega vidika, ki ga posamezen izvajalec obravnava. Kakovost in uspešnost del je predvsem odvisna od znanja in izkušenj vključenih posameznikov. Celovita optimizacija in fokus na celoten objekt je drugotnega pomena. V smislu izmenjave podatkov se posamezne vloge osredotočajo bolj na izogibanje neskladij z ostalimi udeleženci. Vloga upravljanja projekta se v tradicionalnem pristopu izvedbe skozi čas trajanja projekta prenaša od projektanta – arhitekta, na izvajalca – gradbenika, kar je večkrat vir kasnejših nesoglasij. Glede na to, da se obstoječi sistemi nagrajevanja nanašajo vedno le na rezultate posamezne faze, udeleženci kot rezultat svojega dela naprej posredujejo le omejen nabor informacij za katere so neposredno zadolženi in ne vseh, ki so jim na razpolago. Raziskava je prav tako pokazala, da se spremembe v glavnem upravljajo ročno in da udeleženci tak način dela sprejemajo kot samoumeven. To se nanaša tako na upravljajne sprememb v smislu vsebine, kot tudi praktično upravljajne sprememb v smislu obvladovanja računalniških zapisov in datotek. Slika 6 prikazuje ugotovitve projekta InPro, levi graf odgovore na vprašanje »Ali v vašem podjetju obstaja standardni podatkovni format?« in desni graf odgovore na vprašanje »Kako upravljate spremembe v računalniških podatkih?« [Pfitzner2007]



Slika 28 vprašanje 9: Ali v vašem podjetju obstaja obvezen standardiziran podatkovni format



Slika 41: Kako upravljate verzionirane datoteke?

Slika 6: Upravljanje sprememb in standardni podatkovni formati v podjetjih. (povzeto po [Pfitzner2007])

Zaradi ročnega prenosa informacij iz enega sistema v drugi, morajo posamezne vloge v primeru sprememb, za opravljanje svoje naloge informacije navadno ponovno ustrezno pripraviti, kodirati in vnašati v računalniške programe. Prav zaradi morebitnih sprememb posamezniki poskušajo ta postopek čimbolj omejiti in uporabijo le nujno potrebne informacije. Paradoksalno pri tem je, da se pretežno zaradi upravljanja sprememb komunikacija omejuje na najbolj nujno, čeprav bi ravno avtomatizacija pri prenosu informacij in izboljšave pri računalniško podrti komunikaciji omogočila lažje upravljanje sprememb. Evidentno je, da vzpostavljene rutine prinašajo večji občutek varnosti in zanesljivosti predvsem na strani prevzemnika podatkov. S tem uporabniki podatkov sami vzdržujejo obstoječe stanje, saj ne izkazujejo potrebe po integraciji niti niso pripravljeni investirati v bolj integrirano komunikacijo, ki bi vodila udeležence predhodnih faz k pripravi podatkov v obliki, ki je primernejša za ponovno uporabo.

Izdelki: V projektu InPro smo izvedli analizo gradbene industrije, ki obravnava uporabo programskih orodij v obstoječi gradbeni praksi [Pfitzner2007]. Skozi analizo se je izkazalo, da se med programskimi orodji, ki se v praksi uporabljajo, v splošnem največkrat omenjajo orodja CAD. Iz tega lahko sklepamo, da je posredovanje geometrijskih podatkov nekakšno podatkovno jedro, ki je skupno različnim udeležencem projekta in predstavlja podlago za različna področja uporabe, kot je npr. časovno planiranje, stroškovno planiranje (kalkulacije), statična analiza, analiza energijskih lastnosti, ipd. Sodobna CAD orodja imajo vgrajeno podporo za izdelavo risb skladnih z inženirskimi dogovori in standardi za pripravo načrtov in omogočajo visoko produktivno pripravo načrtov predvidljive kakovosti. Standardi predpisujejo uporabo različnih vrst črt, šrafur in simbolov, ki

omogočajo usposobljenemu uporabniku hitro razumevanje vsebine načrta. Poleg programskih propomočkov in standardov, v praksi praviloma vsaj v večjih podjetjih, obstajajo še interna navodila za načrtovanje ter kontrolni sezname, ki so v pomoč inženirjem pri preverjanju velikega števila parametrov, ki jih vsebuje načrt in njegovi detajli. Utečeni postopki, dogovori in standardi omogočajo primerljivost in širšo uporabnost načrtov in so v grafičnem smislu sestavni del jezika stroke.

Za potrebe preverjanja in potrjevanja geometrijskih informacij se praviloma izdelajo načrti v papirni obliki, kar navadno imenujemo »original«. V tej obliki se tudi ročno podpisujejo. Kot smo omenili v opisu regulativnih temeljev, to predvidevajo tudi zakonski predpisi. Podpisani dokumenti se nato digitalizirajo in hranijo v nespremenljivi digitalni obliki. Tako hranjene informacije imajo le svojo arhivsko-dokumentacijsko vrednost in se uporabljajo predvsem v primeru morebitnih sporov. Vzporedno se podatki hranijo še v izvorni obliki, v formatih programov s katerimi so podatki kreirani, tako da jih je mogoče kasneje še spreminjati in morebiti ponovno uporabiti na drugih projektih. Z vidika računalniške izmenjave strukturiranih podatkov, med katere uvrščamo geometrijske podatke, ugotavljamo, da se za izmenjavo v največji meri uporabljata formata DWG in DXF. Tako so najbolj uporabljani prav formati, s katerimi ni mogoče eksplicitno izmenjevati semantičnih informacij. Izmenjujejo se grafični podatki v obliki, ki omogoča le minimalno stopnjo strukturiranja grafičnih elementov.

Nestrukturirani podatki, torej najrazličnejši opisi, specifikacije in izračuni se hranijo v tekstovni obliki ali pa v obliki trenutno najbolj razširjenih aplikacij kot so elektronske preglednice (XLS) ali poročila (PDF). Povezava med strukturiranimi in nestrukturiranimi podatki v računalniškem smislu ne obstaja. Obstajajo le človeku razumljive reference v besedilu. Kot je pokazala naša raziskava, tudi v okolju posameznega podjetja praviloma, v skoraj 60% primerov, ne obstajajo niti interni standardi za zapis podatkov (glej Slika 6).

3.4 Kulturno-kognitivni temelj

Gradbeništvo je stroka, ki je močno vpeta v lokalno okolje [Zarli2003, str. 18]. Tudi velika gradbena podjetja, ki poslujejo na različnih koncih sveta pravzaprav delujejo lokalno. Lokalnost je po eni strani pogojena z logističnimi težavami, po drugi strani pa je vpetost v okolje nujna zaradi razlik v zakonodaji, pravilnikih in predpisanih postopkih. Lokalnost pomeni tudi večjo vpetost v kulturne značilnosti in navade določenega okolja. Davis in Greve sta dokazovala [Davis1997], da

institucionalni nosilci, ki jih uvrščamo v kulturno kognitivni temelj, najprej in predvsem delujejo lokalno in se počasi širijo. Spremembe v določenih okoljih, npr. posamezni državi ali regiji se le počasi širijo v druga okolja, tako je kulturno kognitivni temelj pomemben faktor stabilnosti institucij.

Simbolni sistem: Arhitektura in gradbeništvo se ukvarjata s produkcijo grajenih objektov, ki imajo svojo obliko in funkcijo. Oblika spada med najbolj osnovne značilnosti objektov. Zaradi tega je zapisovanje in posredovanje grafične informacije izjemnega pomena za stroko. Skozi zgodovinski pregled smo opisali kako se je posredovanje grafične informacije razvijalo skozi čas. Ugotavljamo, da se tudi z razvojem medijev od kamna, papirja do računalniško posredovane informacije načrtovanje v gradbeni stroki opira na 2D risbo. Tudi razvoj CAD sistemov ustaljenega pristopa ni zamenjal. Sodobni modelirniki sicer omogočajo 3D modeliranje in razvoj celovitega 3D modela zgradbe, vendar se posamezni detajli še vedno rišejo v 2D in tudi model celotne zgradbe se navadno oblikuje v 2D pogledih, tudi kadar zgradbo sestavljamo iz kompleksnih 3D gradnikov, npr. v ArchiCADu ali Revitu. 2D risba v pravokotnih projekcijah z uveljavljenimi pomeni črt, šrafur in poimenovanjem plasti in elementov so uveljavljeni kot sprejet jezik stroke in kot tak predstavlja splošno sprejet in uveljavljen simbolni sistem.

Tudi v učnem procesu na področju gradbeništva in arhitekture ima 2D risba pomembno vlogo pri predstavitvi katerihkoli vsebin povezanih z geometrijo objekta. Z 2D risbo je namreč mogoče nedvoumno prikazati posamezne elemente, sklope ali celoten objekt ter tako ilustrirati vsebine. Če naštejemo le nekaj primerov, to velja tako za študij forme s strani arhitekta, kot tudi za ilustracijo problemov pri obravnavi različnih gradbeniških analiz ali razlago organizacijskih pristopov pri ureditvi celotnega gradbišča.

Uporaba 2D risbe in paralelne projekcije, ki izhaja iz opisne geometrije, je teoretično povsem dorečena. Formalno je definiran postopek izdelave ter kriteriji pravilnosti, prav tako pa tudi uporabnost. Vsak objekt je namreč mogoče nedvoumno prikazati z risbo izdelano po principih opisne geometrije.

Široka uporaba risbe v gradbenih projektih je rezultirala v oblikovanju tipov risbe, glede na namen njene uporabe. Tako se izdelujejo načrt arhitekture, načrt gradbene konstrukcije, načrti strojnih instalacij, načrti elektro instalacij, načrti detajlov in delavniške risbe, armaturni načrti in načrti za opaže, itd. Tipi načrtov se navezujejo tudi na regulativni temelj, saj pravilniki predpisujejo kateri tipi načrtov se morajo pripraviti glede na tip objekta, ki je predmet gradbenega projekta.

Relacijski sistem: Simbolni sistemi in njihova uporaba se praviloma odražajo v strukturnih modelih organizacij, ki delujejo na določenem področju. Prej omenjeni tipi načrtov se npr. neposredno odražajo tudi v organizacijskih strukturah gradbenih podjetij, oz. skupinah podjetij, ki izvajajo gradbeni projekt. Za različne tipe načrtov so odgovorni različni oddelki ali podizvajalci. Medsebojne odgovornosti in povezave se interpretirajo skozi način zapisovanja informacij, kategorizacije in tipifikacije. Hierarhična zasnova relacij v tradicionalni izvedbi gradbenega projekta, ki jo opisujemo s trikotnikom naročnik-arhitekt-izvajalec in več nivojsko hierarhijo podizvajalcev se neposredno odlikuje tudi v tipizaciji izdelkov, v našem primeru izdelkov načrtovanja. Na tej osnovi se oblikuje identiteta posameznih akterjev v sistemu, organizacije so prepoznavne po svojih vlogah, ki jih v projektih prevzemajo. Hkrati je pomembno izpostaviti, da tradicionalni pristop k izvedbi projekta prevladuje, kar ima za posledico, da se tudi novi udeleženci, ki se pojavljajo na tržišču zgledujejo po obstoječih in vzpostavljajo strukturno ekvivalentne sisteme. S tem si zagotavljajo kredibilnost in oblikujejo identiteto uveljavljenega akterja, saj se veljava posameznika odraža v njegovi podobnosti z okoljem. Iz istega razloga obstoječi udeleženci le stežka spreminjajo svojo vlogo oz. s težavo poskušajo vzpostavljati ne tradicionalne relacije z ostalimi. Na področju gradbeništva je to, za razliko od drugih industrij, še posebej pomembno, saj so povezave med partnerji zelo kratkotrajne in velikokrat trajajo samo za čas enega projekta. Izvajalci v vsakem projektu znova vzpostavljajo organizacijsko strukturo in mnogi se povezujejo v več projektnih struktur hkrati. Načeloma bi lahko to nakazovalo na določeno večjo fleksibilnost industrije, vendar bi bila takšna fleksibilnost neizogibno povezana z večjimi stroški poslovanja ter velikim tveganjem pri zagotavljanju kakovosti izdelkov, kar pa ni v skladu z uveljavljenim sistemom vrednot. Odmik od ustaljenih simbolnih sistemov in metod, torej tudi odmik od 2D risbe kot komunikacijskega temelja, ima zato posledično velik vpliv na celotno organizacijo odnosov med partnerji, saj neposredno vpliva na relacijske strukture v projektu ter odnose do ostalih udeležencev, npr. soglasodajalcev.

Rutine: Zanesljivo delovanje udeležencev temelji na znanjih in pristopih k reševanju problemov, ki se jih posameznik eksplicitno ne zaveda temveč so del ustaljene prakse. Če opazujemo vloge, ki nastopajo v gradbenem projektu in so povezane z izdelavo in prenosom geometrijskih karakteristik objekta lahko vidimo, da uporaba 2D načrtov ni samo zakonsko določen način dokumentiranja v specifičnih fazah projekta, temveč je to privzeti način delovanja stroke. Rutine se v podjetjih dokumentirajo v obliki diagramov poslovnih procesov in poslovnikov. Zapisi definirajo ustaljene postopke poslovanja ter informacijske potrebe posameznih aktivnosti. Slednje se nanašajo na zakonsko opredeljene projekte (PZI) in drugo dokumentacijo, kot je npr. gradbena knjiga. Na ta

način se regulativni nosilci povezujejo v organizacijske procese podjetij in postajajo njihov samoumeven sestavni del.

V gradbenih projektih, za katere je običajno značilna udeležba večjega števila relativno neodvisnih udeležencev, se pojavlja velika potreba po koordinaciji aktivnosti in vsebin med akterji, tako v času projektiranja kot v času izvedbe. Stroka potrebuje zanesljivo metodo za nedvoumno posredovanje informacij. Razumevanje se namreč vedno oblikuje kot subjektivna interpretacija prejetega sporočila. Ustaljena praksa in rutine so udeležencem v pomoč pri notranji interpretaciji sporočil. Spreminjanje načina (metode ali medija) posredovanja informacije velikokrat vodi v nerazumevanje. Rutinsko se v gradbeništvu za komuniciranje uporablja telefon, torej govorjena beseda in s tem neposreden medosebni stik [Zarli2007]. Pri opisovanju prostorskih karakteristik, kot je geometrija objekta in izmenjavi informacij o objektu, se je potrebno naslanjati na ustaljene in privzete vzorce komuniciranja, saj je geometrija v bistvu vizualna informacija in je za njeno razumevanje nujna preslikava iz slušne v vizualno predstavitev. Brez referenčnega modela, kot je 2D risba z dobro definiranimi principi izdelave in uporabe, je takšna komunikacija praktično nemogoča. Od elektronskih medijev je v zadnjem času v uporabi elektronska pošta, ki počasi izpodriva telefaks za posredovanje skic, ostali elektronski načini komuniciranja pa so zaenkrat še vedno v povojih in niso vključeni v vsakdanjo uporabo v praksi. Tudi z vidika upravljanja gradbišč in spremljanja gradnje je ustaljena praksa, da se navodila, načrti detajlov, kakor tudi poročila gradbene knjige dokumentirajo v obliki 2D risbe.

Izdelki: Z vidika izdelkov načrtovanja lahko zapišemo, da imajo grafični načrti v gradbeništvu pomembno simbolno vlogo in vrednost. Povsem samoumevno je, da mora načrt biti izrisan na papirju in v ustreznem formatu. V nasprotnem primeru velja načrt za v praksi neuporabnega. Za udeležence projekta le takšni načrti zagotavljajo dovolj dobro preglednost nad celotnim objektom in hitro vizualno iskanje detajlov. Hkrati zagotavljajo hiter vpogled v podrobnosti. Risba na papirju je lahko prenosljiva in uporabna v najrazličnejših težkih pogojih s katerimi se srečujemo na gradbišču. Vlaga in nečistoča ne predstavljata večjega problema, prav tako ne sončna svetloba, ki precej ovira uporabo računalniških zaslonov. Papir lahko po potrebi prelagamo in tako prilagajamo njegovo velikost trenutnim potrebam. Enostavno in zelo poceni je izdelati več kopij iste skice ali načrta. Preprosto je označevanje, izdelava zabeležk in opomb ter skiciranje manjših sprememb. Seveda tako dokumentirane spremembe in opombe predstavljajo težave v kasnejših fazah projekta pri zagotavljanju konsistentnosti in se velikokrat zgubijo pred izdelavo projekta izvedenih del, kar

prinaša težave pri vzdrževanju objekta. Vendar pa se omenjenim funkcionalnostim pri hitrem odločanju v trenutku izvajanja del na gradbišču, po menju predstavnikov stroke, ni mogoče odreči.

Zaznati je tudi prepričanje, da je papirna dokumentacija obstojna in nespremenljiva, nasprotno pa za digitalni zapis velja, da se lahko namerno ali nenamerno iz različnih vzrokov tudi spremeni, brez da bi bila razvidna sledljivost sprememb. Npr. z modelirnikom lahko novo verzijo modela zapišemo brez, da bi zabeležili kdaj je sprememba nastala. Po drugi strani lahko različni modelirniki isti model pri odpiranju ali ponovnem shranjevanju spremenijo brez, da bi se uporabnik tega zavedal. Zato so »originalni« načrti, ki so merodajni z vidika določanja odgovornosti, izpisani na papir.

Skozi dolgo zgodovino gradenj ima varnost objekta izreden pomen. Tudi na simbolni ravni so zgradbe pravzaprav domovanja, ki vedno za nekoga predstavljajo zatočišče. Zagotavljanje varnosti se regulira skozi podeljevanje koncesije, ki jo uteleša tako imenovana »stampiljka«. Pridobitev slednje pomeni pomemben mejnik v profesionalnem življenju pooblaščenca. Odtis le-te je naravno vezan na papirno obliko dokumentacije. Seveda to ne pomeni, da potrjevanja ni mogoče opraviti tudi drugače, vendar menimo, da ima nespremenljivost papirne dokumentacije ter njeno potrjevanje s strani koncesionarja pomemben simbolni pomen.

3.5 Zaključek

V pričujočem poglavju smo uporabo 2D risbe in 2D pristopa k načrtovanju umestili v okvirje institucionalne teorije. Namen umestitve ni bila detaljna analiza, ki bi izčrpno opredelila 2D pristop skozi nosilce institucij in identificirala vse posledice, ki jih institucionalizacija prinaša. Skozi izvedeno analizo smo želeli predvsem osvetliti razloge za stabilnost 2D pristopa v gradbeni in arhitekturni praksi. Kot je razvidno iz prikazanega, je 2D načrtovanje institucija, ki je izjemno dobro podprta tako s strani regulativnega, kot tudi normativnega in kulturno-kognitivnega temelja. Temelji se med seboj dopolnjujejo, kar zagotavlja njeno veliko stabilnost. Posledično se zato nove prakse, tehnologije in pristopi na danem področju opazovanja, kot npr. 3D modeliranje in prehod v kolaborativno delo, le težko uveljavljajo. Iz analize lahko vidimo, da razlogi za težave ne izvirajo le iz tekmovanja med uspešnostjo obeh tehnologij. Institucionalizacija namreč posega mnogo globlje v način organizacije delovnih procesov, poslovnih entitet, privzete in kristalizirane vzorce razmišljanja uporabnikov in podobno. Tako ni mogoče pričakovati širokega prodora in uveljavitve modeliranja brez korenitih sprememb ostalih vidikov organizacije gradbenih projektov.

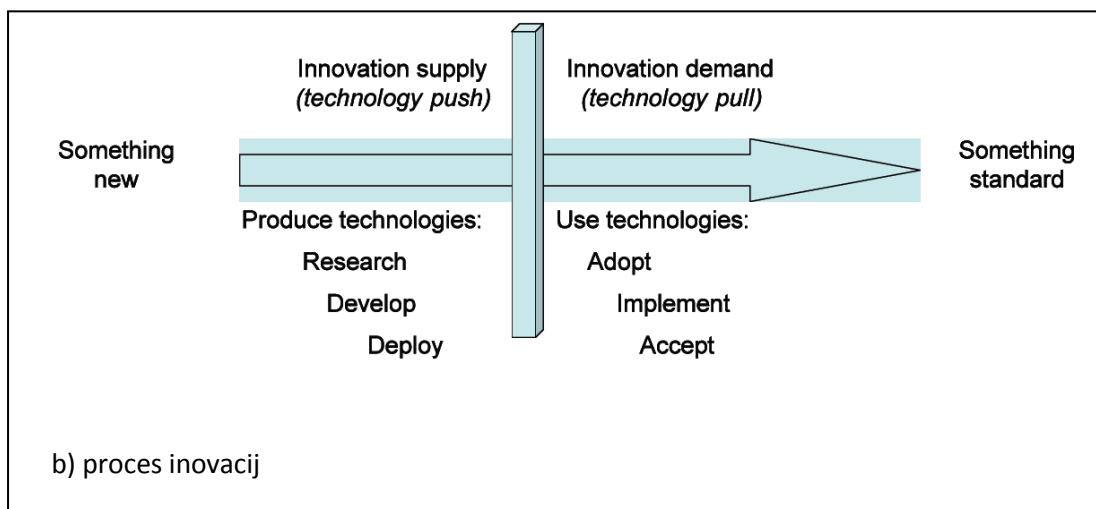
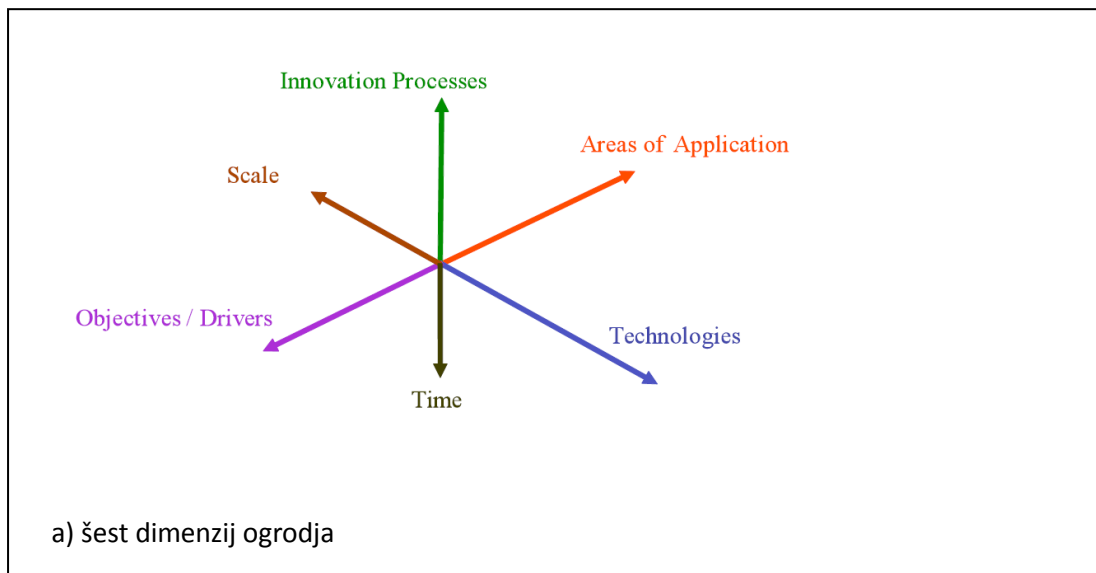
4 Modelno zasnovana gradnja

Vzporedno s splošnim razmahom in razvojem informacijsko komunikacijskih tehnologij (IKT) na vseh področjih življenja, so tudi v gradbeništvu stalno prisotne težnje k uporabi IKT tako z namenom večanja produktivnosti, kot zagotavljanja višje kakovosti. Ne nazadnje je prisotno tudi poseganje na področja in vidike, ki jim v preteklosti industrija ni namenjala tako velike pozornosti in postajajo vedno pomembnejši v kontekstu reševanja problemov sodobnega časa, npr. varčevanje z energijo. V tem smislu se je pojavil koncept modelno zasnovane gradnje, kot univerzalen in celovit odgovor na informacijske potrebe gradbeništvu. V najširšem smislu se koncept, ki ga danes imenujemo informacijsko modeliranje zgradb (Building Information Modeling – BIM) in iz tega izhajajoči informacijski model zgradbe razvija iz permanentnega zaznavanja ponavljajočega se problema prenosa informacij med posameznimi udeleženci gradbenih procesov.

S prenosom informacij je povezana problematika izgubljanja informacij, kar predstavlja stalen vir napak, kakor tudi ponavljajoča potreba po kodiranju informacij z velikim vplivom na produktivnost. Skupna lastnost pristopom k informacijskem modeliranju zgradb, v preteklosti imenovanem tudi produktno modeliranje, je torej ideja po celoviti informacijski povezanosti vseh akterjev v projektu, ki bo vsakemu akterju posebej omogočila zvišati kakovost izdelka, ki ga posamezni izvajalec izdeluje ter pri tem znižati stroške poslovanja oz. zvišati produktivnosti v posamezni fazi. Hkrati želimo preseči ustaljen vzorec zagotavljanja kakovosti končnega produkta, ki nastane kot vsota kakovostnih posameznih delov ter grajeni objekt kot celoto in zahteve ter potrebe naročnika postaviti v središče pozornosti. Z vidika institucionalne teorije se postavlja vprašanje na kakšen način bo modelno zasnovana gradnja zasedla svoje mesto v gradbeni industriji. Zanima nas torej proces institucionalizacije modelne gradnje in način prehoda gradbene industrije v kolaborativno družbeno okolje.

Iz same narave IKT izhaja komunikacija oz. sodelovanje kot temeljna lastnost tehnologije. V gradbeništvu tako opazamo pri vpeljevanju sodobnih IKT visoko stopnjo tehnološkega determinizma. Poenostavljeno povedano je povsem naravno, da z uvajanjem IKT dosežemo boljšo komunikacijo in povišamo sodelovanje med udeleženci. Z vzpostavitvijo skupnega informacijskega modela zgradbe bodo udeleženci projekta brez informacijskih izgub učinkovito izmenjevali vse informacije o objektu skozi cel njegov življenski cikel. Za ilustracijo navedimo le en primer strateškega okvirnega programa, ki je nastal v Kanadi in se imenuje Večdimenzionalno ogrodje za

inovacije v gradbeništvu [Froese2009] (glej sliko Slika 7). Omenjeno in sorodna ogrodja in programi se pojavijo kot odgovor na potrebe in zahteve po informatizaciji in v tem smislu tudi transformaciji gradbene industrije in naj bi usklajeno pripeljali razvoj posameznih področij in vidikov stroke v novo, informacijsko podprto stanje ter opisujejo proces inovacij kot tehnološki premik.



Slika 7: Več dimenzionalno ogrodje inovacij v gradbeništvu (povezato po [Froese2009])

V omenjenem modelu so navedeni koraki inovacijskega procesa: raziskave, razvoj, predaja v uporabo, prevzemanje, izvedba v ciljnem okolju ter dokončno sprejetje. Pri čemer so prvi trije koraki opredeljeni kot »ponudba inovacij« in drugi trije kot »povpraševanje po inovacijah« in se s pojmom inovacija opisuje le tehnološka inovacija, ki bo v dano okolje prinesla ustrezne zahtevane spremembe. Posledično se kot osnovna inovacijska verzel opredeli pomanjkanje informacij o obstoju

in primernosti potencialnih tehnoloških rešitev. Spremembe v ciljnem okolju, npr. na področju preoblikovanja podatkovnih tokov, se nato osredotočajo in omejujejo na uvedbo razpoložljivih, čeprav inovativnih, tehnoloških zmožnosti in rešitev. Obstoječe stanje v industriji seveda kaže, da uvedba še tako inovativne tehnologije sama po sebi ne prinese pričakovanih rezultatov. V našem primeru uvajanja IKT, samo dejstvo o uvajanju IKT stopnje sodelovanja ne privede na višji nivo.

V evropskem prostoru so pogloblitve raziskave organizirane in tudi finančno najboljše podprte pod okriljem okvirnih raziskovalnih programov EU (OP). V tem kontekstu in z vidika 6. OP v zadnjih desetih letih na področju strateškega razvoja celotne gradbene industrije zasledimo velike projekte kot sta ROADCON in InPro. Projekta si časovno in vsebinsko sledija v zaporedju in sta del skupne evropske raziskovalne agende. Projekta poskušata osmisliti in udejaniti način prehoda v kolaborativno okolje, ki bi temeljil na informacijskih modelih zgradb. Velik potencial teh projektov se skriva prav v njihovi obsežnosti. Okvirni projekti EU na splošno in znotraj tega še posebej integrirani projekti so namreč tako široko zastavljeni, da mobilizirajo kritično maso znanja ter finančnih in človeških virov, ki lahko omogočijo spremembe na nivoju celotnega industrijskega sektorja ali tudi širše.

V nadaljevanju bomo izpostavili temeljna izhodišča in ugotovitve omenjenih projektov. Nato bomo skozi analizo prikazali kateri mehanizmi in procesi so prisotni v gradbenem sektorju, ki vplivajo na uvajanje sprememb in zagotavljajo njihovo stabilnost in se pri tem osredotočili na kolaborativno delo in modelno zasnovano gradnjo.

4.1 Projekt ROADCON

4.1.1 Opis projekta

Iz končnega poročila projekta [Zarli2003] razberemo, da je bilo glavno poslanstvo projekta ROADCON razvoj strategije raziskovanja na področju IKT za potrebe gradbene industrije. Strategija naj bi se realizirala skozi aktivnosti 6. okvirnega raziskovalno razvojnega programa EU. Projekt je razvijal vizijo gradbeništva, ki temelji na modelno zasnovani gradnji in nakazuje raziskovalne potrebe, ki bodo premagale obstoječe ovire pri prehodu v na znanju temelječe delovanje gradbenega sektorja. Glede na to, da je projekt postavljajl smernice raziskovanja, ki naj bi se izvajalo v 6. okvirnem programu (OP), je posebno poglavje projekta obravnavalo tudi organizacijske pristope ter principe vodenja integriranih projektov 6. OP. Veliki integrirani projekti so namreč novost v evropskem raziskovalnem prostoru, ki se pojavi prav v 6. OP s ciljem doseči ustrezno kritično maso udeležencev za doseganje večjih sprememb na določenem področju. Če povzamemo, je bila torej ambicija projekta ROADCON postaviti vsebinske strateške temelje raziskovanja IKT na področju gradbeništva ter hkrati opredeliti organizacijske temelje izvajanja tega raziskovanja.

Motivacija: Osnova za nastanek projekta ROADCON se skriva v pojavu in veliki popularizaciji koncepta trajnostnega razvoja. Omenjeni princip namreč poudarja pomen celostnega pristopa k življenju, razvoju in reševanju problemov. Civilne iniciative vse bolj zahtevajo, da se tudi v gradbene projekte vključujejo vsi, ki jih bodisi projekt ali njegovi rezultati kakorkoli zadevajo. ROADCON v svojih izhodiščih izpostavi, da je v nadaljnjem razvoju gradbeništva potrebno upoštevati širši vidik gradbeništva kot ponudnika storitev in ne več le tehnično strokovnih vidikov. S celostnega vidika je grajeno okolje podpora ostalim družbenim dejavnostim in osnova konkurenčnosti drugih ekonomskih subjektov. V tem smislu je gradbeništvo pomemben sistemski del, ki ga je potrebno upravljati in zagotavljati njegovo učinkovitost v korist končnih uporabnikov. Zaradi vsega navedenega je potrebno zagotoviti bolj učinkovito upravljanje projektov in optimiranje porabe virov, kar vodi v spremembo organizacije vodenja gradbenih podjetij v smeri bolj integriranega upravljanja. Po drugi strani je potrebno upoštevati tudi obstoječe grajeno okolje in ga čimbolj optimalno izkoriščati, zato je potrebno vzpostaviti mehanizme s katerimi bo mogoče ustrezno meriti in spremljati njegovo učinkovitost [ROADCON2003]. Projekt ROADCON vidi uporabo sodobnih informacijsko komunikacijskih tehnologij kot nujen pogoj za doseganje omenjenih sprememb. V tem

okvirju še posebej izpostavi uporabo informacijskega modeliranja zgradb (BIM). Iz opisane motivacije sledijo tudi cilji projekta.

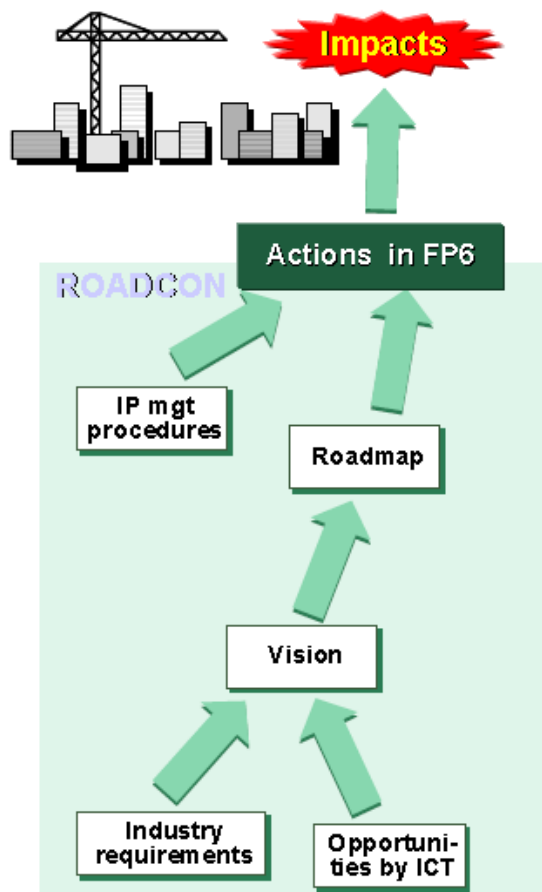
Cilji: Cilje projekta povzemamo po končnem poročilu [Zarli2003], v katerem je opredeljenih šest merljivih ciljev:

1. Vzpostaviti forum ključnih akterjev v evropskem gradbenem sektorju, vključujoč tudi druge dobavitelje in proizvajalce programske opreme. Forum naj vključuje člane, ki so pripravljeni in sposobni prispevati k skupnemu cilju znotraj 6. OP in tudi kasneje.
2. Doseči konsenz glede skupnih raziskovalnih in razvojnih prioritet glede realizacije najpomembnejših orodij, infrastrukture ter procesov za načrtovanje, gradnjo in vzdrževanje. Predlagati praktične ukrepe za razvoj, potrjevanje in promocijo standardov za potrebe gradbene industrije.
3. Razviti vizijo za agilno, modelno zasnovano gradnjo, ki bo preseгла ovire za implementacijo in pospešila hiter prenos raziskovalnih rezultatov v prakso.
4. Razviti strateški načrt glede uporabe in razširjanja IKT orodij (glede na vizijo iz cilja 3), ki bodo nato omogočila in promovirala trajnostno gradnjo od pričetka projekta ROADCON do leta 2020.
5. Predlagati nove metode za upravljanje in vodenje projektov in projektno delo ter metode kako optimalno uporabiti najboljše vire ter prakse za izvedbo ROADCON načrta (predlaganega v cilju 4). Predlagati načine koordinacije udeležencev v zvezi z zagotavljanjem kakovosti ter reševanjem vprašanj intelektualne lastnine.
6. Vzpostaviti mehanizem s katerim bo mogoče definirati in meriti ključne pokazatelje uspeha in vpliva raziskovalnih projektov na sistematičen način.

Metodološki pristop: V prvi fazi projekta je uporabljen instrument semi-strukturiranega intervjuja in delavnic z namenom pridobiti informacije o obstoječem stanju, potencialih ter prioritetah industrije. Zbrani podatki vsebujejo tudi izkazan interes in zmožnosti akterjev v gradbeni in IKT industriji za implementacijo vizije modelno zasnovane in na znanju temelječe gradnje.

Na osnovi zbranih podatkov je izdelan pregled stanja (state-of-the-art) ter oblikovana vizija za transformacijo industrije ter načrt za prehod. Izdelana je metodologija za izvedbo velikih projektov

(FP6 Integrated project), ki vključuje način izbire partnerjev ter način ocenjevanja uspešnosti raziskovalno razvojnih projektov. Pripravljeni so modeli sodelovanja med financerji ter med industrijskimi partnerji. Slika 8 prikazuje ROADCON pristop k razvoju strateškega načrta uvajanja modelno zasnovane gradnje, oz. uvajanja IKT v gradbeništvo.



Slika 8: ROADCON pristop k prehodu v informatizirano gradbeništvo (povzeto po ROADCON Final Report – roadmapping approach, slika 6, stran 14 [Zarli2003])

Rezultati: Rezultatov projekta na tem mestu ne bomo v celoti povzemali, saj to presega obseg in tudi interes pričujočega dela. Vsi javni rezultati projekta so prosto dostopni na spletni strani projekta ROADCON <http://cic.vtt.fi/projects/roadcon/public.html>. Tukaj bomo rezultate le našteali in kasneje skozi analizo izpostavili njihov vpliv na proces institucionalizacije IKT podprtega gradbeništva:

- Identificirane so karakteristike ter zahteve gradbene industrije na splošno in še posebej z vidika uporabe IKT. Avtorji so vse zahteve klasificirali in opredelili pet prioritarnih področij razvoja, ki so potencialno zanimivi za odpravo problemov povezanih z IKT in sicer:

upravljanje znanja, zakonski in pogodbeni vidiki upravljanja in vodenja projektov, upravljanje kakovosti in učinkovitosti, upravljanje celotnega življenjskega cikla in upravljanje vidikov povezanih s človeškimi viri. Podrobne zahteve posameznih prioriternih področij bralec lahko najde v končnem poročilu projekta [Zarli2003]. V nadaljevanju bomo za potrebe analize in za ilustracijo uporabili le nekaj izbranih zahtev posameznega prioriternega področja.

- Identificirane so trenutne ovire pri prevzemanju sodobnih IKT v gradbeništvo. Ovire so zbrane v štiri smiselne skupine: ovire povezane z organizacijo gradbene industrije, kulturne in izobrazbene ovire, ovire povezane s ponudbo IKT rešitev in zakonske ovire.
- Podana je ocena trendov razvoja IKT v splošnem. V okvirih trenutnih zmožnosti ter predvidenega razvoja tehnologij so opredeljene priložnosti ključnih IKT za potrebe gradbeništva.
- Kot odgovor na ugotovljene zahteve industrije je opredeljena vizija razvoja na znanju temelječega in z IKT podprtega gradbeništva. V tem smislu so identificirana ključna področja, ki zahtevajo nadaljnje aktivnosti raziskav in razvoja. V obliki vizije je definirano zeleno stanje, ki ga avtorji primerjajo s trenutnim stanjem IKT podpore v gradbeništvu.
- Za vsako ključno področje vizije je izdelan načrt aktivnosti, oziroma so definirane poti, po katerih je po mnenju avtorjev možno začrtano vizijo uresničiti in ki so postavljene na časovno os v štirih časovnih korakih – možna takojšnja uvedba (0-2 leti), potreben razvoj (3-5 let), potrebne raziskave (6-10 let) ter v nastajanju (več kot 10 let). Načrt je tudi glavni izdelek projekta in opredeljuje pot od trenutnega stanja do v viziji opredeljenega zelenega stanja. Načrt zajema korake uvajanja IKT po posameznih specifičnih področjih. Primarni fokus je na sodelovanju med udeleženci gradbenega projekta in ne na zadovoljevanju potreb posameznega udeleženca oziroma specifičnega gradbeniškega opravila. Z vidika IKT je glavno vodilo projekta vzpostaviti: »integrirano, modelno zasnovano in objektno usmerjeno ponovno uporabo znanja in spletno izmenjavo informacij na osnovi odprtih standardov« (Filanreport).
- Identificirani so instrumenti, ki bi lahko na lokalnem, evropskem in tudi širšem področju pripomogli k implementaciji začrtanih poti. Izmed predvidenih instrumentov je še posebej izpostavljen Integriran Projekt v smislu kot ga definira 6. raziskovalni okvirni program evropske unije. Le ta je tudi podrobneje opredeljen v smislu izvedbe.

4.1.2 Analiza projekta

Zgoraj navedene karakteristike projekta lahko umestimo v Scottov model institucionalnih temeljev in nosilcev, ki smo ga definirali v tabeli Tabela 1. Tako vidimo, da **motivacija projekta** izhaja iz spremembe družbenih vrednot, poudarja pomen trajnostnega razvoja ter celostnega pristopa k reševanju problemov. V tem smislu motivacijo projekta lahko umestimo v normativni temelj. Kot je prikazano v tabeli Tabela 2 motivacija na nivoju simbolnih sistemov bazira na spremembi vrednot in pričakovanj družbe in udeležencev projekta. Prav tako izpostavi potrebo po spremembi relacijskih sistemov in izpostavi potrebo po drugačnih oblikah upravljanja projektov, gradbenih podjetij in konzorcijev. Spremembe na področju rutin predvidevajo predvsem optimiranje porabe virov in optimiranje upravljanja obstoječih grajenih objektov. Sicer lahko te spremembe uvrščamo tudi v regulativni temelj, saj so merila, ki definirajo optimalno porabo velikokrat regulativno predpisana. Prav tako se občutek optimalnosti prenaša skozi kulturno-kognitivne scenarije. Vendar je tudi v tem segmentu motivacije najbolj izrazit normativni temelj, saj predvsem bazira na dolžnostih, ki izhajajo iz sledenja širšim družbenim vrednotam trajnostnega razvoja. Z vidika izdelkov je eksplicitno razvidna poudarjena potreba po standardizaciji IKT orodij in uporabi BIM konceptov.

	temelji		
	regulativni	normativni	kulturno-kognitivni
simbolni sistem		trajnostni razvoj, celostni pristop, vključevanje vseh ciljnih skupin	
relacijski sistem		bolj integrirano upravljanje podjetij in projektov	
rutine		večji nadzor nad porabo virov spremljajne učinkovitosti grajenega okolja	
izdelki		izrazita potreba po standardiziranih IKT orodjih temelječih na BIM	

Tabela 2: Institucionalni nosilci izpostavljeni v motivaciji projekta ROADCON

Metodološki pristop: Iz metodološkega pristopa in ciljev projekta lahko razberemo, da avtorji izrazito sledijo Tolber-Zuckerjevemu komponentnemu procesu institucionalizacije, torej je za doseganje ciljev projekta uporabljen princip objektivacije oz. utemeljevanje in potrjevanje novih dejstev, kot smo predhodno prikazali v sliki Slika 3. Če omenjeno sliko primerjamo s shemo ROADCON pristopa na sliki Slika 8 lahko ugotovimo veliko podobnosti.

model Tolber-Zucker (Slika 3)	ROADCON pristop (Slika 8)
tržne razmere	industrijske zahteve (industry requirements)
tehnološke spremembe	priložnosti ICT (opportunities by ICT)
inovacija / prehajanje v navado	vizija (vision)
inovacija / prehajanje v navado	načrt (roadmap)
razvoj teorij / objektivacija	aktivnosti FP6 (Actions FP6)
pozitivne izkušnje	vplivi (impacts)

Tabela 3: Primerjava modela komponentnega procesa institucionalizacije s projektnim pristopom ROADCON

Ob prikazanih podobnostih, ki jih navaja Tabela 3, avtorji projekta posebej izpostavljajo še potrebo po vzpostavitvi širokega foruma, ki naj zajema vse ciljne skupine gradbene industrije, tako z namenom opredelitve potreb in ovir pri doseganju ciljev – ponavljajočih se problemov – kot tudi z namenom razširjanja dobrih praks in novih prepričanj na celotno industrijo. V komponentnem procesu skozi tako zastavljen forum udeleženci spremljajo dogajanje in razvoj ostalih udeležencev, izvajajo se procesi zagovarjanja novosti s strani zainteresiranih skupin, objavljajo se pozitivne izkušnje.

Iz primerjave vidimo, da v primeru projekta ROADCON v projektnem pristopu dejansko gre za izvajanje predhodno opisanega mehanizma institucionalizacije z objektivacijo, saj se modela v praktično vseh elementih ujemata. Izpostavljeni mehanizem je na nek način tudi logična posledica okoliščin, saj so vodilno vlogo v projektu ROADCON imele raziskovalne institucije, ki primarno favorizirajo idejo in njeno razumevanje kot osnovni mehanizem sprememb. Prav tako lahko razloge za takšno stanje iščemo v dejstvu, da je namen projekta ROADCON, tudi z vidika evropske komisije kot naročnika projekta, vzpostavitev temeljev za izvedbo nadaljnjih raziskav na danem področju, torej razvoja novih idej. Avtorji projekta želijo doseči, da bo modelno zasnovana in na

znanju temelječa gradnja skozi proces pojasnjevanja mehanizmov in pozitivnih učinkov postala nekaj samoumevnega.

Rezultati projekta ROADCON: Pri oceni rezultatov projekta nas v splošnem zanima katere institucionalne temelje rezultati projekta še posebej podpirajo, oziroma za katere institucionalne nosilce še posebej poudarjajo pomen njihovega nadaljnjega razvoja.

temelj	prioritetno področje	ilustrativni primeri
regulativni	zakonski in pogodbeni vidiki upravljanja in vodenja	razvoj zakonskih podlag urejanje pogodbenih odnosov odgovornosti in pravice za dostop in urejanje elektronskih podatkov
normativni	upravljanje kakovosti in učinkovitosti	razvoj ocenitev in indikatorjev uspeha izboljšave pri nadzoru napredovanja in učinkovitosti projektov sprejemanje standardov trajnostnega razvoja
	upravljanje celotnega življenjskega cikla	uvajanje principov in struktur upravljanja za celotni življenjski cikel integracija znotraj in med podjetji izboljšave v komunikaciji in sodelovanju podpora za trajnejše sodelovanje med podjetji
kulturno-kognitivni	upravljanje znanja	izboljšave v izobraževanju in pridobivanju veščin omogočanje dostopa do informacij, specifikacije, modeli promoviranje uporabe baz dobrih praks
	upravljanje vidikov povezanih s človeškimi viri	spremembe povezane z odnosom do IKT spremembe povezane z načinom sodelovanja (osebno->elektronsko) povečati zaupanje in socialno zблиževanje na delovnem mestu

Tabela 4: Prioritetna področja razvoja gradbene industrije glede reševanja z IKT povezanih problemov

Glede na naravo projekta ROADCON in specifične rezultate, ki obravnavajo ovire pri vpeljevanju IKT in s tem posredno tudi ovire za institucionalizacijo modelno zasnovane gradnje, nas seveda zanima tudi v katerih temeljih sami avtorji projekta ugotavljajo potrebe, ovire in potenciale razvoja.

Zahteve industrije lahko preslikamo v temelje in nosilce institucionalizacije in ugotovimo, da se industrija v splošnem zaveda zahtevnosti uvajanja IKT. Kot je razvidno iz tabele Tabela 4, zahteve industrije pokrivajo vse temelje in kot kažejo ilustrativni primeri tudi vse vrste nosilcev znotraj posameznega temelja.

Pri oblikovanju vizije nadaljnjega razvoja, so avtorji na osnovi ugotovljenih zahtev gradbene industrije identificirali strateške cilje gradbene industrije ter IKT trende, ki bi jih bilo smiselno uporabiti v nadaljnjem razvoju zgoraj navedih prioriternih področij. Pri tem ugotavljajo, da se v komunikaciji med gradbeno industrijo, raziskovalnim sektorjem ter IKT industrijo mnogokrat pojavlja nerazumevanje. To nerazumevanje se kaže tako, da so raziskave z vidika industrije preveč odmaknjene in daljnosežne, ne posegajo pa dovolj na področje konkretizacije. IKT industrija se po drugi strani ravna predvsem glede na trenutne tržne razmere in se zato nagiba k hitrim in neposrednim rešitvam. Da bi premostili komunikacijsko vrzel med navedenimi akterji, so avtorji razvili nov model, ki bi zajemal vse vidike in omogočal povezovanje in olajšal komunikacijo. Model so poimenovali ROADCON Cube, ker zajema tri dimenzije in ga je mogoče predstaviti kot kocko v prostoru [Zarli2003]. Dimenzije, ki jih model navaja so:

- vrednote na zanj temelječe družbe,
- nivojska povezanost med IKT infrastrukturo, aplikacijami, potrebami poslovnih procesov ter vplivi na industrijo, ki skupaj oblikujejo strateške cilje ter
- strateško planiranje razvoja v smislu različnih časovnih obdobj.

Navedene dimenzije lahko neposredno povežemo s temelji institucionalizacije po Scottovem modelu. Družbene vrednote ter strateški cilji, kot jih navaja model, se odražajo skozi nosilce normativnega temelja. Vrednote, ki se nanašajo na ekonomske, socialno kulturne in okoljske vidike, imajo neposreden vpliv na oblikovanje politik, ki vplivajo na usmerjanje virov financiranja. Strateški cilji se odražajo skozi preoblikovanje poslovnih procesov in standardizacijo uporabljenih tehnologij. Po drugi strani se strateško planiranje razvoja in raziskav skozi časovne rezine odraža predvsem skozi kulturno kognitivne nosilce v smislu postopnega razvoja zavedanja o obstoju, načinih delovanja in vplivih novih tehnologij. V navedem modelu lahko ugotovimo, da se avtorji niso

posebej ukvarjali z regulativnim vidikom, čeprav so ta vidik predhodno indentificirali kot pomemben tako s stališča zahtev gradbene industrije, kot s stališča omejitev, ki preprečujejo hitrejši prehod v informacijsko podprto grajenje.

Gledano skozi prizmo institucionalne teorije lahko ugotavljamo, da se avtorji zavedajo problema komunikacije med posameznimi akterji in tudi do neke mere ustrezno opredelijo področja skozi katera se problem komunikacije odraža. Jasno je izpostavljen problem predstavitvenega sistema, ki ga v Scottovem modelu imenujemo temelji institucionalizacije, saj različni udeleženci dajejo poudarjen pomen različnim nosilcem. Zato pri komunikaciji prihaja do nerazumevanja. Raziskovalci delujejo predvsem na področju ustvarjanja shem in modelov ter višanju zavedanja in razumevanja, industrijski partnerji pa razumejo predvsem organizacijske oblike, principe vodenja, skladnost orodij in podobno. S predlaganim modelom avtorji želijo vsem skupinam približati tudi vidike, ki jih posamezna skupina običajno ne vidi, da bi na ta način dosegli širše razumevanje ter konsenz glede prioritet nadaljnjega razvoja.

Česar v predlaganem komunikacijskem modelu nismo zasledili, pa je obravnava motivacije posameznih skupin za doseganje skupnega dogovora. V institucionalnem smislu motivacijo predstavljajo mehanizmi institucionalizacije, to so motivacija zaradi večanja pridobitev, motivacija zaradi večanja občutka obveznosti ter motivacija zaradi boljšega razumevanja materije, oziroma tako imenovana objektivifikacija. V ugotovljenih strateških ciljnih industrije je namreč eksplicitno opredeljeno, da so prioritete industrije nižanje in izboljššan nadzor stroškov, krajšanje in izboljššan nadzor porabe časa ter večanje kakovosti in vrednosti izdelkov ([Zarli2003] str. 25). Ob tem je potrebno upoštevati še dejstvo, da industrija deluje v ostrih tržnih razmerah, kjer je vstopni prag za nove udeležence na trgu izjemno nizek in da je hkrati tradicionalni pristop k izvedbi projektov zelo toga zakoreninjen, kot smo ugotavljali v predhodnih poglavjih tega dela, ter da se podizvajalci izbirajo po principu najnižje cene. Iz navedenih razlogov je industrija v razvojnih naporih na nek način prisiljena upoštevati princip storilnostnih spodbud in je njena glavna motivacija za vpeljevanje sprememb večanje pridobitev. Po drugi strani smo že v obravnavi projektne pristopa ROADCON izpostavili, da raziskovalna dejavnost sledi predvsem načelom objektivifikacije. Zato je težišče njenih usmeritev v daljnosežnih temeljnih raziskavah, kratkoročni razvojni ukrepi pa temu sledijo z manjšo težo. Avtorji sicer pravilno ugotavljajo, da je rezultate raziskav in razvoja potrebno v industrijo uvajati postopno, vendar razloge za to iščejo v tehnoloških pomanjkljivostih in nedovršenosti zgodnjih praktičnih rešitev. S tem se na nek način spet obračajo v tehnološki determinizem. Slednje

je še bolj razvidno iz posebej izpostavljenih hierarhičnih nivojev strateških ciljev v modelu ROADCON kocke. Avtorji trdijo, da vsak nivo ciljev doprinaša k realizaciji ciljev na višjem nivoju, pri čemer spodnji nivo predstavljajo IKT standardi in infrastruktura, temu sledijo IKT aplikacije, na tej osnovi so postavljeni cilji in struktura poslovnih procesov, ki končno rezultirajo v merljivih dosežkih industrije. Merljivi dosežki pa se seveda odražajo skozi že navedene kriterije kot so stroški, poraba časa in kakovost. Zastavljeni cilji sicer morajo delovati kot celota, vendar predstavljena hierarhična postavitev prioritet vedno znova vodi v potrebo po iskanju novih tehnologij, ki jih raziskovalno objektiviramo in jih postopoma ponujamo za vključitev v poslovne procese industrije. Problem pa je, da do prave objektivacije sploh ne pride. Da bi bila objektivacija celovita, bi morala namreč pokazati ustrezne pridobitve zaradi katerih se kasneje ostali udeleženci zgledujejo po vodilnih inovatorjih v industriji. Ugotavljamo, da morajo ob uvajanju tehnoloških sprememb industrijski partnerji korenito spremeniti še poslovne procese tudi v primerih, ko tega v prvotno ne načrtujejo. Brez slednjega rešitve namreč ne sledijo temeljnemu mehanizmu sprememb, ki je za industrijske partnerje neobhoden, torej povečanju pridobitev. Tehnološke spremembe same namreč neposrednih pridobitev praviloma ne prinašajo, temveč prinašajo veliko stroškov. Potreba po spremembi poslovnih procesov je v tem smislu le posredna in nastane kot rezultat pritiskov s strani tehnoloških sprememb. Ob tem je treba upoštevati še, da so spremembe poslovnih procesov že same po sebi praviloma drage in naporene zato, ker zahtevajo korenitejše spremembe na področju večjega števila institucionalnih nosilcev Scottovega modela. Odpor industrijskih partnerjev je v tem smislu razumljiv. Posledica nepopolne objektivacije, ki bi morala logično slediti teoretičnim izsledkom, je zavračanje tehnoloških novosti s strani industrije. Primeri dobrih praks se ne razvijajo s potrebno hitrostjo, kakor tudi kritična masa prevzemnikov tehnoloških sprememb ne narašča zadovoljivo hitro.

V nadaljevanju projekta so s pomočjo omenjenega komunikacijskega ogrodja avtorji vzpostavili celovito vizijo razvoja na znanju temelječega gradbeništva in tudi opredelili načrt nadaljnjega razvoja in vpeljevanja IKT za doseganje zadane vizije. Načrt razvoja zajema vsa pomembna področja, ki so bila opredeljena v fazi zbiranja zahtev in tako po obsegu pokriva področje modelno zasnovane in na znanju temelječe integrirane gradbene industrije, kot je bilo opisano že zgoraj.

Za potrebe implementacije prej začrtanih raziskovalno razvojnih aktivnosti, avtorji opredelijo ustrezne instrumente, ki jih je mogoče uporabiti na lokalnem nivoju, evropskem nivoju in tudi širše. Posebna pozornost je bila namenjena t.i. integriranim projektom (IP). Z vidika institucionalizacije je

poudarek na velikih projektih pomemben doprinos, saj v smislu strateškega razvoja lahko veliki projekti, ki vključujejo raznolike partnerje, v relativno kratkem času neposredno dosežejo veliko število akterjev, ki lahko vplivajo na spremembe. Prav tako je pomembna vse-evropska naravnost IP projektov, ki doprinese k iskanju skupnih rešitev in razširjanju rezultatov na širšem geografskem področju. Pri vzpostavljanju kritične mase udeležencev IP je posebej navedena vloga končnih uporabnikov, ki naj bi bila v usmerjanju razvoja postavljena v ospredje, tehnični razvoj pa naj bi tej vlogi sledil v ozadju, kar je povsem skladno z normativnimi temelji motivacije ROADCON projekta. Z našega vidika ostaja nejasno kateri mehanizmi, oz. kakšna motivacija za razvoj prevladuje pri končnih uporabnikih. Avtorji se s tem vprašanjem niso posebej ukvarjali. Implicitno je v delu sicer mogoče zaslediti poudarjanje vrednot in drugih nosilcev normativnega temelja iz česar bi lahko sklepali o motivaciji končnih uporabnikov, ki bi najverjetneje izhajala iz obveznosti, ki jih prinašajo širše družbene spremembe in bi na ta način lahko motivacija ključnih akterjev bila poravnana z motivacijo samega projekta ROADCON. Vsekakor eksplicitno z vidika institucionalizacije iz obstoječih podatkov ne moremo oceniti kakšen vpliv na usmerjanje raziskovalno razvojnih iniciativ ima postavljanje končnega uporabnika v središče, čeprav bi zaradi poudarjene vloge končnih uporabnikov takšno razumevanje bilo zelo zaželeno.

Zanimivo je tudi analizirati pozornost, ki so jo avtorji namenili merjenju vplivov IP in njegovih rezultatov ter predvidenim ukrepom za razširjanje rezultatov in komunikacijo preko meja IP projektov. Napotki za izvedbo IP tako zelo jasno poudarjajo potrebo po vzpostavitvi trdnih vezi med partnerji projekta. Prav tako je nedvoumno izpostavljena potreba po vključevanju širokega spektra projektnih partnerjev, ki po eni strani pripadajo akademski skupnosti, po drugi pa izhajajo iz industrije in vključujejo tako majhna kot velika podjetja, zastopajo profesionalna združenja in standardizacijske iniciative in podobno. Namen takšnih napotkov je zagotoviti zadostno kritično maso zainteresiranih udeležencev, ki imajo sposobnost in moč uveljaviti spremembe tudi širše od obsega samega projekta. Cilj tega početja je, da se med zadostnim številom predstavnikov udeležencev, ki sodelujejo v gradbeništvu, izoblikujejo medsebojne povezave in omrežja iz katerih se bodo tudi v bodoče oblikovale medsebojne obveznosti na podlagi pogodb, novih standardov ter različnih zahtev po certificiranju skladnosti. Po eni strani je takšna iniciativa zelo obetajoča in tudi skladna s postopki institucionalizacije določenega početja. Vendar se ob tem postavlja vprašanje kaj za gradbeno industrijo pomeni oblikovanje kritične mase. Glede na veliko fragmentiranost industrije in poudarjen lokalni karakter delovanja se postavlja vprašanje do kakšne mere je mogoče v enem IP zagotoviti tako imenovano kritično maso partnerjev in povezav, ki bo zagotovila globalni preboj.

Premostitev razkoraka med raziskovalnimi organizacijami ter industrijo avtorji vidijo v oblikovanju »prevajalcev tehnologije« (technology translators). Le-ti naj bi izhajali iz akademskega okolja in bili pripravljene rezultate raziskav prevesti, oz. implementirati v obliko praktičnih orodij, predvsem v smislu programske opreme ali vsaj specifikacij uporabnih za IT industrijo. Orodja bi nato industrijski partnerji lahko neposredno uporabili. Vloga slednjih pa je, da s pomočjo novosti ustvarijo realne demonstracijske primere, ki bodo pokazali vrednost sprememb in bodo kasneje služili v smislu primerov dobre prakse. Predstavljena ideja je vsekakor zanimiva predvsem s stališča pokrivanja stroškov izvedbe demonstracij in uvajanja sprememb, saj se industrijski partnerji, ki bodo kasneje predstavljali vzorčni primer za potencialne nove prevzemnike sprememb, na ta način vsaj delno izognejo lastnim investicijam, s čimer se bistveno zmanjša njihovo tveganje. Avtorji izpostavijo, da bodo referenčni primeri in izkušnje dobre prakse izkazovali uspešnost uporabe novih tehnologij in bodo zato prepričljivi glasniki novosti. Eksplicitno avtorji ne navajajo potrebe po analizi ekonomske učinkovitosti uvajanja sprememb, temveč predpostavijo, da bo izboljšana komunikacija in integracija procesov na daljši rok pozitivno vplivala na ekonomske kazalce.

V prikazanih smernicah za razširjanje rezultatov in spremljanje učinkovitosti in vpliva IP na širše okolje ugotavljamo, da projekt nedvoumno predlaga mehanizem objektivizacije. Rezultate raziskav industrijski partnerji implementirajo v demonstracijskih projektih. Implementacije so v obliki referenčnih primerov na voljo za evalvacijo. Na tej osnovi se oblikuje dokumentacija primerov dobrih praks. Kot ključne pokazatelje uspeha projekt navaja npr. število novih orodij, število vpeljav novih orodij, število novih orodij, ki se komercialno pojavijo na tržišču, število referenčnih primerov, število demonstracijskih partnerjev in število akterjev, ki se naučijo uporabljati nova orodja. Širjenje spoznanj vključuje še oblikovanje foruma zainteresiranih opazovalcev, ki se bodo postopoma seznanjali z razvojnimi dosežki. V vseh navedenih korakih se predvsem poudarja poznavanje novih tehnologij in poznavanje načina njihovega delovanja ter razumevanje pravilnosti. Nova orodja pridobivajo na simbolni vlogi v praksi. Poudarja se razumevanje izvajanja novih postopkov in podobno. Tako lahko ugotovimo, da tudi ti rezultati projekta podpirajo prevsem nosilce institucionalizacije iz domene kulturno-kognitivnega temelja.

Povzetek analize: Povzamemo lahko, da analiza projekta ROADCON kaže, da motivacija za projekt primarno izhaja iz normativnega temelja, torej iz spremembe družbenih vrednot, ki v času projekta poudarjajo pomen celovitega trajnostnega razvoja.

Po drugi strani projektni pristop bazira predvsem na poudarjanju ideje, torej kulturno kognitivnem temelju, in je njegova osnova razvoj principov in pojasnjevanje delovanja ter razumevanje novih IKT.

Rezultati projekta predvsem skozi zahteve industrije in tudi vizijo ter načrt izvedbe ustrezno identificirajo potrebe po razvoju institucionalnih nosilcev vseh treh temeljev, vendar v nadaljevanju zanemarijo regulativne vidike. Posebej je poudarjeno podpiranje in razvoj nosilcev, ki spadajo v domeno kulturno kognitivnega temelja, poudarja se namreč pomen poznavanja in razumevanja IKT in v tem smislu je tudi definiran pristop k izpeljavi integriranih projektov FP6.

Posebej lahko izpostavimo razkorak v motivaciji posameznih akterjev institucionalizacije, ki sledijo različnim mehanizmom upravljanja sprememb.

Iz vsega navedenega lahko opazimo določeno razhajanje motivacije projekta od izvedbe do rezultatov, kar posledično lahko postane vir težav pri doseganju preboja pri uvajanju raziskovalno-razvojnih dosežkov v prakso v strateškem smislu. Prav tako je po našem mnenju potrebno posvetiti večjo pozornost motivaciji vseh interesnih skupin vključenih v spremembe.

V naslednjem podpoglavju bomo spremljali nadaljnji razvoj gradbene industrije, ki temelji na rezultatih projekta ROADCON in se udejanja skozi integrirani projekt InPro.

4.2 Projekt InPro

4.2.1 Opis projekta

InPro je zagotovo bil osrednji projekt 6. OP evropske unije na področju gradbeništva in z gradbeništvom povezane IKT. Projekt neposredno izhaja iz rezultatov projekta ROADCON in sledi tako vsebinskim, kot tudi organizacijskim smernicam le tega. Tudi sestava projektnih partnerjev, med katerimi najdemo veliko takšnih, ki so bili vključeni tako v ROADCON kot tudi v InPro nekako zagotavlja določeno kontinuiteto smeri raziskovalno razvojnih razmišljanj obeh projektov. Prav zato smo kot drugi projekt, ki smo ga analizirali v tem delu, izbrali projekt InPro. Na ta način smo dobili analitičen pregled vodilnih raziskovalno razvojnih teženj v evropskem prostoru v obdobju skoraj desetih let (2002 do 2010).

Glavno poslanstvo projekta InPro lahko opredelimo kot težnjo po radikalni transformaciji zgodnje faze načrtovanja gradbenega projekta. Odločitve v zgodnji fazi načrtovanja imajo namreč zelo dolgoročen vpliv na celoten življenjski cikel grajenega objekta. Več kot 70% vseh stroškov povezanih z objektom je odvisnih od odločitev sprejetih v zgodnji fazi načrtovanja. Prav tako imajo odločitve sprejete v tej fazi vpliv na dodano vrednost objekta za prav vse kasnejše udeležence gradbenega projekta in uporabnike objekta. Projekt transformacijo gradbene industrije začrta skozi vzpodbujanje sodelovanja, spremenjeno načrtovanje, izboljšave v procesih odločanja ter zgodnje planiranje, ki temelji na simulacijah in digitalnih prototipih.

Koordiniran s strani petih vodilnih gradbenih podjetij v Evropi in s partnerji iz celotne verige udeležencev gradbenega procesa ter z njim povezane industrije ter raziskovalnih organizacij projekt poskuša: zmanjšati stroške življenjskega cikla zgradb, procese gradnje in upravljanja stavb narediti bolj učinkovite, gradnjo postaviti v koncept trajnostnega razvoja, poskrbeti za vključevanje majhnih podjetij v informacijsko družbo, vzpodbujati nove oblike partnerstev v industriji, se odmakniti od izbire partnerjev in rešitev po principu najnižje cene ter narediti preboj pri široki uporabi IKT tehnologij v gradbenem sektorju.

Motivacija: Iz utemeljitve potrebe po projektu [Jaeger2007a] je razvidna ugotovitev avtorjev, da rast produktivnosti v gradbenem sektorju močno zaostaja za drugimi industrijskimi panogami in sicer tudi do 90%. Takšen zaostanek se pripisuje predvsem tradicionalnim metodam dela, slabemu sodelovanju med udeleženci in nepotrebnemu trošenju materialnih in človeških virov. Da bi dosegli

želeno učinkovitost, trajnostni razvoj in produktivnost, se v gradbenem sektorju pojavi potreba po spremembi osnovnega koncepta po katerem se dodana vrednost ustvarja s porabo virov. Želja je, da bi dodano vrednost za vse udeležence v procesu ustvarjali z uporabo znanja in informacij. S takšno organizacijsko spremembo bo gradbeni sektor sledil Lisbonski strategiji ustvarjanja na znanju temelječe ekonomije. Pri tem avtorji izpostavljajo potrebo po industrializaciji gradbenih procesov in izpostavijo usmerjenost v organizacijo procesa in ne več predvsem v tehnologijo. Prav tako se avtorji neposredno naslanjajo na vizijo na znanju temelječega gradbeništva, ki jo je predhodno pripravil projekt ROADCON in smo jo navedli v prejšnjem poglavju. Vendar pa za razliko od projekta ROADCON, ki v motivaciji poudarja nujnost vpeljave sodobnih IKT, avtorji vidijo kot nujen predpogoj za spremembo uveljavljene paradigme, da celoten gradbeni sektor vpelje spremenjene in na znanju temelječe procese dela in pri tem s spremembami obvezno prične že v fazi zgodnjega načrtovanja. Pri tem razmisleku izhajajo iz primerjave med najsodobnejšimi znanimi rešitvami v gradbeništvu, ki kažejo izjemne prihranke in dejanskim stanjem v industriji, ki za najsodobnejšimi rešitvami zelo zaostajajo. Med temeljne razloge za takšno stanje prištevajo predvsem pomanjkanje spodbud za inovativne pristope ter ohranjanje starih poslovnih procesov ob uvajanju novih tehnologij. Tako je temeljna motivacija projekta InPro pomembno vplivati na kakovost življenja v Evropi ter zvišati konkurenčnost evropske gradbene in ostalih industrij. Sama iniciativa za projekt izhaja iz platforme »ENCORD Virtual Construction Platform«, kjer so ključni partnerji ugotovili, da so omenjeni izzivi pomembni za gradbeni sektor, pa tudi, da zahtevajo izjemno napredne in poglobljene raziskave, ki jih partnerji ne morejo izvesti posamično.

Cilji: Projekt si je zastavil ambiciozen cilj, ki se glasi: »Glavni cilj projekta InPro je korenito preoblikovanje zgodnje faze načrtovanja zgradb (novih ali obnovljenih).« Cilje v celoti povzemamo po opisu projekta [InPro2007], kjer avtorji nadalje predvidevajo, da je to mogoče storiti z oblikovanjem:

1. Novih poslovnih konceptov in procesov, ki zagotavljajo spodbude za modelno zasnovano delo in odprto sodelovanje med vsemi interesnimi skupinami (kar imenujemo *Business Pull*).
2. Pametnih IKT orodij, ki v celoti podpirajo semantiko in omogočajo izmenjavo, deljenje in ponovno uporabo informacij skozi celoten življenjski cikel zgradbe (kar imenujemo *Technology Push*) ter
3. Izvedbo podpornih aktivnosti za neposredno implementacijo v evropskem gradbenem sektorju (kar imenujemo *Industrial Transformation*)

Osrednji rezultat projekta naj bi bilo Odprto informacijsko okolje (Open Information Environment – OIE). OIE je napreden sistem procesov zgodnjega načrtovanja, ki ga podpirajo poslovni koncepti ter IKT rešitve, oboje pa povezuje naslednje štiri ključne vidike zgodnjega načrtovanja:

- a) Odprto in tesno povezano sodelovanje med vsemi interesnimi skupinami, ki bazira na spletni informacijski platformi, odprti in neodvisni od posameznih aplikacij ter na poslovnih konceptih, ki vsem zagotavljajo ustrezne vzpodbude za skupen razvoj najboljših rešitev načrtovanja in se pri tem dopolnjujejo.
- b) Načrtovanje izhaja iz perspektive celotnega življenjskega cikla in upošteva bodoče potrebe uporabnikov, energetska učinkovitost, itd.
- c) Pametna podpora odločanju glede mnogokrat konfliktnih alternativ, ki bazira na eksplicitnem znanju in poznavanju posledic odločitev na celoten življenjski cikel.
- d) Zgodnje planiranje gradnje in uporabe objekta, ki temelji na izvedbi ustreznih simulacij in digitalnih prototipih že v času zgodnjega načrtovanja, omogoča vsem udeležencem gradbenega procesa ustrezno planiranje in predvidevanje. Ta točka je pomembna za doseganje industrializacije in učinkovitosti gradbenih procesov.

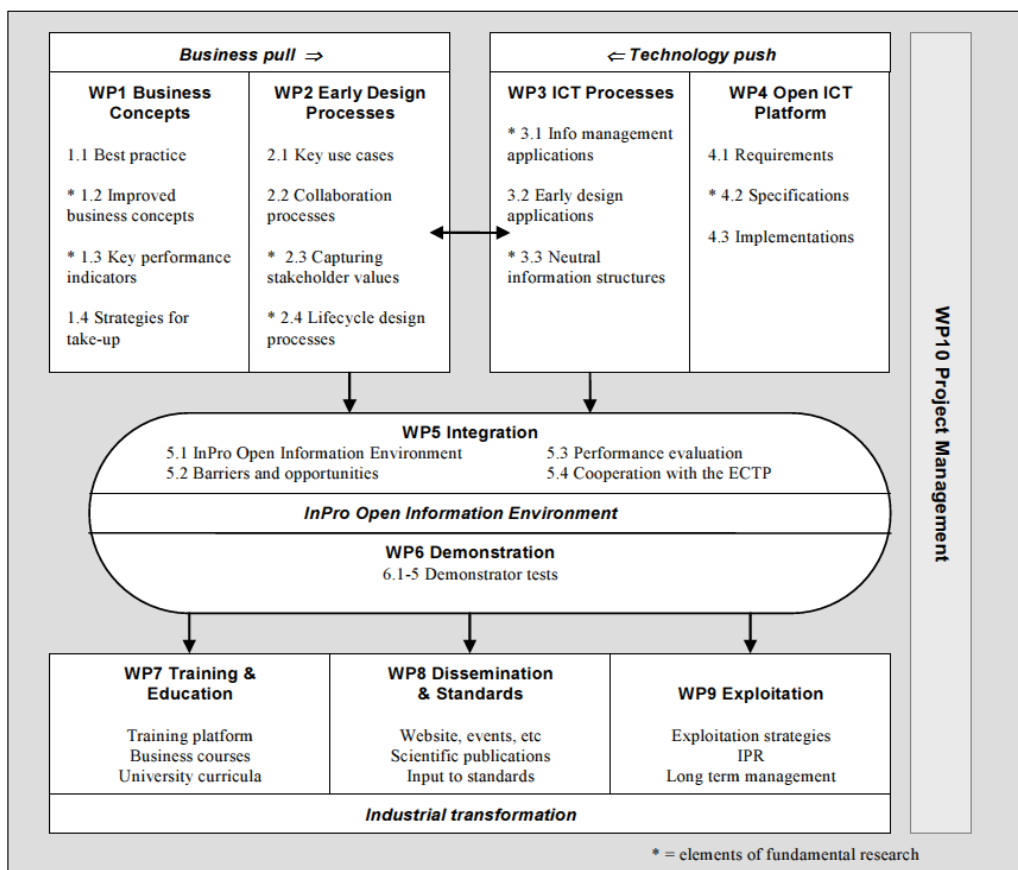
Metodološki pristop: Projekt gradi metodologijo dela iz ambiciozno zastavljenih ciljev. Avtorji menijo, da je za tako radikalno preobrazbo industrije potrebno pritegniti v proces in zagotoviti izpeljavo sprememb pri zadostnem številu udeležencev. Zato kot instrument za izvedbo transformacije izberejo integrirani projekt (IP), kot ga definira 6. okvirni program EU in ki smo ga omenjali že zgoraj. V projekt se kot partnerji vključijo velika gradbena podjetja s svojimi kompetencami na področju izvedbe gradbenih projektov, raziskovalne institucije s svojo znanstveno odličnostjo ter druge interesne skupine, kot so končni uporabniki, arhitekti, konzultanti, predstavniki IKT industrije in predstavniki mednarodnih strokovnih združenj s svojimi izkušnjami in poznavanjem industrijskih procesov ter IKT.

Po svoji zasnovi IP združujejo temeljne raziskave z demonstracijami v realnem okolju. InPro to izkorišča tako, da temeljno razvojno raziskovalno delo oblikuje v delovne pakete (work package – WP), skozi katere razvija nove procese ter išče tehnološke rešitve. Rezultate teh delovnih paketov pa povezuje v poslovne koncepte ter razvija strategije, ki bodo pod vplivom tržišča vodile do prevzemanja novih rešitev. Veliko vlogo za celoten proces avtorji pripisujejo tudi izobraževanju. Za razširjanje znanja in rešitev preko obsega samih projektnih partnerjev, je vzpostavljen InPro raziskovalni grozd (InPro Research Cluster [Berglund2010]), kot gonilo za transformacijo

evropskega gradbeništva. Pomemben vidik za avtorje projekta je še vključevanje majhnih in srednje velikih podjetij, tako v sam projekt kot tudi v grozd.

Projektne pristop je razviden iz slike Slika 9. Vidimo, da projekta zajema 10 delovnih paketov, ki so organizirani v štiri sklope glede na projektne cilje in predvidene rezultate. Delovni paket WP1 je namenjen razvoju novih poslovnih konceptov, ki bodo ustvarili ustrezne spodbude, da gradbeni sektor usmeri svojo pozornost na fazo zgodnjega načrtovanja. Procesni zgodnjega načrtovanja so oblikovani v WP2 in zajemajo področja kot so sodelovanje, komunikacija z zainteresiranimi skupinami in načrtovanje iz perspektive celotnega življenjskega cikla. Novi procesi nastanejo na osnovi primerov uporabe neposredno identificiranih v industriji. Poslovni procesi so podprti z IKT rešitvami, ki vključuje odprto IKT platformo, razvoj le-te je predmet delovnega paketa WP4. Platforma povezuje z IKT povezane procese, razvite v delovnem paketu WP3. Pri tem je potrebno poudariti, da InPro ne razvija novih IKT rešitev v smislu razvoja novih aplikacij, temveč postavi temelje za integracijo obstoječih orodij in prilagoditve funkcionalnosti le-teh s ciljem doseganja skladnosti z zastavljenimi poslovnimi procesi iz WP2 ter odprtimi standardi.

Integraciji inovacij poslovnih procesov in podpornih tehnologij je namenjen delovni paket WP5, ki izsledke temeljnih raziskav WP1-4 poveže v odprto informacijsko okolje (OIE) – kar je tudi najpomembnejši predvideni končni izdelek projekta. Za preverjanje OIE ter prikaz pridobitev takšnega okolja so namenjeni pilotski demonstracijski projekti, ki v realnem okolju pokažejo delovanje zastavljenih konceptov in tehnologij. Končno se skozi delovne pakete WP7, 8 in 9 prične izvajati transformacija industrije in se usmerjati pozornost industrije v zgodnje načrtovanje skozi izobraževanje, objave rezultatov in procese standardizacije.



Slika 9: Strukturo projekta InPro so avtorji projekta predstavili s shemo. Shema je neposredno prevzeta iz javno dostopnega dokumenta InPro Executive Summary ([Rizal2011] stran 7).

Rezultati projekta: Na spletni strani projekta <http://www.inpro-project.eu> najdemo vse javne rezultate projekta. Tukaj bomo navedli le nekatere poudarke iz povzetka rezultatov, ki so ga pripravili avtorji projekta [Rizal2011], ker navajanje podrobnih rezultatov presega obseg in namen tega dela. Tako avtorji navajajo, da so uspešno razvili BIM zasnovana sodelovalna okolja, orodja in poslovne koncepte, ki omogočajo izvedbo načrtovanja, vizualizacijo in posredovanje informacij o kompleksnih objektih vsem interesnim skupinam povezanim z gradbenim projektom na učinkovit način. InPro zagotavlja rešitve za ključne izzive faze zgodnjega načrtovanja kot so: kompleksna geometrija, multidisciplinarno odločanje in prenos rezultatov načrtovanja.

Rezultati v zvezi s poslovnimi koncepti in procesi zajemajo strategije, metode in instrumente za odprto kolaborativno delo v fazi zgodnjega načrtovanja. Pri tem zgodnje načrtovanje vključuje zajem zahtev vseh zainteresiranih skupin in njihovo preslikavo v ključne pokazatelje uspeha, upravljanje sprememb načrtovanja in integrirano naročanje.

Glavni rezultati povezani z razvojem IKT vključujejo razvoj odprte informacijske platforme (Open Information Platform – OIP, imenovane tudi kolaborativno središče, oz. v originalu Collaboration Hub). Na informacijsko platformo se navezujejo orodja CAD, ki s platformo komunicirajo preko doprtih standardov, kot je IFC. V tem smislu so bili v projektu dopolnjeni tako standard IFC, kot vmesniki nekaterih CAD orodij, npr. Autodesk Revit. Za komunikacijo z informacijsko platformo in podporo kolaborativnim procesom so bila razširjena tudi nekatera orodja za analize in simulacije ter podporo odločanju ali pa so za takšna orodja podane specifikacije zahtev za dopolnitve v smislu izmenjave odprtih informacijskih modelov. S strani upravljanja z modelom je bila izvedena analiza orodij za pregledovanje, preverjanje in potrjevanje informacijskih modelov zgradb ter predlagani scenariji za izrabo obstoječih orodij za te namene in predlagane potrebne dopolnitve.

Glavni rezultat projekta je vsekakor Odprto informacijsko okolje (Open Information Environment – OIE), ki vključuje kolaborativno središče (prej omenjen OIP) kot svoj centralni del. OIE podpira in povezuje različne aspekte in procese v fazi zgodnjega načrtovanja. InPro OIE karakterizirajo naslednje lastnosti:

- odprto in fleksibilno sodelovanje med vsemi interesnimi skupinami,
- načrtovanje s perspektive celotnega življenjskega cilka, ki temelji na n-dimanzionalnem informacijskem modeliranju objektov,
- podpora odločanju, ki temelji na simulacijah in pri odločanju upošteva posledice odločitev na celoten življenjski cikel objektov,
- planiranje aktivnosti načrtovanja, gradnje in informacijskih tokov ključnih procesov na osnovi računalniških simulacij in digitalnih prototipov že v zgodnjih fazah projekta.

Ob navedenih glavnih IKT doprinosih, rezultati projekta zajemajo še definicijo informacijskih tokov ključnih procesov zgodnjega načrtovanja, opredeljujejo zahteve glede upravljanja sprememb in verzioniranja, odprtokodna orodja za delo z IFC, 4D modelirnik, IFC vmesnik za MS Project, razširitve IFC standarda in podobno.

Da bi zagotovili uspešno sodelovanje, je potrebno znanja pridobljena v projektu InPro vpeljati tako na nivoju podjetja, kot tudi celotne dobavne verige, četudi je mogoče rezultate vpeljevati tudi posamično. Možnosti za implementacijo InPro rezultatov v okolju gradbenega podjetja so bile predstavljene skozi demo projekte izvedene v realnem okolju. Projekte je izvajalo pet velikih

gradbenih podjetij, ki so bili tudi vodilni projektni partnerji. Namen projektov je bil pokazati praktično vrednost in izvedljivost rezultatov projekta. Izvedeni so bili naslednji projekti:

- prikaz ključnega procesa poteka potrjevanja rezultatov med naročnikom, glavnim pogodbenikom in podpogodbeniki,
- prikaz usklajevanja načrtovanja med arhitektom in projektantom strojnih instalacij,
- prikaz terminskega planiranja in upravljanja vzdrževanja,
- prikaz analize energetske učinkovitosti ter
- prikaz upravljanja stroškov.

Nenazadnje je pomemben rezultat projekta tudi nabor učnih gradiv in tečajev, ki bo pripomogel k lažjemu preoblikovanju gradbene industrije. Učna gradiva so izdelana tako za uporabo v okviru univerzitetnih programov, kot tudi neposredno s strani industrije in so prosto dostopna za izobraževanje projektnih vodij, arhitektov, inženirjev ter študentov.

4.2.2 Analiza projekta

Podobno, kot smo motivacijo projekta ROADCON umestili v model institucionalnih temeljev, lahko tudi za projekt InPro ugotovimo, da **motivacija za projekt** izhaja predvsem iz potrebe po celostnem pristopu k izvedbi gradbenega projekta. Še posebej je za projekt InPro značilno, da izpostavi posebno potrebo po vključevanju, povezovanju in sodelovanju vseh interesnih skupin in potrebo po celostni obravnavi faze zgodnjega načrtovanja. Avtorji želijo s fokusiranjem na zgodnje načrtovanje pomembno vplivati na učinkovitost gradnje in ekonomičnost ter ustreznost končnega izdelka. Z vidika organizacije in vodenja avtorji izhajajo iz potrebe po industrializaciji gradnje, kar pomembno vpliva na organizacijske strukture znotraj posameznega podjetja, kakor tudi na relacije med različnimi udeleženci projekta in posledično na preoblikovanje informacijskih tokov. Želja po industrializirani gradnji skupaj z izpostavljenimi potrebo po večjem sodelovanju med partnerji nakazuje na motiviranost avtorjev projekta za korenite spremembe tako na področju delovnih procesov, kot tudi na področju izbire partnerjev in trajanja vzpostavljenih relacij med partnerji. Teme, ki prevladujejo pri utemeljevanju izhodišč projekta, so višanje produktivnosti, večja učinkovitost gradbenih procesov, potreba po reorganizaciji procesov in metod dela. Vse navedeno naj bi vodilo k večji uporabi znanja pri ustvarjanju dodane vrednosti tekom gradbenega projekta. Ugotovimo lahko, da je motivacija usmerjena predvsem k oblikovanju in transformaciji normativnih temeljev, kot to prikazuje tudi tabela Tabela 5.

	temelji		
	regulativni	normativni	kulturno-kognitivni
simbolni sistem		trajnostni razvoj, vključevanje vseh ciljnih skupin večanje pomena zgodnjega načrtovanja	
relacijski sistem		industrializacija, vpeljava spodbud za sodelovanje	
rutine		reorganizacija procesov in metod dela višja produktivnost	uporaba znanja namesto virov
izdelki			

Tabela 5: Institucionalni nosilci izpostavljeni v motivaciji projekta InPro

Metodološki pristop: Struktura projekta InPro poudarja enakovrednost reorganizacije poslovnih procesov in razvoja inovativnih tehnoloških rešitev. Avtorji projekta se zavedajo, da je mogoče korenito transformacijo industrije doseči le z razvojem in vpeljavo novih poslovnih procesov in metod dela. Vodilno vlogo pri oblikovanju in izvedbi projekta v tem projektu prevzamejo velika gradbena podjetja. Le-ta dajejo velik pomen ekonomskim spodbudam za uvajanje sprememb, tako v smeri inovacij poslovne logike, kot v smeri tehnoloških inovacij. V ta namen se oblikujejo ključni pokazatelji uspeha, ki bodo vodili procese integracije (WP5) obeh podsegmentov in bodo osnova za vrednotenje rezultatov v demonstracijskih projektih (WP6). Metodološko tako projekt sledi predvsem ekonomski logiki in daje velik poudarek mehanizmu povečevanja pridobitev, kar je z vidika gradbene industrije po našem mnenju v tem trenutku tudi vodilni mehanizem, ki lahko omogoči transformacijo industrije.

Iz strukture projekta lahko zasledimo, da po drugi strani avtorji ne zanemarijo potrebe po utemeljevanju novih rešitev z uporabo znanstvenega pristopa (proces objektivizacije!), saj delovni paketi WP1 do WP4 vključujejo v veliki meri tudi bazične raziskave (Slika 9). Prav tako je WP7 v celoti namenjen razširjanju pridobljenega znanja.

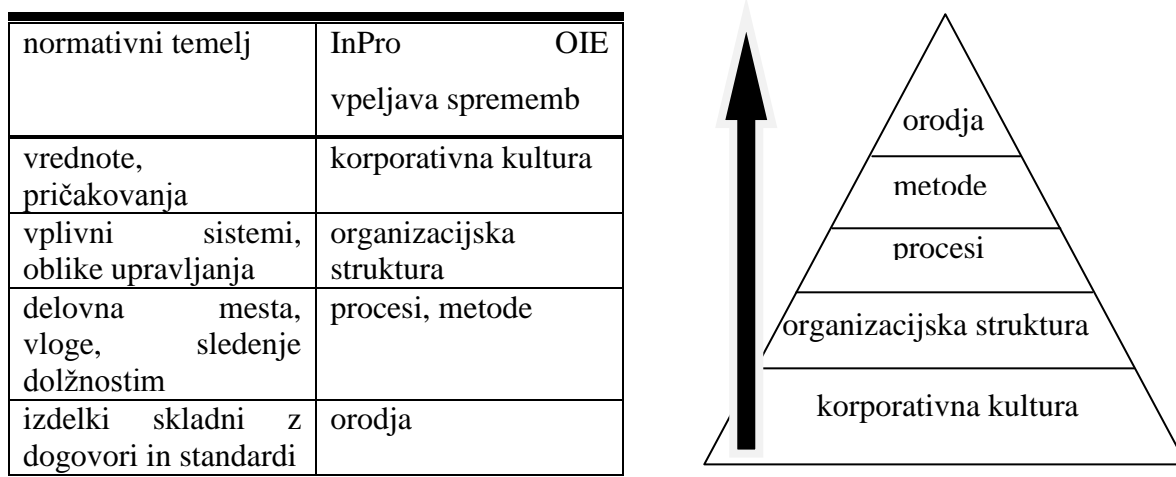
Prav tako avtorji niso zanemarili pomena normativnih procesov, ki zagotavljajo osnovo za visoke standarde kakovosti, ki jim sledi industrija. V sodobnem industrijskem okolju normativnih standardov navadno ne predpisuje zakonodaja, temveč za to področje skrbijo strokovna telesa in organizacije. Le-te razvijajo in propagirajo industrijske standarde, ki jim nato sledijo akterji, ki delujejo na danem področju. Na področju gradbeništva in modelno zasnovane gradnje je takšna organizacija zagotovo BuildingSMART, ki razvija in skrbi ter propagira standard IFC. Akreditacija s strani takšne organizacije industrijskemu partnerju zagotavlja določeno prednost na trgu in veča njegovo kredibilnost. Delovni paket WP8 je namenjen pripravi materialov, ki naj bi jih strokovna združenja in standardizacijska telesa uporabila pri pripravi bodočih standardov in akreditacij.

Tudi v projektu InPro, kot že poprej v projektu ROADCON, avtorji poudarjajo potrebo po mobilizaciji kritične mase akterjev, ki delujejo na področju gradbene industrije za uspešno uveljavljanje sprememb. Tudi to je eden od razlogov, zakaj se avtorji odločijo za IP instrument, ki ga uporabijo za izvedbo projekta. V projekt ob ključnih velikih industrijskih partnerjih vključijo še raziskovalne organizacije, programerske hiše, arhitekta in svetovalne organizacije. V tem oziru je potrebno izpostaviti, da nekateri že uveljavljeni akterji, ki imajo na trgu zaradi svojega tržnega deleža veliko moč, lahko v transformacijskih procesih delujejo tudi zelo zaviralno. Spremembe obstoječih pristopov in tehnologij so namreč običajno drage, zato se lahko zgodi, da bodo veliki akterji poskušali spremembe peljati v smeri, ki je po večini skladna z njihovim načinom dela in položajem. Zato bodo namerno ali nenamerno zavirali korenite spremembe. V projektu InPro lahko zasledimo takšno situacijo pri velikem dobavitelju programske opreme, ki je imel eno ključnih vlog v delovnih paketih povezanih z razvojem tehnoloških rešitev. Partner je sredi projekta zaprosil za izstop iz konzorcija, ker ni uspel udeležati svojih ciljev. Po zamenjavi partnerja, je to vlogo v projektu prevzelo agilnejše manjše podjetje, ki se je bistveno bolje vključevalo v razvoj novih, mnogo bolj inovativnih rešitev. V splošnem lahko stremenje po vključevanju ključnih akterjev na trgu pelje v razvoj manj perspektivnih in neoptimalnih rešitev. V primeru, da se takšne rešitve dejansko tudi pričnejo uporabljati, lahko to vodi do njihovega sprejetja v širšem smislu, kar kasneje lahko močno ovira nadaljnji razvoj.

Kot lahko vidimo iz zgornje analize, projektni pristop InPro kot primarni mehanizem zagotavljanja sprememb izpostavlja povečevanje pridobitev. Vendar pa hkrati želi delovati tudi skozi mehanizem večanja obveznosti (standardizacija, povezovanje med partnerji) ter tudi skozi mehanizem objektivizacije (demonstracijski projekti in izobraževanje). Iz tega razloga lahko ugotovimo, da je

projektne pristop uravnotežen in tudi skladen s trenutnim stanjem in silami, ki upravljajo industrijo v tem trenutku. Projekt ROADCON je namreč v izvedeni analizi potreb gradbeništva identificiral potrebo po razvoju prav vseh kategorij institucionalnih nosilcev. Zato lahko pričakujemo, da zastopanje vseh treh mehanizmov daje projektu dobre možnosti za uspeh pri bodočem uvajanju rezultatov projekta in njihovo dolgoročno uveljavitev na celotnem področju gradbene industrije.

Rezultati projekta: Osrednji rezultat projekta InPro je nedvomno odprto informacijsko okolje (Open Information Environment – OIE), ki povezuje vse parcialne rezultate v celoto. Če pogledamo poročilo, ki opisuje celotno OIE [Dumoulin2011] iz njega lahko razberemo, da ključne elemente, ki jih avtorji navajajo, lahko preslikamo v Scottov model institucionalnih nosilcev kot to prikazuje naslednja slika:



Slika 10 – Elementi sprememb InPro piramide in njihova preslikava v nosilce institucij

Na področju simbolnih sistemov je potrebno izoblikovati nove vrednote in pričakovanja, ki jih avtorji imenujejo korporativna kultura. Udeleženci projekta pri delu obravnavajo zgradbo vsak s svojega vidika. Informacijsko modeliranje združuje različne vidike v celovit model. Potrebno je vzpostaviti zaupanje v tak celovit model, zagotoviti razporeditev odgovornosti za izgradnjo in vzdrževanje modela in vzpostaviti okolje v katerem bo model sprejet kot referenčna predstavitev končnega izdelka ter pri tem upoštevati zmožnosti majhnih gradbenih podjetij. Udeleženci projekta pričakujejo, da bo kljub prehodu na integrirani model mogoče določene informacije zadržati kot zasebne, predvsem t.i. »know how«. Zagotoviti je potrebno tudi upravljanje sprememb in veljavnost modela, za kar morajo ustrezno skrbeti vsi izvajalci projekta. Ob spremembah pričakovanj in vrednot avtorji navajajo tudi potrebo po spremembah pogodbenih razmerij in predpisov, ki bodo zagotavljali

izpolnjevanje novih obveznosti. Hkrati predlagajo tudi potrebo po spremembah orodij, da bo navedene obveznosti mogoče izpolnjevati.

S področja relacijskih sistemov avtorji ugotavljajo, da mora integrirani model zajemati tako prostorski vidik objekta, kot tudi druge vidike, ki vključujejo vsaj še vidik posameznega uporabnika, vidik posameznega podsistema ter vidik posamezne faze in tudi celotnega življenjskega cikla. Navedeni vidiki se v 2D obliki izvedejo kot risbe z različno stopnjo podrobnosti in vsebino, v celovitem modelu pa so združeni. Če želimo narediti uporabni model, mora le-ta podpirati navedene vidike, ki utelešajo tudi relacije med uporabniki modela.

Z vidika rutin je potrebno predvsem zagotoviti enostavnost uporabe BIM v procesih sodelovanja med udeleženci ter sočasnost izvajanja vzporednih procesov. Zato je potrebno poskrbeti za ustrezno koordinacijo pri obravnavanju obsega in vsebine modela, upravljanju sprememb, reševanju konfliktov in potrjevanju modela. Upravljanje alternativ in ustrezno ocenjevanje le-teh že v zgodnji fazi načrtovanja je izjemnega pomena za celoten projekt, zato je potrebno zagotoviti ustrezne postopke za izvedbo navedenih opravil. V splošnem morajo postopki vsaj začasno podpirati tako 3D modeliranje, kot uporabo 2D načrtov, predvsem zaradi vključevanja izvajalcev, ki modeliranja še ne podpirajo in jim zakonske obveznosti tega tudi ne nalagajo.

Avtorji eksplicitno izpostavijo potrebo po novi vlogi oz. delovnem mestu, ki jo poimenujejo upravljalec modela (Model Manager), ki bo skrbel za vsa vprašanja glede modeliranja in izmenjave modelov, ter podpornih tehnologij, načina in periodiko preverjanja modelov itd. Na tem mestu avtorji navajajo tudi potrebo po ustreznih navodilih za izdelavo modela ter izmenjavo podatkov. V tem smislu posegajo tudi v nosilce izven primarnega normativnega temelja in opredelijo tudi potrebo po spremembah rutin regulativnega temelja, ki zajemajo protokole in standardne procedure delovanja. Ob tem se je potrebno zavedati, da ostale prej navedene spremembe, ki se nanašajo na normativni temelj, predvsem zahtevajo notranjo motivacijo posameznih partnerjev, ki želijo oz. se čutijo zavezane slediti določenim novim principom na osnovi lastnih pričakovanj. Definiranje in uporaba protokolov za modeliranje in izmenjavo informacij pa običajno zahteva uveljavljanje pravil postavljenih od zunaj, kar pomeni, da mora obstajati akter z dovolj veliko močjo za uveljavitev takšnih pravil ter ustrezen sistem nadzora in sankcioniranja nespoštovanja postavljenih pravil. V tem smislu avtorji na več mestih navajajo potrebo po spremembi pogodbenih določil med partnerji, vprašanje pa je do kakšne mere so te spremembe možne, glede na razmerje moči med posameznimi

akterji, saj je za gradbeništvo značilno, da ni tako prevladujočih vodilnih partnerjev kot to zasledimo v drugih industrijah.

Na področju tehnoloških inovacij in z njimi povezanih delovnih paketov je projekt InPro splošne zahteve industrije oblikoval na osnovi prej definiranih delovnih procesov zgodnjega načrtovanja, ki jih v projektu imenujemo ključni procesi. V ključnih procesih so identificirani informacijski tokovi in potrebe po izmenjavi informacij, ki so nato prevedene v dogovorjen odprti format za izmenjavo modelnih informacij. V InPro je v ta namen izbran uveljavljen industrijski standard IFC. V tem kontekstu so obravnavane vse tehnološke inovacije, ki jih lahko glede na tabelo (Slika 10) uvrstimo v kategorijo orodja. V tehnološkem smislu so se avtorji predvsem ukvarjali z vidiki izmenjave informacij in s tem povezanimi problemi, kot so enolična identifikacija posameznih elementov, sledenje spremembam in verzioniranje, odgovornosti za urejanje in pravice dostopa do podatkov, zagotavljanje pravilnosti zapisa in skladnost s standardom IFC ter arhitekturo celotnega sistema, ki bo ustrezno podpiral novo definirane procese skozi cel življenjski cikel. Jedro informacijske podpore je poimenovano Open Information Platform (OIP) in predstavlja sodelovalno središče (Collaboration Hub). Torej gre za centralizirani strežniški sistem, ki bo povezoval akterje in orodja, ki jih le-ti uporabljajo, v skladno celoto.

Avtorji se v tehnoloških rešitvah predvsem osredotočijo na ustreznost standarda IFC in njegove morebitne potrebne dopolnitve. Izbor standarda pomembno vpliva na uspešnost prehoda v modelno zasnovano gradnjo, saj je standardizacija v smislu industrijskih standardov, torej ne zakonsko predpisanih pravil, v veliki meri odvisna od veljave strokovnega združenja, ki standard razvija in podpira. Se pa glede izbire standarda vedno pojavljajo tudi pomisleki, zakaj je ravno določen standard najboljša rešitev in kako ga je potrebno razširiti, da bo zajel potrebe čim širšega kroga uporabnikov. Tukaj avtorji projekta ponudijo zanimivo rešitev, ko ugotavljajo, da standard IFC sicer ne podpira določenih funkcionalnost, kot je npr. verzioniranje. Vendar pa hkrati ne predlagajo razširitve obstoječega standarda temveč kombiniranje IFC standarda z uporabo drugega komplementarnega standarda, ki verzioniranje že vključuje. V InPro primeru je to standard PLCS. S tem se izognemo potrebi po celoviti prenovi in s tem povezanimi naporu in stroški glede programske opreme, ki obstoječi IFC format že podpira. Tako ne postavljamo novih zahtev industriji programske opreme niti gradbeni industriji glede potrebnih nadgradenj, kar ima lahko velik vpliv na zmanjševanje stroškov vpeljave inovacij.

Drugi ukrep, ki ga v zvezi nižanja stroškov predlagajo avtorji, je tudi integracija procesov z uporabo modelnega strežnika in navezava obstoječih orodij, ki jih industrija že uporablja, na omenjeni strežnik. Tako so bili podani predlogi industriji programske opreme glede potrebnih dopolnitev obstoječih programskih paketov, ki bi takšno integracijo omogočile. Na ta način se lahko izognemo naporom in stroškom povezanim z uvajanjem uporabnikov v delo z novimi – BIM usmerjenimi – orodji.

Pri vpeljevanju sprememb je vsekakor potrebno upoštevati, da je prav zaradi sledenja tradicionalni izvedbi gradbenih projektov glavni mehanizem po katerem deluje industrija izrazito naravnana na upoštevanje ekonomskih spodbud. Zato ima zniževanje stroškov uvajanja novih pristopov, kot je navedeno v predhodnjih dveh odstavkih, pomembno vlogo. Vendar pa, kot smo navedli že v teoretičnih izhodiščih, ima tak princip težavo, da hitro prične podpirati obstoječe rešitve in ne pripelje v pozitivno razvojno zanko. Vlaganja v razvoj, še posebej na področju gradbene informatike in modelno zasnovane gradnje, ki ga obravnava projekt InPro so namreč vseeno velika, zahtevajo veliko časa in naporov za učenje novosti, saj večina industrije deluje po ustaljenih principih in uporablja 2D načrtovanje kot osnovo. Sodelovanje s sebi enakimi pomeni tudi izkoriščanje določenih prednosti, ki jih prinaša soroden način dela. Po drugi strani iz pričujoče analize vidimo, da avtorji projekta InPro vidijo pot do sprememb predvsem pri spodbujanju razvoja nosilcev normativnega temelja institucij. Kot izhaja iz teorije, v tem primeru dejansko pri uvajanju sprememb prevladuje mehanizem večanja obveznosti. To pomeni, da akterji v svojem delovanju sledijo motivom, ki presejajo tehnološke zahteve posameznega opravila. Oblikujejo se nova kompetenčna središča in nove zmožnosti. Odprto ostaja vprašanje kako povezati storilnostne spodbude z višjimi cilji, ki naj bi jim organizacije sledile. Odgovor na to vprašanje bi lahko podajali demonstracijski projekti, ki so bili izvedeni v okviru projekta InPro. Vendar pa ugotavljamo, da so demonstracije predvsem prikaz delovanja novih konceptov, torej neke vrste študija izvedljivosti, ki potrjuje razvite koncepte. V tem smislu predstavljajo le posredno povezavo, oz. le implicitno nakazujejo na morebitne dolgoročne pridobitve, ki jih lahko dosežemo, če bomo koncepte uspešno vpeljali. Tukaj se srečamo z določenim paradoksalnim stanjem, saj sedanje stanje v industriji in tradicionalni način izvedbe projektov sili partnerje v ozko naravnano na relacijo stroški-pridobitve. Hkrati pričakujemo, da bo v bodoče sodelovalen način dela pripeljal gradbeno industrijo v stanje, kjer bodo pridobitve posledica celostnega pristopa in naravnosti na kakovosten in dolgoročno optimalen izdelek. Vendar pa trenutna spoznanja kažejo na to, da ta cilj lahko dosežemo prav z osredotočanjem na relacijo stroški-

pridobitve in ne z odmikom od tega koncepta. V nasprotnem primeru akterji ne najdejo prave motivacije za razvoj in transformacijo industrije.

Kot pozitivno lahko ocenimo, da se projekt osredotoča na fazo zgodnjega načrtovanja. Vendar pri tem želimo izpostaviti drugačno dimenzijo, kot jo izpostavljajo avtorji projekta. V naravnosti na zgodnje načrtovanje vidimo posebno priložnost zato, ker je to faza, ki do sedaj ni bila informacijsko ustrezno obravnavana. Projekt v predstavljenih konceptih in procesih povezuje segmente in akterje, ki do sedaj sploh niso bili ali pa niso bili ustrezno povezani med seboj. Kot navajajo študije, ki se ukvarjajo z marginalnimi akterji [Granovetter1973], institucionalne spremembe velikokrat izhajajo od akterjev, ki niso v središču dogajanja. Na področjih, ki so med seboj slabo povezana, se hitro generirajo nove ideje. Zaradi šibkih obstoječih povezav tudi ni trdno zakoreninjenih obstoječih struktur, ki bi nasprotovale spremembam.

Kot enega osnovnih promotorjev preoblikovanja industrije avtorji vidijo strokovna združenja kot sta BuildingSMART in ECTP. Že iz teorije izhaja, da imajo od 60ih let naprej strokovna združenja veliko vlogo pri uvajanju inovacij v določeno industrijo. Le-ta nimajo velike formalne moči, vendar pa navadno imajo širok krog članstva, ki organizaciji zaupajo in sledijo njenim smernicam, saj jih sprejemajo kot standardne rešitve v industriji in se na ta način prilagajajo okolju in dani situaciji. V tej luči ocenjujemo prizadevanja projekta InPro v smeri standardizacije kot zelo pozitivna in obetajoča. Strokovna združenja in konzultanti pomagajo industrijskim partnerjem identificirati in opisati ponavljajoče probleme, ki jih zaradi samoumevnosti uveljavljenih praks navadno slednji sami niti ne uvidijo. Hkrati imajo združenja že pripravljene izbrane standardne rešitve, ki so v pomoč pri vpeljavi inovacij.

Drugi vidik uvajanja sprememb, ki je morda naravnano bolj dogoročno, so izobraževalni programi, ki naj bi zaživel v okviru univerz na nivoju dodiplomskega in podiplomskega izobraževanja. Nastali izobraževalni moduli naj bi zaživel v okviru obstoječih kurikulumov in so tudi oblikovani tako, da bi jih bilo čim lažje vključiti v obstoječe izobraževalne programe. Avtorji so npr. pri določanju obsega modulov imeli v mislih standardizirana merila in kreditni točkovni sistem ECTS. Vendar pa uvajanje novih modulov ni niti samoumevno niti preprosto opravilo, saj so univerze pri spreminjanju svojih programov precej konservativne. Hkrati poskušajo posamezne univerze iskati svojo lastno identiteto in oblikovati študijske programe komplementarno drugim univerzam in so študijski programi predvsem odsev lastnega raziskovalnega dela ter močno pod vplivom ključnih osebnosti na posameznem študijskem programu.

Povzetek analize: Tudi v primeru projekta InPro analiza pokaže, da motivacija za projekt primarno izhaja iz normativnega temelja, tokrat predvsem v poudarjanju potrebe po vzpostavitvi drugačnih modelov vodenja in sprembi delovnih procesov in metod dela.

Z motivacijo je skladen tudi projektni pristop, ki sledi začrtanim smernicam iz motivacije in ciljev projekta tudi v smislu mehanizmov institucionalizacije. Še več, v primeru projekta InPro vidimo, da avtorji v svojem projektnem pristopu pokrijejo vse tri osnovne mehanizme uvajanja sprememb, ki jih navaja teorija. Sklepamo, da je to posledica ugotovitev projekta ROADCON, ki v rezultatih navaja zahteve gradbene industrije in kot smo v naši analizi pokazali, te zahteve segajo na področje vseh institucionalnih nosilcev Scottovega modela.

Tudi rezultati projekta sodijo predvsem v domeno normativnega temelja, kot je razvidno iz InPro piramide, ki opisuje proces transformacije gradbene industrije. Na tem mestu ugotavljamo določeno težavo pri usklajevanju mehanizma storilnostnih spodbud, ki je prevladujoče vodilo gradbene industrije in mehanizma večanja obveznosti udeležencev spremenjenih procesov, ki izhajajo iz procesnih in organizacijskih sprememb. Menimo, da je ugotovljeno razhajanje že v preteklosti v mnogih poskusih uvajanja modelno zasnovane gradnje privedlo do zastoja pri transformaciji in enako lahko pričakujemo tudi v prihodnje, če se naveden problem ustrezno ne razreši.

Iz analize projekta sklepamo tudi, da še vedno ni ustrezne iniciative za spremembe na področju regulativnih nosilcev. Obstaja zavedanje, da so potrebne tako spremembe na nivoju zakonodaje, kot tudi na nivoju pogodbenih razmerij in s tem povezanih postopkov in procedur delovanja. Vendar projekt ne podaja stvarnih predlogov, ki bi vodili k zahtevanim rešitvam.

4.3 Diskusija institucionalizacije modelne gradnje

Iz primerjave motivacije obeh zgoraj navedenih projektov lahko ugotovimo, da je motivacija za razvoj na področju informacijsko podprtega gradbeništva pretežno usmerjena ali v tehnologijo in programske rešitve, ki naj bi ustrezno doprinesle k bolj učinkoviti izvedbi ustaljenih in novih procesov ali v razvoj delovnih procesov, metod dela ter organizacijskih struktur. Po drugi strani se gradbeni sektor vse bolj zaveda vpetosti v okolje in družbene potrebe po uravnoveženem in trajnostnem razvoju. Prvo ima večji pomen in predstavlja večjo motivacijo za industrijske partnerje, slednje pa za raziskovalne organizacije. Skozi čas je opaziti premik od večje usmerjenosti v tehnologijo in tehnološke rešitve k bolj poslovno-procesni naravnosti. V motivaciji za razvoj se običajno pojavljajo utemeljevanja, ki slonijo na normativnih nosilcih institucionalnega razvoja. Vprašanja indentitete udeležencev, uporabljenih notacij in simbolnih sistemov kakor tudi vprašanja, ki se nanašajo na regulativo, navadno v motivaciji niso vključena temveč v očeh predlagateljev projekta na določen način predstavljajo dodatne ovire za razvoj. Kakor izhaja tudi iz utemeljitve 2D načrtovanja, so navedena vprašanja običajno argument za nadaljevanje tradicionalnih pristopov.

Sposobnost prenosa praks in prepričanj na nove akterje je ključnega pomena za stabilnost. Omenjena projekta se tega problema med drugim lotevata s poskusom vključevanja velikega števila akterjev v sooblikovanje predlaganih rešitev. Vendar pa praktične izkušnje z oblikovanjem zainteresirane skupine akterjev, ki bi aktivno spremljali razvoj, kot npr. oblikovanje InPro grozda (InPro Cluster) ne prinaša zelenih rezultatov. Udeleženci grozda navadno ostanejo neaktivni in v glavnem le pasivno in od daleč opazujejo napredovanje projekta. V raziskovalnih projektih razlog vidimo v dejstvu, da je gradbena industrija močno navezana na storilnostne vzpodbude in princip večanja pridobitev. Akterji opazovalci od raziskovalnega projekta ne pričakujejo neposredne koristi, ki bi prinašala takojšnje pridobitve, zato se aktivno ne vključujejo v procese. Namesto tega opazujejo in čakajo na rezultate, ki jih bodo kasneje posnemali, če bodo uspešnejši kot so obstoječi vzorci delovanja. V določeni meri k pasivnosti pripomore še skeptičnost glede ustreznosti rešitev ter ideja o specifičnosti posameznega trga, kjer akter deluje. Slednje je rezultat lokalnega karakterja gradbene industrije.

Kot izhaja iz institucionalne teorije je okolje ključnega pomena za vpeljavo sprememb. Gradbena podjetja delujejo predvsem lokalno, zato jim vpetost v mednarodne povezave pri prevzemanju novosti ne koristi tako, kot bi kdo lahko to pričakoval. Tudi v primeru mednarodnih podjetij imajo le-ta lokalne ekspoziture, ki so običajno vezane na določeno lokacijo. Lokalnost je problem tudi pri

obravnavi zakonskih podlag in ostalih nosilcev regulativnih temeljev v okviru mednarodnih projektov. Sklepamo da prav v tem tiči tudi razlog za »izogibanje« regulativnemu temelju v obeh analiziranih projektih, kljub zavedanju o zaviralnih učinkih obstoječe zakonodaje na vpeljevanje predlaganih sprememb.

Druga težava, ki se pojavlja pri spremembah standardnih postopkov in predpisanih opravil ter ostalih spremembah povezanih z uveljavljanjem moči in nadzora leži v dejstvu, da je gradbeništvo zelo fragmentirana industrija z velikim številom udeležencev in da praviloma ne obstajajo ključni akterji, ki bi prevzemali vlogo močnih partnerjev z vplivom na celoten proces gradnje, kot to obstaja v drugih industrijah. Poleg tega je znano, da imajo rahle vezi med partnerji za posledico, da ideje med partnerji ne prehajajo enostavno in hitro, za razliko od čvrstih vezi, kjer je prenos idej bolj tekoč. Zaradi narave dela v gradbeništvu, kjer so partnerji mnogokrat povezani samo za čas enega projekta, je očitno, da so vezi med partnerji rahle.

Izjemnega pomena za uspeh transformacije v modelno zasnovano gradnjo imajo mehanizmi, ki opredeljujejo motivacijo udeležencev za uvedbo sprememb. V projektih in literaturi lahko zasledimo stalno željo po odmiku od izbire partnerjev in izvedbe projekta po principu najnižje cene. Vendar ravno tradicionalni način organizacije gradbenih projektov sili udeležence k upoštevanju mehanizma stroški-pridobitve in sledenju principu materialnih spodbud. Da bi dosegli ustrezen premik v smeri transformacije industrije, mora gradbena industrija vzpostaviti nove organizacijske oblike in se odmakniti od tradicionalnega načina izvedbe projektov. Enega od predlaganih konceptov smo omenili v pričujočem delu in ga navaja tudi Eastman. Ob tem lahko navedemo še možnost prehoda od hierarhične zasnove partnerske strukture projekta v mrežno organiziranost. Ključ uspeha je v deljenju obveznosti in pridobitev. Potrebno je vzpostaviti mehanizem v katerem bo deljenje pridobitev, ki jih prinaša boljši končni produkt, ustrežneje porazdeljeno med udeležence projekta. Iz teorije izhaja, da ravno organizacije (podjetja) predstavljajo vsebnike v katerih institucije lahko živijo [Mohr]. Nove institucionalne oblike prinašajo nove oblike organizacij.

Zaradi velikega pomena storilnostnih spodbud, morajo demo projekti pokazati predvsem ekonomske učinke in ne prevladujoče tehnične. Prevladujoči mehanizem pomembno vpliva na potek sprememb in je zato pomembna informacija pri oblikovanju strategije razvoja. Iz razvoja dogodkov v projektih ROADCON in InPro opažamo, da nedefiniranost mehanizma sprememb lahko vodi v razvoj referenčnih primerov, katerih uspešnost se utemeljuje z argumenti, ki niso skladni z motivacijo akterjev. Takšni argumenti so lahko sicer kakovostno pripravljene in točni vendar so za akterje

neprepričljivi in zato ne dajo zelenega učinka. Kot kažejo rezultati analiziranih projektov, v primeru gradbene industrije akterji, ki jih uvrščamo med industrijske partnerje, delujejo predvsem na osnovi ekonomskih vzpodbud. Zato mora utemeljevanje učinkovitosti in ustreznosti delovanja kateregakoli institucionalnega nosilca, pa naj bo to orodje, postopek, organizacijska shema, notacija, zakonska podlaga, itd. primarno slediti ekonomskim in ne tehnično-tehnološkim kazalcem ustreznosti.

Pri obravnavi modelno zasnovane gradnje ugotavljamo še, da eden od vzrokov težav pri uspešni vpeljavi kolaborativnega načina izvedbe projektov leži v tem, da z vidika celotnega projekta ne obstaja skupni upravljalec informacijskih tokov, ki bi usklajeval prenos informacij za vse udeležence projekta. Kljub zmožnostim, ki jih ponuja informacijsko modeliranje (BIM) ne obstaja ustrezna vloga t.i. BIM managerja, ki bi te zmožnosti optimalno izkoriščal [Pfitzner2011]. Pod vplivom obstoječe prakse so, kljub prizadevanjem raziskovalne skupnosti, kolaborativno delo in skupna prizadevanja za najboljši končni izdelek – grajeni objekt – večinoma zapostavljena. Koordinacija in informacijski tokovi med posameznimi izvajalci so prepuščeni neposrednemu naročniku izvedbe, ne glede na nivo opazovanja (npr. pogodbenik – podpogodbenik, ali še globlje). Vidimo, da tradicionalna izvedba gradbenih projektov neposredno vodi v fragmentacijo poslovanja in nas oddaljuje od kolaborativnega dela, hkrati pa je tradicionalen potek projekta pogojen s širšimi družbenimi okoliščinami. Kot odgovor na omenjeni problem nekateri avtorji (npr. Kolarevič) predlagajo redefinicijo vloge arhitekta, ki naj bi prevzemal tudi vlogo koordinatorja informacijskih tokov o objektu, torej vlogo BIM managerja. Drugi [Pfitzner2011] predlagajo vpeljavo novega akterja, npr. »main contractor«, ki bi prevzemal koordinacijo od naročnika projekta in skrbel za vse nivoje izvedbe. Vendar pa je jasno, da brez odmika od tradicionalnega modela izvedbe projekta vpeljavo BIM managerja ni mogoča, tako zaradi opredelitve odgovornosti, kot tudi zaradi opisane nemotiviranosti za sodelovanje, ki izhaja iz tradicionalnih relacij med udeleženci. Ob uvedbi BIM managerja, zato sklepamo, da je za prehod nujno potrebna vzpostavitev novega organizacijskega modela izvedbe gradbenega projekta, ki bo utelešal drugačne vrednote in tudi druge v predhodnih poglavjih omenjene institucionalne nosilce.

Kot smo ugotavljali v analizi projekta InPro se priložnost za iskanje novih možnosti in oblikovanje novih principov ter oblik delovanja skriva v mejnih območjih, ki so v obstoječem sistemu slabo ali sploh niso povezana. Na teh področjih se prepletajo znanja in ideje, ki se srečujejo prvič in imajo zato velik potencial za generiranje novih idej. Prav tako je na teh področjih manj razlogov za zavračanje novosti, saj obstoječe prakse še ni.

Prejšnji razmislek nas pripelje do primerjave med 2D podprtim načrtovanjem in grajenjem ter modelno zasnovano gradnjo. Ugotavljamo, da je koncept modelno zasnovane gradnje v raziskovalnem okolju, vsaj na področju gradbene informatike, princip, ki je že sedaj samo po sebi umeven in dokazano tudi mnogo učinkovitejši od ustaljene prakse. Tudi v gradbeni industriji in praksi se pojavlja želja po reševanju obstoječih problemov gradbeništva z uvajanjem modelno zasnovane gradnje. Hkrati nam analiza 2D načrtovanja, ki smo jo predstavili v tem delu, jasno kaže na globoko zasidranost slednjega. Če upoštevamo togo vpetost 2D načrtovanja v grabeno prakso, lahko rečemo, da vsaj zaenkrat ni smiselno modelno zasnovano gradnjo postavljati nasproti ustaljenim 2D praksam na konkurenčnih temeljih. Modelno zasnovana gradnja mora po našem mnenju dopolnjevati ustaljeno prakso in sicer najprej in še posebej na področjih, ki jih z obstoječimi metodami dela ne moremo zadovoljivo in učinkovito pokrivati.

Analize projektov kažejo, da je uporaba sodobnih IKT in programske opreme nujna za uspešno transformacijo gradbene industrije v predlagani smeri. Zagotoviti je namreč potrebno zadostno zaupanje v modele, zasebnost določenih podatkov, izmenjavo podmodelov, delo z zelo kompleksnimi modeli in podobno.

Za industrijske partnerje je zagotavljanje varnosti zasebnih podatkov (know-how) neprecenljivo zaradi vzdrževanja konkurenčnosti. Predlagane strežniške rešitve morajo zato nujno omogočiti izmenjavo in zlivanje samo tistih podatkov, ki so potrebni v procesih sodelovanja in ustrezne varnostne mehanizme glede dostopa do informacij. Na simbolni ravni namreč strežniške platforme pomenijo predajo lastnih informacij v varnostno nedefinirano okolje, ki predstavlja veliko tveganje. Zagotovila o varnosti in dostopnosti do podatkov le pooblaščenim uporabnikom običajno v teh primerih ne zadostujejo.

Zmožnost preverjanja pravilnosti modelov je ključna z vidika zaupanja v pridobljene podatke ter rezultate posamezne faze projekta. Vizualno preverjanje pri uporabi modelov namreč ni več mogoče, tako kot je mogoče pri uporabi 2D načrtov. Modeli so kompleksni po svoji vsebini in tudi strukturi zapisa, saj standardi za zapis in izmenjavo, kot je IFC, vsebujejo zelo veliko število razredov in možnih načinov njihove uporabe. Preskok miselnosti posameznikov v smeri zaupanja v model in sprejemanja modela, kot smoumevnega orodja za izmenjavo informacij o objektu brez ustreznih računalniško podprtih postopkov preverjanja modela, kot je npr. uporaba Solibri Model Checker-ja ter preprostih orodij za vizualizacijo, tako zelo verjetno ni mogoča.

Iz obravnavanih projektov zasledimo potrebo po močnejšem vključevanju naročnika v oblikovanje zahtev in načrtovanje ter spremljanje izvedbe projekta. Težnja izhaja iz naravnosti na trajnostni razvoj in celostni vidik razvoja gradbenega objekta. V povezavi z ugotovljenimi potrebami po spremembi organizacijskega pristopa k izvedbi gradbenega projekta in tudi redefinicijo obstoječih in uvajanje novih vlog v proces se pojavi pomembno vprašanje o motivaciji oz. mehanizmih, ki vodijo naročnika v njegovih aktivnostih. Zelo verjetno namreč je, da odmik od koncepta izbire po najnižji ceni ni mogoč, če se ta sprememba ne prične že pri naročniku projekta.

Zgoraj omenjena spoznanja smo v nadaljevanju uporabili pri oblikovanju usmeritev, analizi ključnih procesov in preoblikovanju informacijskih tokov na praktičnem primeru izvedbe projekta uvajanja modelno zasnovane gradnje v uveljavljenem gradbenem podjetju, ki vsebinsko rešuje problem povezovanja »klasičnih« gradbenih procesov, kot sta načrtovanje in spremljanje gradnje ter čisto industrijskih procesov, ki se v gradbeništvu pojavijo v fazi predfabrikacije.

5 Integracija modelno zasnovane gradnje in predfabriciranja

5.1 Oblikovanje strategije in izbira problema

V poglavju predstavljamo rešitev, ki izhaja iz prej navedenih izhodišč in značilnosti 2D načrtovanja ter zahtev procesov uvajanja informacijskega modeliranja in omogočajo uspešen prehod v modelno zasnovano gradnjo.

Že pri izbiri problema, ki ga v predstavljenem primeru obravnavmo, smo upoštevali, da priložnosti za oblikovanje novih oblik delovanja obstajajo tam, kjer se posamezna področja stikajo ali deloma prekrivajo. Tako smo upoštevali predvsem dejstvo, da *v procesih obstajajo še ne povezani, oz. slabo povezani udeleženci*. Modelno zasnovana gradnja tako ne bo konkurirala obstoječim principom in metodam dela saj z rešitvami posegamo na področja kjer obstoječe prakse še ni.

Osredotočili smo se na izboljšave pri sodelovanju znotraj dobavne verige, saj je spremljanje in upravljanje materialnega toka eden izmed bistvenih virov neučinkovitosti gradbene proizvodnje [Owen2009]. Na osnovi rezultatov analize smo upoštevali, da je temelj vsake institucionalizacije ponavljajoči problem, ki se tudi na splošno pojavlja v obravnavanem ciljnem okolju in je zato širše zanimiv. Izbrali smo v gradbeništvu *ponavljajoči problem prehajanja iz faze načrtovanja, ki temelji na geometriji objekta, v fazo predfabrikacije, oz. priprave materiala in sestavnih delov*. Slednja bazira na principih serijske proizvodnje. V obravnavo smo vključili še prehod iz serijske proizvodnje v fazo gradnje in montaže, katere osnova je ponovno geometrija objekta. Serijska proizvodnja delov se tako podatkovno povezuje in prepleta s projektno orientirano proizvodnjo v gradbeništvu.

Pri obravnavi izbranega problema je potrebno upoštevati, da organizacije delujejo v multi projektnem okolju. Netransparentnost materialnih tokov v takšnem okolju še posebej vpliva na učinkovitost izvedbe projektov, saj je lahko sočasno in zaradi istega problema v proizvodnem procesu prizadetih več projektov. Iz predhodno predstavljene analize je razvidno, da ekonomski učinki predstavljajo osnovni mehanizem, ki vodi procese odločanja v gradbeništvu. Zato je *osredotočanje na učinkovitost izvedbe projektov in stremenje k večji produktivnosti* bilo tudi naše vodilo tako pri izbiri problema, kot pri samem iskanju ustreznih tehnoloških rešitev.

Zaradi zagotavljanja hitrih ekonomskih učinkov modelno zasnovano gradnjo uvajamo postopoma. Najprej na relativno ozkem področju delovanja, vendar z vizijo širjenja tudi na druga področja. Na tej

osnovi želimo zagotoviti hitre povratne učinke, ki bodo odločevalce prepričale o smotrnosti uvajanja izbrane tehnologije.

Da bi še podkrepili potrebo po uvedbi modelno zasnovanih principov gradnje, smo izbrali problem, ki ga s tradicionalnim pristopom in ob podpori 2D načrtov ni mogoče učinkovito rešiti saj *informacije o zgradbi v obliki 2D načrtov ne zadostujejo* za učinkovito planiranje in upravljanje skozi oba sedaj združena vidika projekta. Zato je za reševanje izbranega problema nujno uporabiti nove tehnološke pristope, kar v našem primeru vodi v uporabo BIM tehnologij.

Nenazadnje je za uvajanje modelno zasnovane gradnje pomembno tudi dejstvo, da je v ciljnem okolju vsaj delno že prišlo do *odmika od tradicionalne izvedbe gradbenih projektov* s strogo hierarhično delitvijo del med podizvajalce in da podjetje celovito prevzema izvedbo in organizacijo projektov vključno z nadzorom podpogodbениkov. Pri oblikovanju zasnove informacijskega sistema in konkretnih programskih rešitev smo poskušali takšno delovanje podjetja še vzpodbujati.

5.2 Opis problema

Pred leti se je kot pomemben trend v gradbeništvu pričelo uvajanje industrijskega načina proizvodnje [Koskela1992], s katerim želi industrija doseči izboljšave na različnih področjih, kot na primer povečati produktivnost ali povečati kakovost gradbenih izdelkov. Poročila in študije primerov iz različnih delov sveta kažejo, da predfabrikacija sestavnih delov in sestavljanje zgradbe na gradbišču postaja splošna praksa [Johnsson2007, Tam2007]. Z industrializacijo proizvodnih procesov se poskuša preseči problem nizkih profitnih stopenj v primerjavi z ostalimi industrijskimi panogami ter problem pomanjkanja dovolj usposobljene delovne sile [Paevere2006, McGuinness2005]. Predfabrikacija komponent zgradbe v oddaljenem proizvodnem obratu omogoča prihranke prostora na gradbišču, zagotavlja boljšo kontrolo kakovosti posameznih delov in procesov, zmanjša količino odpada in omogoča prenovo in vzpostavitev bolj učinkovitega upravljanja dobavne verige.

Pri tem se moramo zavedati, da industrializacija gradbenih procesov zahteva visoko stopnjo avtomatizacije in v tej točki se gradbena industrija sooča s številnimi problemi. Še posebej so težave povezane z vzpostavitvijo in upravljanjem ustreznih informacijskih tokov in s tem povezanih informacijskih sistemov. Kot je ugotavljal že Johnsson [Johnsson2007], informacijske tehnologije namenjene gradbeništvu ne podpirajo, oziroma niso načrtovane za podporo masovne avtomatizirane proizvodnje in vključevanje v klasične industrijske poslovne procese. Po drugi strani pa orodja, ki so

namenjena spremljanju in podpori poslovnim procesom ne vsebujejo funkcionalnosti za podrobno inženirsko načrtovanje ter detajliranje. V našem delu smo se osredotočili na premostitev prepada med nepovezanimi podatkovnimi strukturami in modeli v tako heterogenem okolju.

Delo bazira na rezultatih raziskav močno povezanih z gradbeno industrijo in rezultatih njihove meta analize, ki smo jo opravili v predhodnih poglavjih. Iniciativa za raziskavo prihaja iz velikega gradbenega podjetja, ki posluje po modelu “design-build” in se ukvarja tako z načrtovanjem, predfabrikacijo, kot tudi z gradnjo in s tem povezanimi deli na gradbišču. Prej omenjeni problem izhaja iz vsakodnevnega dogajanja na gradbiščih ter tovarni sestavnih delov v multi projektnem okolju. Pri tem smo s podjetjem kot osnovni cilj zastavili izboljšanje procesov spremljanja projektov ter izboljšanje upravljanja materialnih virov potrebnih za gradnjo. Pri svojem delu smo se osredotočili na analizo obstoječih procesov, sintezo informacijskih potreb procesov načrtovanja, predfabrikacije in gradnje ter razvoj potrebnih podatkovnih transformacij, ki omogočajo preseči vrzeli v podatkovnem toku.

5.3 Analiza delovnih procesov

Osnova analize delovnih procesov je model gradbenega projekta, ki temelji na paradigmi “design-build”. To pomeni, da se proces načrtovanja in gradnje vrši pod okriljem istega glavnega izvajalca in navadno vključuje še postopek predfabrikacije gradbenih elementov. Glede na časovni potek projekta se aktivnosti umeščajo v čas podrobnega načrtovanja in izvedbe gradbenih del do predaje objekta v uporabo.

Iz analize smo izvzeli zgodnjo fazo načrtovanja ter priprave projekta. Prav tako se nismo ukvarjali s proizvodnimi postopki, ki se odvijajo v tovarniškem okolju in katerih cilj je izdelava predfabriciranih komponent. Oba procesa smo obravnavali kot črno škatlo z definiranimi vmesniki. Faza zgodnjega načrtovanja namreč še ne posega v serijski proizvodni proces in tako ni potrebe po transformaciji med načrtovalskim in proizvodnim vidikom projekta. Po drugi strani pa je sama proizvodnja komponent zaključena celota, ki je z vidika procesa dobro podprta z IT.

Da bi lahko opazovali bistvene transformacije podatkovnih tokov med fazo načrtovanja, proizvodnje in gradnje, smo se vsebinsko omejili na preučevanje izdelave relativno enostavnih objektov kot so proizvodne hale in skladišča. V zasnovi takšnih objektov prevladuje centralni prostor, ki zadovoljuje prevladujočo funkcijo objekta. Pri takšnih objektih je postopek načrtovanja enostavnejši. Le-ta ne

vključuje koordinacije velikega števila uporabniških zahtev in vidikov uporabe, s tem pa se zmanjša tudi kompleksnost kolaborativnih procesov v fazi načrtovanja.

S tehnološkega vidika smo se osredotočili na gradnjo montažnih objektov. Nosilna konstrukcija objektov je navadno jeklena, včasih tudi betonska. Zunanje stene, fasada in streha so izdelane iz montažnih kovinskih panelov.

Z vidika projekta lahko delovne procese razdelimo v tri glavne skupine: (1) podrobno načrtovanje, (2) predfabrikacija in (3) aktivnosti na gradbišču. Vhod v **podrobno načrtovanje** predstavljajo upobniške zahteve in arhitekturni načrt. Izhodi aktivnosti so podrobni gradbeni načrti namenjeni gradbišču ter dokumentacija namenjena proizvodnim procesom v tovarni. Delovni procesi so zadovoljivo podprti z orodji CAD tako v procesu načrtovanja nosilne konstrukcije, kakor tudi fasadnih in strešnih panelov. **Predfabrikacija** je proces masovne proizvodnje in je visoko avtomatizirana. Industrializirana proizvodnja gradbenih komponent je integrirana s klasičnimi poslovnimi procesi kot so nabava, logistika in prodaja preko poslovnega informacijskega sistema (ERP). **Aktivnosti na gradbišču** so projektno usmerjene in vključujejo organizacijo gradbišča, gradbena dela, nadzor in spremljanje projekta ter sledenje in upravljanje materialnih virov na gradbišče ter znotraj posameznih gradbišč. Analiza obstoječega stanja je pokazala, da te aktivnosti niso zadovoljivo podprte z ustreznimi IT orodji. Podrobno planiranje ter zbiranje podatkov v zvezi z izvedenimi gradbenimi deli se izvaja nekonsistentno s pomočjo različnih programskih orodij večinoma glede na osebne preference projektnih vodij.

Procesi predfabrikacije in gradnje potekajo vzporedno, zaradi česa je potrebno zagotoviti tesno koordinacijo obeh sklopov aktivnosti. V primerih, ko komponente niso pravočasno dostavljene na gradbišče namreč prihaja do dragih zastojev pri gradnji. Po drugi strani pa prehitra izdelava in dobava elementov gradnje, ko še le-ti niso potrebni, povečuje stroške skladiščenja ter organizacije gradbišča. Otežana je manipulacija z elementi na gradbišču. Hkrati lahko proizvodnja za eno gradbišče pomembno vpliva na zasedenost proizvodnih kapacitet in s tem na pravočasnost dobav ostalim projektom v multiprojektne okolju.

V procesu analize smo identificirali dve področji izboljšav, ki lahko pomembno vplivata na celotno učinkovitost projektov. Prva se nanaša na integracijo procesa načrtovanja z industrijsko proizvodnjo. Potrebno je zagotoviti neposredno uporabo aktualnih podatkov načrtovanja s ciljem sprotnega računanja potreb po materialnih virih in izdelave kalkulacij in te informacije sledljivo povezati s

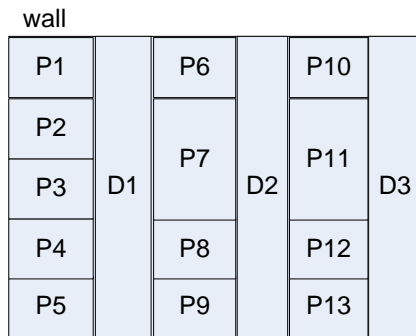
procesom industrijske proizvodnje. Na ta način lahko bistveno izboljšamo planiranje in organizacijo procesov predfabriciranja. Po drugi strani je potrebno povezati gradbiščno dokumentacijo in postopke upravljanja projekta na gradbišču z aktivnostmi proizvodnje predfabriciranih elementov. Ta povezava lahko bistveno vpliva na učinkovitost logističnih procesov, upravljanje materiala na gradbiščih in na celoten pregled nad napredovanjem projektov. V tem smislu smo zastavili dva specifična cilja: (1) z novim sistemom želimo izboljšati preglednost napredovanja projekta ter (2) spremljanje statusa predfabriciranih gradbenih elementov mora biti vzpostavljeno tako v procesu proizvodnje, kot na gradbišču in mora biti transparentno skozi celotno proizvodno-gradbeno verigo.

5.4 Interoperabilnost med CAD in celovitimi poslovnimi rešitvami (ERP)

Skozi analizo procesov sledenja gradbenih elementov in procesov spremljanja projekta, ki smo jih izvedli v tej raziskavi ugotavljamo, da v smislu zagotavljanja interoperabilnosti med sistemi CAD ter sistemi celovitih poslovnih rešitev (Enterprise Resource Planning – ERP) posebno pozornost zahteva prenos identitete gradbenih elementov med procesi načrtovanja, predfabriciranja ter gradbenih del. Bistvo problema leži v sami naravi del, ki se izvajajo na gradbišču. Zagotavljanje sledljivosti gradbenih elementov na nivoju posameznega elementa namreč zahteva izjemne organizacijske in logistične probleme, saj so mnogi elementi med seboj zamenljivi. Slika 11 prikazuje razlike v pogledih na gradbene elemente v posameznih fazah procesa.

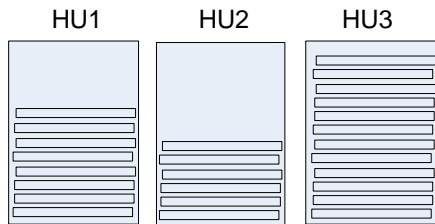
V fazi načrtovanja gradbene elemente oblikujemo kot unikatne objekte in jih opišemo z množico lastnosti med katere spada geometrija, postavitve elementa v prostoru, material in podobno. V fazi predfabrikacije se pogled na gradbene elemente bistveno spremeni. Elementi s skupnimi karakteristikami se grupirajo za potrebe proizvodnje in se nato za potrebe logističnih procesov razporejajo v tako imenovane manipulacijske enote (handling unit - HU). Proizvodnjo gradbenih elementov planiramo, organiziramo ter spremljamo z vidika manipulacijskih enot ali še bolj grobih delitev. Končno pa se postopki na gradbišču planirajo in spremljajo na osnovi modela zgradbe povezanega s terminskim planom (4D model). Vsak gradbeni element v modelu objekta povežemo z ustrežno aktivnostjo v terminskem planu, kar nam definira zaporedje montaže. Zahteve po materialu se za posamezno aktivnost izračunajo iz modela objekta. Status gradbenih elementov je mogoče spremljati in primerjati s planom montaže.

Design view



P1(placement, dimensions, material, ...)
 P2(placement, dimensions, material, ...)
 ...
 D1(placement, dimensions, material, ...)
 ...
 P7(placement, dimensions, material, ...)
 ...
 P13(placement, dimensions, material, ...)

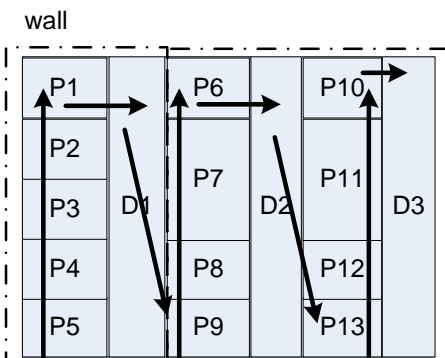
Prefabrication view



HU1 = {6x: x ∈ A} U {2y: y ∈ B}
 HU2 = {4x: x ∈ A}
 HU3 = {x: x ∈ B} U {2z: z ∈ C}

 A = {P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P9, P10, P13}
 B = {D1, D2, D3}
 C = {P7, P11}

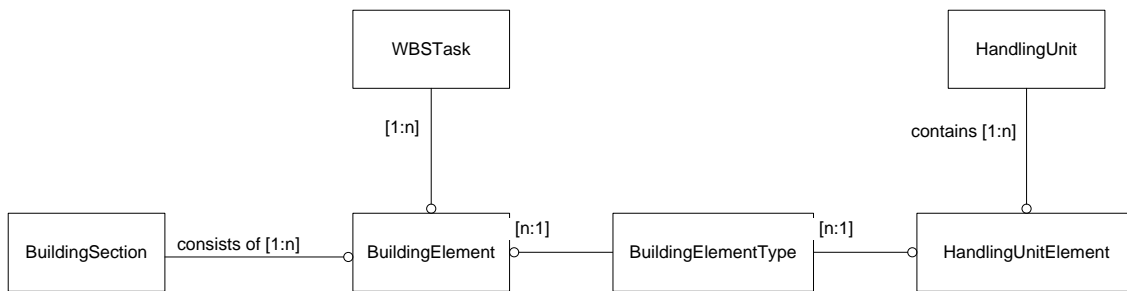
Construction view



P1 ∈ A
 ...
 D1 ∈ B
 ...
 P12 ∈ C
 P16 ∈ C

Slika 11: Upravljanje z gradbenimi elementi v načrtovanju-predfabrikaciji-gradnji

Da bi zagotovili sledljivost gradbenih elementov skozi dobavno verigo z uporabo informacijskega modela objekta, mora model zagotavljati vse tri prej opisane vidike. Posledično torej ni dovolj v informacijskem modelu hraniti informacij o načrtovanih gradbenih elementih, brez da upoštevamo tudi preslikavo v proizvodni podatkovni model, ki se uporablja v predfabriciranju in nazaj. Slika 12 prikazuje skupni podatkovni model, ki zagotavlja zlivanje vseh treh omenjenih vidikov ter omogoča povezavo med sistemi CAD in sistemi ERP. Seveda je predstavljeni podatkovni model poenostavljen in nepopoln in zadeva le vprašanja interoperabilnosti med CAD-ERP.

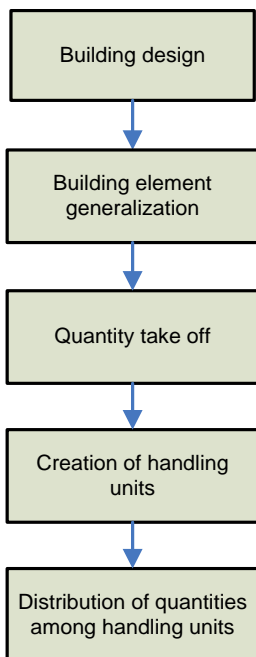


Slika 12: Podatkovni model za integracijo CAD & ERP

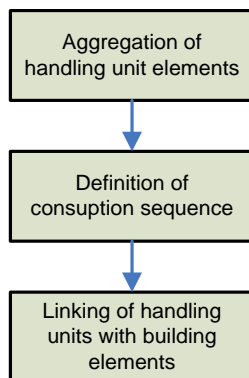
V modelu na sliki Slika 12 informacije, predstavljene z entitetami BuildingSection (npr. zid, streha) in BuildingElement (npr. konkretni fasadni panel, steber, strešni panel) izvirajo iz sistema CAD. Po drugi strani pa so informacije uporabljene v sistemu ERP predstavljene z entitetami HandlingUnit in HandlingUnitElement. Seveda je integracija obeh sistemov preprosto izvedljiva z neposredno povezavo 1:1 med entitetama BuildingElement ter HandlingUnitElement. Vendar pa takšna rešitev ni izvedljiva predvsem iz razlogov, ki niso tehnološko pogojeni. Za potrebe upravljanja podatkov v procesih podprtih s sistemi ERP napreč nivo podrobnosti, ki ga zagotavljajo CAD orodja ni potreben in je tudi nesprejemljiv z vidika delovnih procesov. Stroga povezava med gradbenimi elementi ter manipulacijskimi enotami tudi močno vpliva na organizacijo logistike proizvedenih gradbenih elementov, saj povsem odpravi fleksibilnost pri pripravi manipulacijskih enot v fizičnem (ne v podatkovnem) smislu. Zato je nujno vzpostaviti posplošitev v smislu vpeljave entitete BuildingElementType, ki opisuje splošne lastnosti med seboj zamenljivih gradbenih elementov. V tem smislu identiteta načrtovanih gradbenih elementov ni povezana z nobenim proizvedenim fizičnim elementom. Hkrati pa je mogoče povezati CAD podatke s potrebnimi informacijami iz ERP ter povpraševati in prenašati informacije med sistemi. Preslikavo med podatki CAD in ERP lahko definiramo z modelom preslikave (Slika 13).

Ko se zaključi proces načrtovanja gradbenih elementov, podatkovni tok prehaja iz procesa načrtovanja v process izdelave elementov. Najmanj v tej točki je potrebno zagotoviti posplošitev na nivoju izmenljivih elementov in le-te med seboj povezati z objektom tipa BuildingElementType. Ta korak je potrebno izvesti že v okolju CAD. Na primer, projektant v fazi načrtovanja identificira skupine elementov istega tipa. Izračunajo se količine posameznih entitetnih tipov. Na strani predfabriciranja se na osnovi predvidenih količin in terminskega plana gradnje izvede planiranje proizvodnje in dobav, tako da se zagotovi zadovoljevanje potreb gradbišča.

From CAD to ERP



From ERP to CAD



Slika 13: Preslikava iz CAD v ERP in iz ERP v CAD

Potrebe namreč narekujejo oblikovanje manipulativnih enot, ki so osnova za organizacijo logističnih procesov. Skupne količine gradbenih elementov se razporedijo v manipulativne enote. Posredni rezultat opisanega procesa je tudi ohranjanje povratne povezave do splošnih lastnosti posameznih produkcijskih elementov (kot npr. dimenzije, material,...), ki so tako na voljo v postopku predfabricirane izdelave neposredno iz modela objekta.

Obratno se preslikava informacij med ERP in CAD sistemi prične z združevanjem in kumuliranjem elementov manipulacijskih enot. Agregacija je odvisna od namena mapiranja. Npr. če potrebujemo informacije o statusu elementov glede na fazo produkcije, bomo elemente kumulirali glede na status manipulacijske enote. Da bi lahko upoštevali časovne omejitve gradbenega procesa je potrebno definirati zaporedje porabe posameznih gradbenih elementov. Končno lahko gradbene elemente povežemo nazaj na sistem ERP na osnovi agregiranih količin iz prvega koraka ter definiranega zaporedja uporabe elementov določenega v drugem koraku. Tudi za to preslikavo je potrebno uporabiti informacijo o tipu gradbenega elementa, kot je definirano zgoraj. Glede na to, da je preslikava med obema informacijskima sistemoma dobro definirana, je nato možno v procesih na gradbišču sproti uporabljati informacije o poteku predfabriciranja za potrebe planiranja gradbenih del in ostalih aktivnosti na gradbišču. Status gradbenih elementov postane transparenten skozi celotno

dobavno verigo in ga je možno v katerikoli fazi vizualizirati na 3D modelu objekta. Prav tako se poročila o aktivnostih izvedenih na gradbišču povezujejo s finančnimi informacijami iz ERP in jih je zato učinkovito mogoče uporabljati za potrebe upravljanja projekta.

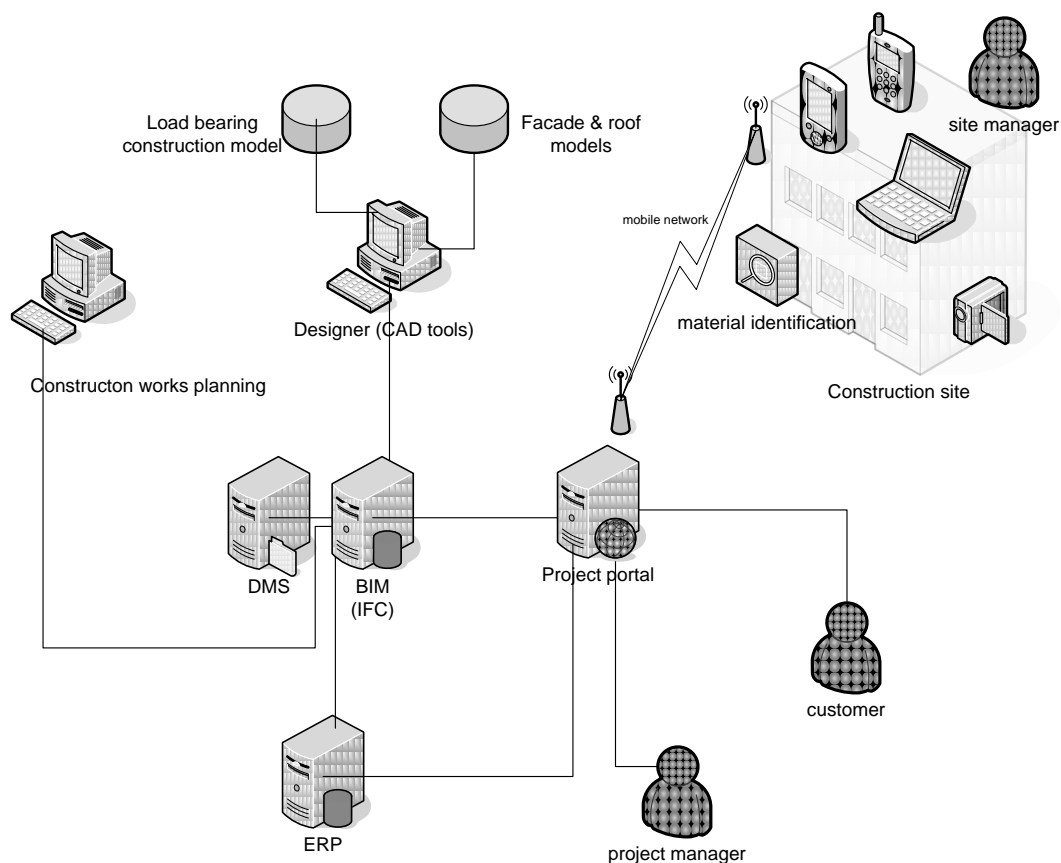
Z uporabo opisanih principov smo razvili pilotni sistem, ki je bil uporabljen v študiji, ki smo jo izvajali v gradbenem podjetju. Namen študije je bila potrditev učinkovitosti koncepta predlagane preslikave med CAD in ERP in s tem uvedba BIM kot metodologije prenosa podatkov o zgradbi iz faze načrtovanja skozi predfabrikacijo do gradbišča.

V tehničnem smislu smo informacijski model zgradbe postavili v središče sistema. Model služi kot platforma za integracijo do sedaj nepovezanih vidikov proizvodnje in delov informacijskega sistema. Model postane skupni imenovalac, ki naredi gradbeni proces bolj transparenten. Aktivnosti načrtovanja in gradnje se povezujejo s podatki zbranimi v sistemu ERP. Transparentnost doprinese k boljšemu razumevanju mej in obveznosti projekta in s tem tudi na neposredno razumevanje finančnih posledic med projektom sprejetih odločitev. Transparentnost med gradbenimi deli ter proizvodnim procesom doprinese k bolj natančnemu kratkotročnemu planiranju, ki vodi h krajšemu celotnemu procesu izvedbe projekta z manj zamudami in potrebo po nižjih zalogah materiala na gradbišču. Podobno ugotavljajo tudi drugi avtorji [Ballard2000]. Prav tako je planiranje proizvodnje v multi projektne okolju lažje in bolj ustrezno.

5.5 Sistemska arhitektura

Predhodne izkušnje z vpeljavo BIM rešitev o katerih poročajo tudi drugi avtorji [Robinson2007] jasno nakazujejo, da je za prehod v modelno gradnjo bolj učinkovit pragmatičen in postopen prehod. Zato smo se odločili najprej uporabiti precej enostaven model objekta s katerim smo povezali podsisteme v podjetju. Tako na tej stopnji model še ne predstavlja osnovnega repozitorija podatkov o zgradbi, ki bi vsem vključenim procesom v življenjskem ciklu zagotavljal ustrezne podatke. Vendar pa odprta arhitektura in uporaba odprtih standardov, v našem primeru standard IFC, zagotavlja osnovo za kasnejši razvoj in posplošitve. Arhitekturo celotnega sistema prikazuje Slika 14.

Slika 14 prikazuje povezave, ki smo jih med obstoječim sistemom ERP, orodji CAD in programsko opremo gradbišča izvedli z uporabo informacijskega modela zgradbe. K omenjenim trem osnovnim komponentam informacijskega sistema smo dodali še sistem za upravljanje z dokumenti (DMS), ki smo ga uvedli za upravljanje z nestrukturiranimi projektnimi informacijami.



Slika 14: Sistemska arhitektura

Potrebno se je namreč zavedati, da določenih informacij ni mogoče neposredno hraniti v informacijskem modelu objekta. Vključili smo še projektni portal, ki predstavlja komunikacijsko infrastrukturo udeležencev projekta, hkrati pa je namenjen tudi komunikaciji z zunanjimi udeleženci (podizvajalci, naročniki).

Postopki projektnega planiranja, aktivnosti v fazi priprave ponudbe, nabavni procesi, proizvodnja gradbenih elementov in logistika so informacijsko pokriti s sistemom ERP.

Sledenje gradbenih elementov, ki jih podjetje nabavlja od drugih dobaviteljev ali proizvaja v svojih kapacitetah se spremljajo v sistemu ERP vse dokler niso dobavljeni na gradbišče. Da bi zagotovili celovito spremljanje gradnje je potrebno spremljanje materialnih tokov razširiti tudi na gradbišče in ga povezati s predhodnimi fazami. Vendar se hitro pojavi problem podrobnosti sledenja. Navadno je v času predfabrikacije dovolj podrobno slediti materialom na nivoju manipulacijskih enot. Vendar pa takšno spremljanje gradbenih elementov za potrebe gradbišča navadno ni več dovolj podrobno, saj nas zanima kaj je dejansko bilo vgrajeno, oziroma kateri elementi so že prispeli na gradbišče in jih

torej lahko uporabimo. S preslikavami, ki smo jih definirali, lahko po potrebi spreminjamo nivo podrobnosti pogleda na gradbene elemente in objekt. Integracija sledenja in transparentnost materialnih tokov nam omogoča vpeljavo tehnologij kot je RFID, ki nam nato omogoča hiter vpogled v stanje dobavne verige in razpoložljivost materialov na gradbišču in nadaljnjo avtomatizacijo upravljanja materialnega toka.

Pri analizi konkretnih primerov obstoječe prakse smo ugotovili, da se za modeliranje zgradbe uporablja več modelirnikov, ki so specializirani za posamezno področje (kovinske konstrukcije, fasade, ...). Na osnovi posameznih podmodelov se nato izdelajo skupni načrti ter pripravijo kalkulacije potrebnega materiala, ki se delno elektronsko in delno ročno prenaša v sistem ERP. Z uporabo BIM tehnologij smo uspeli domensko specifične modele in poglede združiti v celovit model. Iz celovitega modela nato potrebe po gradbenih elementih prenesemo v sistem ERP za potrebe planiranja proizvodnih procesov. Tudi pri prenosu iz CAD modelirnikov v ERP sistem pride do prej omenjenih razhajanj pri potrebni stopnji podrobnosti pri spremljanju podatkov, saj za proizvodni proces identiteta posameznih gradbenih elementov ni pomembna. V naslednjem podpoglavju se bomo bolj podrobno osredotočili na problem podrobnosti spremljanja materialnega toka.

Za implementacijo modela smo uporabili standard IFC. V primerih kjer modelirniki niso podpirali IFC standarda smo sami izdelali ustrezne vmesnike, saj na osnovi sedanjih trendov predvidevamo, da se bo v bodoče podpora IFC kot prevladujočega standarda na področju gradbeništva širila. Že v času nastanka tega dela so bile na voljo različne programske knjižnice za delo z IFC modeli in podatkovnimi strukturami, kar v veliki meri skrajša čas potreben za razvoj lastnih vmesnikov. V projektu smo uporabili programski vmesnik TNO IFC Engine [TNO2008] ter IFC knjižnico, ki so jo izdelali v Secom IS Laboratory [SECOM2007].

V prvi implementaciji integriranega modela smo v modelu zajeli podatke o geometriji, ki smo jim dodali informacije o stanju posameznih elementov, količinah in materialih. Tako lahko skozi model spremljamo nastajanje in porabo elementov, prav tako pa model omogoča kalkulacije potrebnih materialov ter pripravo dnevnih poročil za potrebe gradbišča. V prvi fazi tudi nismo zajeli vseh podrobnosti zgradbe temveč smo se osredotočili na najpomembnejše gradbene elemente, kot so stebri, nosilci, fasadni paneli, okna in podobno. Detajle smo modelirali v posplošeni obliki, zajeta je npr. samo zunanja geometrija glavnega elementa detajla. Posplošeni geometriji je nato pridružen seznam potrebnih detajlnih elementov v obliki zapisov v podatkovni bazi.

Vse glavne gradbene elemente smo povezali z aktivnostmi v projektnem planu. Glede na določene omejitve standarda IFC glede zapisa podatkov o aktivnostih, za zapis projektnega plana nismo uporabili IFC objektov temveč smo zaenkrat poskrbeli za povezavo BIM s podatki, ki so shranjeni v XML formatu, kot ga pozna MS Project. Po našem vedenju se v prihajajoči verziji IFC 2.4 na tem področju obeta kar nekaj sprememb, tako da se s trenutnimi omejitvami nismo ukvarjali. Povezavo med WBS elementi ter gradbenimi elementi smo zato rešili z uporabo IFC konstrukta *property sets*. Tako zapisan 4D model je lahko zelo podroben, vendar moramo na tem mestu poudariti, da dokler ne obstaja avtomatiziran mehanizem za gradnjo 4D modela in povezovanje elementov in aktivnosti, je po našem mnenju zadovoljivo, da uporabimo bolj grobo delitev. Podrobno 4D modeliranje s pristopi, ki se uporabljajo danes, bi na področju podrobnega terminskega planiranja namreč prineslo preveč dela za projektno vodjo in vodjo gradbišča glede na pridobitve.

Ob vseh strukturiranih informacijah o gradbenem objektu, se v projektih uporablja veliko število nestrukturiranih dokumentov in informacij. Z upravljanjem nestrukturiranih informacij se nismo posebej ukvarjali, saj v te namene obstaja veliko komercialnih rešitev, kot npr. uporaba projektnega portala, ki zadovolji potrebe po komunikaciji, kakor tudi potrebe po skupnem repozitoriju projektnih dokumentov.

Predstavljena arhitektura in informacijski tokovi omogočajo implementacijo funkcionalnosti planiranja in nadzora nad deli na gradbišču. Vse aktivnosti na gradbišču in izvedena dela se beležijo v gradbeni dnevnik. Preden smo v testnem okolju vpeljali nov sistem, je poročanje in izdelava gradbenega dnevnika potekala ročno. Vodja gradbišča je ročno izpolnjeval obrazce (papirne ali elektronske), izdeloval potrebne skice ter računal količine. Nova arhitektura omogoča avtomatizacijo omenjenih aktivnosti in izdelavo orodij s katerimi lahko podrobno beležimo napredek in nato avtomatizirano generiramo skice in poročila na osnovi modela. V praktičnih primerih se je izkazalo, da se večji del rutinskih izračunov lahko avtomatizira. Je pa potrebno v orodjih omogočiti vodji gradbišča, da po potrebi posamezne detajle tudi dopolni oz. uskladi z dejanskim stanjem.

Povezani informacijski tok zagotavlja sledljivost nazaj k zahtevam in preko informacij iz ERP daje vpogled v finančne posledice trenutnega stanja projekta. Prav tako povezava na projektni plan zagotavlja avtomatizirano odkrivanje razlik med planiranimi in dejansko izvedenimi deli. Na gradbišču imamo neposreden vpogled v razpoložljivost materialov, platforma pa omogoča tudi avtomatizacijo zajemanja podatkov o statusu gradbenih aktivnosti in njihov prikaz na 3D modelu.

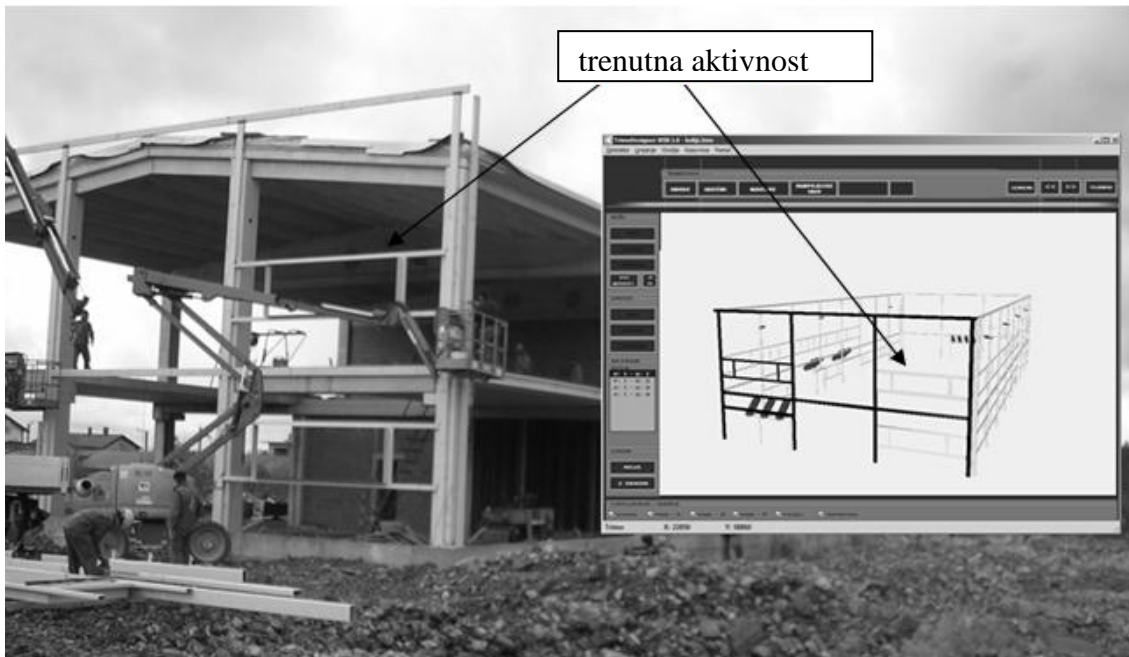
5.6 Prototipna izvedba koncepta

V prvi fazi testne implementacije predlaganega sistema smo se osredotočili na probleme spremljanja napredovanja projekta iz vidika del na gradbišču. V tem smislu smo zajeli spremljanje izvedenih del ter spremljanje izgotovljenosti predfabriciranih gradbenih elementov in njihovo razpoložljivost na gradbišču, vključno z organizacijo logistike. V predhodnih poglavjih smo opisali vlogo informacijskega modela v navedenem kontekstu, tukaj pa opisujemo testna primera skozi katera smo preizkusili delovanje koncepta in pridobitve, ki izhajajo iz transformacije informacijskih tokov in podatkovne integracije CAD in ERP.

V procesu spremljanja aktivnosti predfabrikacije in materialnih tokov na gradbišču sta aktivni obe strani dobavne verige. Proizvodnja spremlja in ažurira statuse gradbenih elementov v fazi izdelave. Informacije se preko ERP pretakajo v skupni model BIM in so tako na voljo vodji gradbišča, ki jih uporabi za detaljno planiranje projekta. Le-ta ima možnost izvajati planiranje z uporabo 3D modela zgradbe, na katerem so razvidni statusi posameznih elementov. Vizualno je mogoče v trenutku preveriti kateri elementi niso na voljo za predvideno izvedbo aktivnosti. Po drugi strani pa planirano stanje izgotovljenosti zgradbe v določenem trenutku predstavlja vir informacij proizvodnim enotam o dinamiki gradbenih del in omogoča boljšo organizacijo proizvodnje in proaktivno dobavo materiala na gradbišče. Še posebej je to pomembno v multi-projektne okolju.

Tudi na področju spremljanja del na gradbišču in preglednost napredovanja gradbenih del ugotavljamo pridobitve. Vodja gradbišča redno poroča o izvedenih delih na gradbišču. V modelno zasnovani gradnji vodja gradbišča izbira izvedene dele objekta na modelu ter jim določa ustrezne statuse izgotovljenosti. Selekcijo je možno opraviti tako vizualno na samem modelu v 2D ali 3D pogledu (Slika 15), kakor tudi preko seznamov in z uporabo različnih filtrov in grupiranjem podatkov (npr. izberemo severno fasado, izberemo določeno nadstropje...). Status napredovanja se določi na nivoju posameznega gradbenega elementa, ki je bil določen že v času načrtovanja zgradbe. Takšen nivo podrobnosti ima globlji pomen tudi pri kasnejšem poročanju o napredku projekta.

Iz registriranega statusa posameznih entitet v modelu lahko z aplikacijo za spremljanje gradnje izračunamo potrošene količine materiala ter generiramo 2D projekcije zgrajenih delov stavbe za potrebe gradbene knjige. Vodja projektov, ki je navadno odgovoren za več projektov, ki se izvajajo sočasno, dobi takojšnjo informacijo o delih na različnih gradbiščih.



Slika 15: Poročanje o izvedenih aktivnostih na modelu v 3D pogledu

V prototipnem sistemu je vodja gradbišča lahko samostojno vpogledal v stanje posameznih gradbišč tako, da je preko spletne aplikacije imel vpogled v 3D model, na katerem je stanje prikazano z različnimi barvami.

Po drugi strani pa je dobival tudi tabelarična poročila s skicami v elektronski obliki. S primerjavo planiranega in izgotovljenega stanja dobi vodja projekta takojšen vpogled v situacijo in identificira morebitne obstoječe probleme. Prav tako lahko simulira planirano dogajanje vnaprej in ugotavlja morebitna razhajanja med potrebami gradbišča in zmogljivostmi proizvodnje gradbenih elementov. Na višjem abstraktnem nivoju se generira tudi prikaz napredovanja del, ki ga opremimo še s fotografijami gradbišča za potrebe informiranja naročnika o napredovanju projekta.

Ob navedenih preizkušanih scenarijih je s predlaganim sistemom mogoče avtomatizirati še veliko drugih opravil. Vodja gradbišča lahko pridobi vpogled v vse lastnosti in detajle posameznih gradbenih elementov. Na posamezne elemente lahko povežemo specializirana navodila za montažo, ki jih izvajalci na gradbišču potrebujejo. Prav tako je predlagana platforma osnova za avtomatizacijo spremljanja materialnega toka s pomočjo tehnologij kot je npr. RFID.

6 Diskusija

Iz pregleda literature in izkušenj pridobljenih skozi raziskovalno delo lahko zaključimo, da je vpeljava modelno zasnovane gradnje proces, ki zahteva evolucijski pristop. Spremembe se dogajajo počasi predvsem zaradi potrebe po hkratni vpeljavi obsežnejših sprememb samega poslovnega procesa. Spremembe poslovnega procesa iz različnih vzrokov lahko povzročajo odpor tako delavcev, kot tudi vodstva poslovnega subjekta. Zato je pri izbiri tehnoloških rešitev, ki vplivajo na poslovanje v tako velikem obsegu, kot to počne prehod na modelno zasnovano gradnjo, še posebej potrebno upoštevati institucionalne in socialne vidike.

Tako ugotavljamo, da je 2D načrtovanje institucija, ki je izjemno dobro podprta tako s strani regulativnega, kot tudi normativnega in kulturno-kognitivnega temelja. Temelji se med seboj dopolnjujejo, kar zagotavlja njeno veliko stabilnost. Takšno prakso je težko opustiti. Iz analize lahko vidimo, da razlogi za težave pri prehodu v informacijsko modeliranje ne izvirajo le iz tekmovanja med uspešnostjo obeh tehnologij. Modelno zasnovana gradnja mora po našem mnenju dopolnjevati ustaljeno prakso in sicer najprej in še posebej na področjih, ki so za obstoječe metode dela neizvedljiva.

Za management je zelo pomemben stroškovni vidik vpeljave in uporabe novih metod, procesov in tehnologij. V primeru vpeljave BIM je podobno kot pri vseh projektih vpeljave informacijskih tehnologij težko vzpostaviti neposredno povezavo med stroški in potencialnimi prihranki. Ob stroških vpeljave novega sistema dela ter izobraževanja dodatno oviro predstavljajo vložki v obstoječe tehnologije. Kot izhaja iz institucionalne teorije, na splošno nove rutine niso enostavno prenosljive v nova okolja. Prav zaradi tega je zelo priporočljiv postopen pristop k vpeljavi BIM, saj zagotavlja hitro povratno informacijo iz produkcijskega okolja in pokaže napredek ter spremembe na učinkovitosti. Hitri pozitivni efekti vzpodbudijo vodstvo k novim investicijam v modelno zasnovan način dela in motivirajo uporabnike za vlaganje navora v spremembe delovnih navad in procesov.

Analiza izvedenih projektov kaže, da razvoj in osvajanje notacij in simbolnih sistemov kakor tudi vprašanja, ki se nanašajo na regulativo, navadno v motivaciji za izvedbo razvojnih projektov niso vključeni. V očeh predlagateljev projekta običajno predstavljajo le dodatne ovire za razvoj.

Poskusi aktivnega vključevanja širšega kroga industrijskih partnerjev v raziskovalne projekte z namenom ozaveščanja in brez dodatnih finančnih spodbud navadno vodijo v formalizem pri

sodelovanju. Razlog vidimo v dejstvu, da je gradbena industrija močno navezana na storilnostne spodbude in princip večanja pridobitev. Zunanji opazovalci od raziskovalnega projekta ne pričakujejo neposredne koristi, ki bi prinašala takojšnje pridobitve, zato se aktivno ne vključujejo v procese. Prav tako ugotavljamo, da je, kot izhaja iz institucionalne teorije, ključnega pomena za vpeljavo sprememb prav okolje. Gradbena podjetja delujejo predvsem lokalno, zato jim vpetost v mednarodne povezave pri prevzemanju novosti ne koristi tako, kot bi kdo lahko to pričakoval. Hkrati med partnerji v gradbenih projektih zaradi narave dela in same organizacije gradbene industrije, kjer so partnerji velikokrat povezani le za čas enega projekta, obstaja le rahla povezava. Rahle vezi imajo za posledico, da ideje med partnerji ne prehajajo hitro in enostavno.

Kljub pričakovanju mnogih raziskovalcev in tudi predstavnikov gradbene prakse, je uvajanje informacijskega modeliranja dolgotrajen proces. Uvajanje in stabilizacija novih institucioanlnih oblik navadno presega časovni horizont posameznika, en projekt ali podjetje ne more samostojno vpeljati novosti in doseči globalne transformacije celotne industrije. Lahko naredi le določene strateško boljše ali slabše korake v smeri institucionalizacije. Vendar se je potrebno zavedati, da lahko v drugem okolju isti principi zaživijo tudi drugače kot je bilo predvideno. V smislu povezovanja in razvoja sodelovalnih delovnih praks ima to dejstvo lahko tudi negativne posledice.

Glede na to, da institucije živijo skozi organizacije, ki jih vsakodnevno udejanjajo, nove institucije prinašajo tudi nove organizacijske oblike. Da bi lahko dosegli ustrezen premik v smeri transformacije industrije v smeri modelno zasnovane gradnje, mora gradbena industrija vzpostaviti nove organizacijske oblike in se odmakniti od tradicionalnega načina izvedbe projektov. Obstoječi hierarhični model, ki deluje po principu izbire partnerjev po najnižji ceni in strogi hierarhiji delitve odgovornosti in zaslužka, za oblike dela, ki temeljijo na sodelovanju in znanju, enostavno ni primeren. Prav tako je potrebno oblikovati nove vloge in relacije med udeleženci, ki bodo prevzele funkcijo nosilcev nove institucije. Na področju informacijskega modeliranja objektov z vidika celotnega projekta npr. ne obstaja skupni upravljalec informacijskih tokov, ki bi usklajeval prenos informacij za vse udeležence projekta.

Preskok miselnosti posameznikov v smeri zaupanja v model in sprejemanja modela, kot smoumevnega orodja za izmenjavo informacij o objektu brez ustreznih računalniško podprtih postopkov preverjanja modela ter preprostih orodij za vizualizacijo, zelo verjetno ni mogoča. Model namreč združuje številne vidike objekta, ki so tradicionalno ločeni med seboj in so navedeni v ločenih 2D načrtih in drugi dokumentaciji. Tako modeli združujejo velik prostorski razpon podatkov,

od detajlov do celotnega objekta. Prav tako združujejo različne systemske vidike (elektrika, ogrevanje,...), vidike posameznih strok (statika, arhitektura, ...) in podobno.

V študiju primera smo izbrali podjetje, ki že deluje po principu »design-build« in nima klasičnih relacij s svojimi podizvajalci, temveč teži k dolgoročnejšim poslovnim povezavam. Podjetje že ima vpeljana lastno industrijsko proizvodnjo sestavnih delov. Prav tako je dovolj močno na svojem segmentu trga, da je sposobno diktirati spremembe pri povezanih podjetjih. Kot izhaja iz prej opisane teorije, so navedene lastnosti v izbrani kombinaciji nujne za naljevanje strateškega razvoja v smeri BIM.

Pri oblikovanju opisane rešitve smo se držali načela, da morajo demonstracijski projekti pokazati predvsem ekonomske učinke in ne prevladujoče tehnične, saj je vodilni mehanizem sprememb v gradbeni industriji večanje pridobitev. Prav tako smo sledili iz teorije znanemu dejstvu, da je dobro iskati takšna izhodišča projektov, ki možnosti in oblikovanje novih principov ter oblik delovanja črpa iz mejnih območjih, ki so v obstoječem sistemu slabo ali sploh niso povezana. Na marginalnih področjih se namreč generira veliko novih zamisli in priložnosti.

Obstaja veliko težav pri povezovanju inženirskih (CAD) podatkov in podatkov, ki se nanašajo na poslovanje (ERP). Navedena sistema objekt gradnje opisujeta iz zelo različnih vidikov. Z vidika poslovnega sistema in masovne produkcije je važno predvsem katere tipe materiala ali vrste gradbenih elementov je potrebno nabaviti ali izdelati in v kakšnih količinah. Iz perspektive načrtovanja in gradnje pa je velikega pomena geometrija in fizična pozicija vsakega posameznega opazovanega elementa. Zato se hitro srečamo s problemom nivoja podrobnosti, ki ga upoštevamo pri opisovanju sveta. Da bi premostili vrzel, je potrebno vzpostaviti sistem preslikav. Preslikava zahteva definicijo posplošitve posameznih gradbenih elementov na nivo tipa/vrste elementa, pri čemer je potrebno ločiti identiteto posameznega načrtovanega gradbenega elementa od identitete fizično izdelanega gradbenega elementa.

Drugi problem pri vzpostavitvi interoperabilnosti navedenih podsistemov lahko izhaja iz različnih generacij programske opreme v smislu podprte tehnologije in standardov. Predvsem zaradi visokih stroškov predhodnih investicij je navadno potrebno obstoječe, včasih tudi zastarele sisteme, kot so npr. CAD orodja s slabo podporo BIM principom, integrirati v prenovljeno informacijsko okolje.

Ugotovimo lahko tudi, da je vpeljava BIM v industrializiran proces gradnje lažja kot vpeljava v tradicionalne gradbene procese. Industrializirana gradnja je manj fragmetirana in povezave med projektnimi partnerji so močnejše ter trajnejše. Podrobno načrtovanje, predfabrikacija in gradnja so navadno povezani pod okrilje istega podjetja. Zato stroški in pridobitve modelno zasnovane gradnje ostajajo znotraj iste poslovne entitete. Tudi v primerih, ko se navedeni procesi ne izvajajo v enem podjetju, so partnerji zadolženi za gradnjo tesneje povezani s partnerji, ki proizvajajo komponente in so bolj odvisni od tehnologije, ki jo slednji uporabljajo. V našem primeru smo uporabili prav ta dejstva pri določanju kratkoročnih ciljev implementacije. Doseganje visoke stopnje transparentnosti med proizvodnjo in gradbenim procesom za potrebe nadzora nad projekti ter spremljanja materialnih tokov je bilo lažje saj je izvajanje obeh funkcij potekalo v istem podjetju, oz. v podjetjih v permanentnem partnerstvu.

Iz primera spremljanja materialnih tokov lahko potrdimo, da je v modelno zasnovanem pristopu potrebna posebna obravnava zahtev glede nivoja podrobnosti pri uporabi podatkov. Med gradnjo 3D vidik navadno predstavlja nepotrebno komplikacijo. Posamezni detajli se načrtujejo v 2D in se potem enak princip/načrt detajla uporabi na več lokacijah v zgradbi. Prav tako je z vidika celotne zgradbe navadno dovolj, če obstaja grobi, ne preveč detajliran model. Zato smo v našem pristopu v prvi fazi uporabili poenostavljen model zgradbe, ki je vključeval le glavne gradbene elemente. Vsi pomožni materiali in elementi so iz modela izključeni in so vodeni v bolj splošni, kumulativni obliki v sistemu ERP. Z modelom so povezani preko zunanjih referenc. V splošnem s takšno rešitvijo želimo pokazati, da za vpeljavo informacijskega modeliranja ni nujno težiti k čim bolj podrobnemu, oz. popolnemu modelu, temveč je treba k projektu pristopiti pragmatično, vendar z uporabo odprtih tehnologij in standardov, ki omogočajo nemoten nadaljnji razvoj. Uporaba standardiziranih rešitev navadno pomeni, da s tem izkoriščamo tudi razvojne napore industrije, v kateri podjetje deluje in s tem zmanjšujemo stroške lastnega razvoja. Hkrati učvrstimo poročaj, identiteto in ugled poslovnega subjekta v širšem okolju stroke.

V pričujočem delu smo skozi institucionalno analizo podali razlago toge vpetosti 2D načrtovanja v gradbeništvu. Prikazali smo zakonitosti, ki determinirajo stabilnost določene uveljavljene rešitve v okolju njene uporabe. Po drugi strani smo ovrednotili vodilne iniciative na področju razvoja modelno zasnovane in na znanju temelječe gradnje. Izvedli smo meta analizo dveh vodilnih evropskih projektov, ki jih uvrščamo na področje gradbene informatike. Zbrane ugotovitve smo uporabili pri oblikovanju lastne strategije uvajanja modelno zasnovane gradnje, ki je rezultiral v uspešni uvedbi

BIM v gradbeno prakso. Iz prikazanega sklepamo, da institucionalna analiza lahko pomembno pripomore k iskanju učinkovitih in izvedljivih rešitev na področju uvajanja modelne gradnje in iskanju strateških usmeritev razvojnih procesov v gradbeništvu. Prav tako menimo, da je naša analiza pokazala, da brez upoštevanja socioloških faktorjev rezultatov raziskovalno razvojnih projektov praviloma ni mogoče ustrezno in trajno vpeljati v gradbeno prakso. S tem smatramo, da je v uvodu postavljena hipoteza potrjena.

7 Literatura

- [Arthur1994] W. B. Arthur, *Increasing returns and path dependence in economy*, University of Michigan Press, 1994.
- [Ballard2000] G. Ballard, *The Last Planner System of production control*. Doctoral thesis, University of Birmingham, 2000.
- [Barett2007] M. Barrett, E. Davidson, L. Silva, *Virtualization and Institutions Reflections on Recent Developments in Institutional Theory for a Multi-Level Analysis*, IFIP International Federation for Information Processing, Volume 236, 2007.
- [Barley1997] S.R. Barley, *Technology as an occasion for structuring: Evidence from observations of CT scanners and the social order of radiology departments*, *Administrative science quarterly* vol. 31, 1986.
- [Barnes2003] C. F. Barnes, *Villard de Honnecourt: A Critical Bibliography*, spletni vir: <http://www.villardman.net/bibliography/bibliog.html>, dostop: 10.12.2010.
- [Baum1992] J. A. C. Baum, C. Oliver, *Institutional embeddedness and the dynamics of organizational populations*, *American Sociological Review*, vol. 60, 1992.
- [Berger1967] P.L.Berger, T. Lukman, *The social construction of reality*, Doubleday Anchor, New York, 1967.
- [Berglund2010] B. Beglund, E. Kuchar, *InPro Research Cluster, Inpro project public report D43*, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_D43_InProCluster_Final.pdf, dostop: 15.1.2011.
- [BLIS2007] BLIS, 2007, available at <http://www.blis-project.org/sable/>, accessed 12/19/2007.
- [Böhms2003] Böhms M. & al., *Construction Sector Opportunities offered by ICT, ROADCON project deliverable report D4, IST-2001-37278*, May 2003.
- [Boli1997] J. Boli, G.M. Thomas, *World culture in the world polity: A century of international non-governmental organization*, *American Sociological Review*, vol. 62. ,1997.

[buildingSMART2011] buildingSMART initiative, available at <http://buildingsmart.com/>, accessed 17/3/2011.

[Campbell1990] J.L. Campbell, L.N. Lindberg, Property rights and organisation of economic activity by the state, *American Sociological Review*, vol. 55, 1990.

[CORENET2007] IAI, CORENET Project, available at <http://www.iai-international.org/IndustrySolutions/sgCORENET.html>, accessed 12/20/2007.

[Dahlbom2001] Bob Dahlbom, Towards a Theory of Network Society: from sociology to new informatics, *Social Study of Information Technology Workshop*, LSE, 19-20 Marec 2001

[Dahlbom1997] Bob Dahlbom, Lars Mathiassen, The future of our profession, *Association for Computing Machinery. Communications of the ACM*. New York: Vol.40, Iss. 6; p. 80, 1997

[Davis1997] G. F. Davis, H.R. Greve, Corporate elite networks and governance changes in the 1980s, *American journal of sociology*, vol. 103, 1997.

[DiMaggio1983] P. J. DiMaggio, W.W. Powell, The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields, *American sociological review*, vol. 48, 1983.

[DiMaggio1988] P. J. DiMaggio, Interest and agency in institutional theory, v knjigi *Institutional Patterns and Organizations: Culture and Environment*, Cambridge, 1988.

[Dourish2001] P. Dourish, *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*, MIT Press, 2001.

[Dumoulin2011] C. Dumoulin, P. Benning, J. Tulke, *InPro Open information environment*, InPro project public report, 2011, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_D28_public.pdf, dostop: 20.3.2011.

[Eastman2008] C. Eastman, et al., *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley, 2008.

[Fisher2002] M. Fischer, C. Kam, *PM4D final report*, CIFE, Stanford University, 2002.

- [Froese2009] T. Froese, J.F. Rankin, Strategic roadmaps for construction innovation: assessing the state of research, *ITCon*, vol.14, 2009.
- [Fu2008] C. Fu, G. Aouad, A. Lee, A. Mashall-Ponting, S.Wu, IFC model viewer to support nD model application, *Automation in Construction* 15 (2) (2006) 178–185.
- [Goh2006] B.H. Goh, Creating intelligent enterprises in the Singapore construction industry to support a knowledge economy, *Building and Environment* 41 (3) (2006) 367–379.
- [Gralla2010] M. Gralla, et al., Business concepts, state of the art, InPro project public report D9a, 2010, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_BusinessConceptsSOTA.pdf, dostop: 18.1.2010.
- [Granovetter1973] M. Granovetter, The strength of weak ties, *American Journal of Sociology*, vol. 78, 1973.
- [Giddens 1984] A. Giddens, *The constitution of society*, University of California Press, 1984.
- [Hannus1998] M. Hannus, *Islands of Automation in Construction*, 1998, spletni vir: <http://cic.vtt.fi/hannus/islands/index.html>, dostop 2.4.2009.
- [Hannus2003] M. Hannus, et. al, *Construction ICT Roadmap*, ROADCON project deliverable report D52, European project, IST-2001-37278, September 2003
- [Hkkinen2007] T. Hkkinen, S. Vares, P. Huovila, E. Vesikari, J. Porkka, L.O. Nilsson, Å. Toger, C. Jonsson, K. Suber, R. Andersson, R. Larsson, I. Nuorkivi, *ICT for whole life optimization of residential buildings*, Technical report, VTT, 2007.
- [Hkinnen2007-2] T.M. Hkkinen, Sustainable building related new demands for product information and product model based design, *ITcon* 12 (2007).
- [Hugh1911] Chisholm, Hugh, ed (1911), *Encyclopædia Britannica* (Eleventh ed.). Cambridge University Press. – povzeto po spletnem mestu: http://en.wikipedia.org/wiki/Gaspard_Monge, dostop: 11.5.2011.

[IAI2004] IAI, ProIT Project, 2004, available at <http://www.iai-international.org/IndustrySolutions/finProIT.html>, accessed 12/15/2007.

[IFCmBomb2004] IFC mBomb Project, 2004, available at http://cig.bre.co.uk/iai_uk/iai_projects/ifc-mbomb/, accessed 12/202007.

[InPro2007] InPro - Open Information Environment for knowledge-based collaborative Processes throughout the lifecycle of a building, Description of Work, 2007

[ISO/PAS 16739] ISO/PAS 16739, The Industry Foundation Classes (IFC) specification, buildingSMART international, 2010

[Jaeger2007] J. Jaeger, et al., Comparative analysis of best practice, InPro project public report D4, 2007, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_BestPractice_Public.pdf, dostop: 18.1.2010.

[Jaeger2007a] J Jaeger, The Transformation of the Industry: Open Building Manufacturing - InPro - integrated project within the 6th Framework Programme, ManuBuild 1st International Conference, 25-26 April, Rotterdam, 2007.

[Johnsson2007] H. Johnsson, L. Malmgren, S. Persson, ICT support for industrial production of houses — the Swedish case, Proc. W78 Bringing ITC Knowledge toWork, Maribor, 2007, pp. 407–414. 438

[Kam2002] C. Kam, M. Fischer, R. Hnninen, S. Lehto, J. Laitinen, Capitalizing on early project opportunities to improve facility life-cycle performance, Proc. International Symposium on Automation and Robotics in Construction and 19th (ISARC), 2002, pp. 73–78.

[Koskela1992] L. Koskela, Application of the new production philosophy to construction, CIFE, Stanford University, 1992. 435 [McCullough2004] M. McCullough, Digital Ground : Architecture, Pervasive Computing, and Environmental Knowing, MIT Press, April 2004)

[Lam2004] K.P. Lam, Building performance simulation in the Singapore construction industry it network, Journal of Architectural and Planning Research 21 (3) (2004) 312–320.

- [Lave1991] J. Lave, E. Wenger, *Situated learning: Legitimated peripheral participation*, Cambridge University Press, 1991.
- [Lawrence2002] P. R. Lawrence, J. W. Lorsch, *Organization and environment: Managing Differentiation and Integration*, Harvard University, Boston, 1967.
- [Lohmann2009] D. Lohmann, *Drafting and Designing. Roman Architectural Drawings and their Meaning for the Construction of Heliopolis/Baalbek, Lebanon*, Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May 2009
- [Love2004] Peter E.D. Love, Zahir Irani, *An exploratory study of information technology evaluation and benefits management practices of SMEs in the construction industry*, *Information & Management*, Volume 42, Number 1 (2004) , strani: 227 – 242.
- [March1958] J.G. March, H.A. Simon, *Organizations*, Wiley, New York, 1958.
- [McClendon2005] C. McClendon, *The Origins of Medieval Architecture*, p. 232, n. 51., Yale University Press, 2005.
- [McGuinness2005] S. McGuinness, J. Doyle, *Examining the link between skill shortages, training composition and productivity levels in the construction industry: evidence from Northern Ireland*, *International Journal of Human Resource Management* 17 (2) (2005) 265–279.
- [Meyer1983] J.W. Meyer, *Conclusion: Institutionalization and the rationality of formal organizational structure*, v knjigi *Organizational environments: Ritual and rationality*, Sage, 1983.
- [Millon1997] H. A. Millon, *The Renaissance from Brunelleschi to Michelangelo - The Representation of Architecture*, p. 101, Rizzoli International Publications, 1997
- [Mohr2008] J. W. Mohr, F. Guerra-Pearson, *The differentiation of institutional space, Organizational forms in New York social welfare sector*, v knjigi *How institutions change*, University of Chicago Press, 2008.
- [Orlikowsky1992] W. Orlikowski, *The duality of technology: Rethinking the concept of technology and organization*, *Organization Science* vol. 3, 1992.

- [Owen2009] R. Owen, , Proceedings of the 1st international conference on Integrated Design Solutions, Espoo, 2009.
- [Paevere2006] P. Paevere, C. MacKenzie, Emerging technologies and timber products in construction, Australian Forest and Wood Products Research and Development Corporation, 2006.
- [Pazlar2008] T. Pazlar, Priprava in gradnja objektov v gradbenih podjetjih s poudarkom na konceptu reinženiringa : doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, 2008.
- [Pfitzner2007] M. Pfitzner, et al., Analysis of existing software tools for early design, InPro project public report D2, 2007, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_AnalysisExistingSoftware_Public.pdf, dostop: 10.2.2011.
- [Pfitzner2010] M. Pfitzner, et al., Barriers and opportunities – future ICT and organizational requirements, InPro project public report D29, 2010, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_D29_BarriersAndOpportunities_Final.pdf, dostop:15.3.2011.
- [Pierre2001] S. Pierre, I. Gharbi, A generic object oriented model for representing computer network topologies, *Advances in Engineering Software* 32 (2) (2001) 95–110.
- [Pierson2004] P. Pierson, *Politics in time: History, institutions and social analysis*, Princeton University Press, 1992.
- [PPD2008] Pravilnik o projektni dokumentaciji, Uradni list RS 55/2008, spletni vir: http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r08/predpis_PRAV8788.html, dostop: 22.2.2011.
- [Pratyush2007] S. Pratyush, Evolution of the practice, dostopno na: <http://203.77.194.71:81/present-courses-ii-sem-07-08/professional-practice/last-years-works/evolution-of-the-practice>, obiskano 10.12.2010
- [ProIT2004] ProIT project, 2004, available at http://virtual.vtt.fi/proit_eng/indexe.htm, accessed 12/20/2007.
- [Rizal2011] S. Rizal, et al., InPro Executive summary report, spletni vir: http://www.inpro-project.eu/docs/InPro_ExecSummary.pdf, dostop 15.3.2011.

- [ROADCON2003] ICT Requirements of the European Construction Industry: The ROADCON Vision, project report D3, 2003, spletni vir: <http://cic.vtt.fi/projects/roadcon/public.html>, dostop: 25.2.2011.
- [Robinson2007] C. Robinson, Structural BIM: discussion, case studies and latest developments, *Structural Design of Tall and Special Buildings* 16 (4) (2007) 519–533.
- [SARA2007] IAI, SARA Project, 2007, available at <http://www.iai-international.org/IndustrySolutions/finSARA.html>, accessed 12/12/2007.
- [SARA2007-2] Sara Value networks in construction, available at <http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/Sara/en/etusivu.html>, accessed 12/5/2007.
- [Scott2004]. W. Richard Scott, *Institutional Theory: Contributing to a Theoretical Research Program*, Stanford University, 2004
- [Scott2004a] W.R. Scott, “Institutional theory” P408-14 in *Encyclopedia of Social Theory*, George Ritzer, ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2004.
- [Scott2007] W.R. Scott, *Institutions and Organizations: Ideas and Interests*, Sage publications, 2007
- [SECOM2007] IFCSvr component, spletni vir: <http://www.secom.co.jp/isl/e/theme/ps07/report01/>, dostop: 14.6.2007.
- [Selznick1957] P. Selznick, *Leadership in administration*, Harper and Row, New York, 1957.
- [Selznick1996] P. Selznick, Institutionalism »Old« and »New« *Administrative Science Quarterly*, vol. 41, 1996.
- [SSKJ2008] Slovar slovenskega knjižnega jezika, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU in avtorji, 2008
- [Stinchcombe1965] A. L. Stinchcombe, Social structure and organizations, v knjigi *Handbook of Organizations*, Rand McNally, Chicago, 1965.

- [Suchman1997] M.C. Suchman, L. B. Edelman, Legal rational myths: The new institutionalism and the law and society tradition, *Law and social inquiry*, vol. 21, 1997.
- [Suchman 1995a] M.C. Suchman, Localism and globalism in institutional analysis: The emergence of contractual norms in venture finance, v knjigi *The institutional construction of organizations: international and longitudinal studies*, Sage, 1995.
- [Suchman 2001] M.C. Suchman, D.J. Steward, C.A. Westfall, The legal environment of entrepreneurship: Observations on legitimation of venture finance in Silicon Valley, v knjigi *The entrepreneurship dynamic*, Stanford University Press, 2001.
- [Surakka2006] T. Surakka, Knowledge as a business opportunity knowledge transfer practices in Finnish AEC industry networks, *Proc. ICEB+eBRF*, 2006.
- [Šuman2008] N. Šuman, Priprava in gradnja objektov v gradbenih podjetjih s poudarkom na konceptu reinženiringa, doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, 2008.
- [Tam2007] V.W.Y. Tam, C.M. Tam, S.X. Zeng, W.C.Y. Ng, Towards adoption of prefabrication in construction, *Building and Environment* 42 (10) (2007) 3642–3654.
- [TNO2008] TNO IFC engine, spletni vir: <http://www.ifcbrowser.com/>, dostop 4.1.2008.
- [Tibaut2003] A. Tibaut, Agenti za reševanje disharmonije v strukturno in semantično heterogenih sistemih: doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, 2003
- [Tolbert1983] S. P. Tolbert, L. G. Zucker, Institutional sources of change in the formal structure organizations: The diffusion of civil service reform, *Administrative Science Quarterly*, vol. 30, 1983.
- [Tolbert1996] Pamela S. Tolbert, Lynne G. Zucker, Institutional Analyses of Organizations: Legitimate but not Institutionalized, *Institute for Social Science Research, Volume VI. 1994-95*, University of California, Los Angeles
- [UPIS2007] Uredba o prostorskem informacijskem sistemu, Uradni list RS 119/2007, spletni vir: http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r01/predpis_URED4381.html, dostop: 22.2.2011

[Winter2005] F.S. Winter, Developing evolutionary theory for economics and management, v knjigi Great minds in management: The process of theory development, Oxford University Press, 2005.

[Zarli2003] A. Zarli, et al., ROADCON final report, p. 18, spletni vir: http://cic.vtt.fi/projects/roadcon/docs/roadcon_finalreport.pdf, dostop: 20.2.2011.

[ZGO2002] Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) s spremembami in dopolnitvami, Uradni list RS 110/2002, spletni vir: http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_ZAKO3490.html, dostop: 20.2.2011.