

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



Mednarodni Podiplomski študij  
gradbene informatike

Kandidat:

**Robert Klinc**

**Spletne storitve nove generacije kot  
infrastruktura za obvladovanje virtualnih  
organizacij**

**Doktorska disertacija št. 202**

**Mentor:**  
prof. dr. Žiga Turk

Ljubljana, 4. 6. 2010

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



*MEDNARODNI PODIPLOMSKI  
ŠTUDIJ GRADBENE  
INFORMATIKE*

*DOKTORSKI ŠTUDIJ*

Kandidat:

**ROBERT KLINC, univ. dipl. inž. grad.**

**SPLETNE STORITVE NOVE GENERACIJE KOT  
INFRASTRUKTURA ZA OBVLADOVANJE VIRTUALNIH  
ORGANIZACIJ**

Doktorska disertacija štev.: 202

**NEW GENERATION WEB SERVICES AS AN  
INFRASTRUCTURE FOR VIRTUAL ORGANIZATION  
MANAGEMENT**

Doctoral thesis No.: 202

Temo doktorske disertacije je odobrila Komisija za doktorski študij na 11. redni seji dne 11. septembra 2008, po pooblastilu s 25. seje Senata Univerze v Ljubljani, dne 24. junija 2008 in za mentorja imenovala prof. dr. Žigo Turka.

Na 29. seji Senata UL, dne 16. decembra 2008, je bil imenovan še somentor doc.dr. Matevž Dolenc.



Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



**Komisijo za oceno ustreznosti teme doktorske disertacije v sestavi**

prof.dr. Žiga Turk  
prof.dr. Janez Duhovnik  
prof.dr. Danijel Rebolj, UM FG

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo  
na 17. redni seji dne 23. aprila 2008.

**Komisijo za oceno doktorske disertacije v sestavi**

prof.dr. Danijel Rebolj, UM FG  
prof.dr. Janez Duhovnik  
doc.dr. Andreja Istenič Starčič, UL FGG in UPR – PEF  
doc.dr. Matevž Dolenc

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo  
na 9. redni seji dne 31. marca 2010.

**Komisijo za zagovor doktorske disertacije v sestavi**

prof.dr. Matjaž Mikoš, dekan UL FGG  
prof.dr. Žiga Turk, mentor  
doc.dr. Matevž Dolenc, somentor  
prof.dr. Danijel Rebolj, UM FG  
prof.dr. Janez Duhovnik  
doc.dr. Andreja Istenič Starčič, UL FGG in UPR – PEF

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo  
na 11. redni seji dne 26. maja 2010.





Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*



## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ROBERT KLINC, univ. dipl. inž. grad.**, izjavljam, da sem avtor doktorske disertacije z naslovom: **»SPLETNE STORITVE NOVE GENERACIJE KOT INFRASTRUKTURA ZA OBVLADOVANJE VIRTUALNIH ORGANIZACIJ«**.

Ljubljana, 4. junij 2010

.....  
(podpis)

## **ERRATA ET CORRIGENDA**

**Stran, vrstica**

**Namesto**

**Naj bo**

---

## BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

**UDK:** 004:004.738.5:658.11(043.3)

**Avtor:** Robert Klinc

**Mentor:** prof. dr. Žiga Turk

**Somentor:** doc. dr. Matevž Dolenc

**Naslov:** Spletne storitve nove generacije kot infrastruktura za obvladovanje virtualnih organizacij

**Obseg in oprema:** 140 str., 23 sl., 10 pregl., 21 graf., 3 pril.

**Ključne besede:** komunikacija, sodelovanje, IKT, splet 2.0, poslovno okolje 2.0

**Izvleček:** Doktorska disertacija obravnava možnosti za komunikacijo in sodelovanje v virtualnih organizacijah s pomočjo informacijsko-komunikacijskih orodij in storitev spleta 2.0. Delo zagovarja tezo, da so storitve spleta 2.0 dobra osnova za učinkovito komunikacijo in sodelovanje, vendar na nekaterih področjih zahtevajo dodaten razvoj.

Vprašanje komunikacije je osvetljeno z gradbeniškega in tudi sociološkega stališča. Opredeljen je model komunikacije v gradbeništvu, raziskan vpliv organizacijske strukture na komunikacijo ter predstavljena razlika v topologiji komunikacijskih povezav med tradicionalnim pristopom in informacijsko-komunikacijskim pristopom k sodelovanju. Ugotovljeno je, da obstoječi informacijsko-komunikacijski sistemi neformalne komunikacije večinoma ne podpirajo, zato so raziskani trenutni socialni, tehnološki in poslovni trendi na področju informacijsko-komunikacijskih tehnologij za komunikacijo in sodelovanje. Zaradi primerjave z raziskavami ter ocene vpliva tehnološkega populizma na strokovne delavce v gradbeništvu je izvedena raziskava, ki kaže, da so ovire za širšo uporabo IKT še vedno predvsem v vztrajanju pri starem načinu dela.

V zadnjem delu disertacije je na podlagi teoretičnih izhodišč in rezultatov raziskave rabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v slovenski gradbeni industriji zasnovana arhitektura neformalnega in porazdeljenega informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje. Zasnovana arhitektura je podlaga za zgrajeni prototip, s katerim so preverjeni predlagani koncepti. Demonstracijski prototip temelji na tehnologijah in storitvah spleta 2.0 ter posredno potrjuje delovno hipotezo.

## BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

**UDC:** 004:004.738.5:658.11(043.3)

**Author:** Robert Klinc

**Supervisor:** Prof. Žiga Turk, Ph.D.

**Co-adviser:** Assist. Prof. Matevž Dolenc, Ph.D.

**Title:** New generation web services as an infrastructure for virtual organization management

**Notes:** 140 p., 23 fig., 10 tab., 21 graph., 3 ann.

**Keywords:** communication, collaboration, ICT, Web 2.0, Enterprise 2.0

**Abstract:** This PhD dissertation discusses various possibilities for communication and collaboration in virtual organizations with the help of ICT tools and Web 2.0 services. The work defends the thesis that the Web 2.0 services present appropriate grounds for efficient communication and collaboration, but they require additional development in some fields.

The dissertation enlightens the problem of communication from the viewpoint of civil engineering and sociology, identifies a model of communication in civil engineering, investigates the effect of organization structure on communication, and presents the difference in the topology of communication links between traditional and ICT approaches to collaboration. It is shown that the existing ICT systems generally do not support the informal communication. Therefore the existing social, technological and business trends in the field of information and communication technologies for collaboration are investigated. Because of the comparison with the existing surveys and the assessment of the impact of technological populism on knowledge workers in civil engineering, a survey focused on our research agenda is conducted. It shows that the barriers for an extensive ICT usage are still represented mainly by the general attitude suggesting that the old ways of performing tasks have worked well throughout the years and changes are not necessary.

The final section presents the design of the architecture of the informal and distributed ICT system for collaboration based on theoretic grounds and results obtained from the survey on the ICT usage in the Slovene construction industry. We have created the prototype which indirectly supports the hypothesis.

## ZAHVALA

Ob zaključku študija na Mednarodnem podiplomskem študiju gradbene informatike na Fakulteti za grabeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani se najprej zahvaljujem mentorju, prof. dr. Žigi Turku, ker je v meni prepoznal potencial in mi ponudil priložnost, pokazal širino raziskovanja, omogočil, da sem se učil od najboljših, mi puščal odprte roke ter me usmerjal, ko sem to potreboval. Iskrena hvala.

Prav tako sem hvaležen tudi somentorju, doc. dr. Matevžu Dolencu. Hvala za vse odkrite pogovore, nasvete, usmeritve, kritike, mnenja, pohvale, reševanja sveta ter »ubuntujevskih«, »jabolčnih« in eksistencialnih problemov. Predvsem pa hvala za občutek, da so mi tvoja vrata vedno odprta.

Obenem bi se ob tej priložnosti rad zahvalil vsem sedanjim in nekdanjim (Tomaž, Mateja in ostali) sodelavcem KGI za prijetno delovno vzdušje, mladim (seveda tudi malo starejšim) IKPIRovcem (ki jih je žal preveč, da bi jih poimensko našteval) za modrovanja ob (včasih prepoznih) kosilih ter vsem sodelavcem in prijateljem na FGG za pridobljeno znanje, stiske rok in prešerne nasmehi. Vsem, ki jih nisem poimensko imenoval, se iskreno opravičujem.

Zahvaljujem se tudi staršema, ki sta se vseskozi po svojih najboljših močeh trudila, da bi dosegel toliko, kot sta bila vedno prepričana, da sem sposoben. Hvala.

In nenazadnje, hvala Nuši. Za vse!



## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1	MOTIVACIJA.....	1
1.2	OPIS PROBLEMA.....	3
1.3	HIPOTEZA IN CILJI.....	5
1.4	STRUKTURA NALOGE.....	8
<b>2</b>	<b>TEORETIČNA IZHODIŠČA.....</b>	<b>9</b>
2.1	KOMUNIKACIJA.....	9
2.1.1	Vrste komunikacije.....	11
2.1.2	Linearni in interakcijski model komunikacije.....	12
2.1.3	Teorija govornih dejanj.....	14
2.1.4	Mediji in njihov tehnološki razvoj.....	16
2.1.5	Topologija (komunikacijskih) mrežnih povezav.....	17
2.2	KOMUNIKACIJA IN SODELOVANJE V GRADBENIŠTVU.....	20
2.2.1	Komunikacijski model v gradbeništvu.....	21
2.2.2	Vpliv organizacijske strukture na komunikacijo in sodelovanje.....	23
2.2.3	Sodelovanje v gradbeništvu.....	25
2.3	INFORMACIJSKE IN KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE TER PRODUKTIVNOST.....	27
2.3.1	Produktivnost.....	29
2.3.2	Vpliv informacijskih tehnologij na produktivnost.....	30
2.3.3	Paradoks produktivnosti.....	32
2.3.4	Slabosti uporabe IT.....	34
2.4	INFORMACIJSKE IN KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE ZA SODELOVANJE.....	35
2.4.1	Novodobni socialni, tehnološki in poslovni trendi.....	37
2.4.1.1	Splet 2.0.....	38
2.4.1.2	Tehnologije spleta 2.0.....	41
2.4.1.3	Storitve za spletno druženje in spoznavanje (socialna omrežja).....	42
2.4.2	Tehnološka evolucija.....	44
2.4.2.1	Storitveno usmerjena arhitektura (SOA).....	45
2.4.2.2	Računalništvo v oblaku.....	47
2.4.2.3	Poslovno okolje 2.0.....	50
2.4.2.4	Semantični splet.....	52
2.5	INFORMACIJSKE IN KOMUNIKACIJSKE TEHNOLOGIJE V GRADBENIŠTVU.....	56
2.5.1	IKT, komunikacija in sodelovanje v gradbeništvu.....	59
2.5.2	Virtualne organizacije.....	62
2.5.3	Prednosti uporabe in ovire pri vpeljavi IKT v gradbeništvu.....	66



<b>3</b>	<b>RAZISKAVA O RABI IKT V GRADBENI INDUSTRIJI.....</b>	<b>71</b>
3.1	SPLOŠNI PODATKI O SLOVENSKEM GRADBENEM SEKTORJU .....	72
3.2	METODOLOGIJA .....	73
3.2.1	Izbira vzorca .....	74
3.2.2	Veljavnost in zanesljivost raziskave.....	75
3.3	ANALIZA IN INTERPRETACIJA REZULTATOV .....	76
3.3.1	Sklop 1: Osnovni podatki o respondentih.....	76
3.3.2	Sklop 2: Uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij.....	78
3.3.3	Sklop 3: Informacijska infrastruktura v podjetju.....	78
3.3.4	Sklop 4: Vpliv IKT na delovni proces.....	79
3.4	PRIMERJAVA Z REZULTATI DRUGIH RAZISKAV IN ZAKLJUČKI .....	80
<b>4</b>	<b>IKT SISTEM ZA SODELOVANJE V GRADBENIŠTVU 2.0.....</b>	<b>83</b>
4.1	KLJUČNE ZAHTEVE.....	83
4.2	ZASNOVA .....	86
4.3	RAZVOJNI PRISTOP .....	87
4.4	ARHITEKTURA.....	88
4.5	IMPLEMENTACIJA .....	91
4.5.1	Podatkovni strežnik .....	92
4.5.2	Aplikacijski strežnik.....	93
4.5.3	Uporabniški nivo .....	93
4.6	OPIS PROTOTIPNEGA SISTEMA.....	95
4.6.1	Avtentikacija.....	96
4.6.1.1	Potek avtentikacije RPX .....	97
4.6.1.2	Vpisni obrazec .....	98
4.6.2	Komponenta za dostop do spletne storitve Twitter .....	98
4.6.3	Komponenta za dostop do predala elektronske pošte.....	101
4.6.4	Komponenta za dostop do virov RSS.....	102
4.6.5	Komponenta za pošiljanje SMS sporočil.....	103
4.7	PRIMERI UPORABE.....	104
4.7.1	Primer uporabe 1: registracija uporabnika.....	105
4.7.2	Primer uporabe 2: prijava uporabnika .....	106
4.7.3	Primer uporabe 3: dodajanje novega projekta .....	107
4.7.4	Primer uporabe 4: dodajanje uporabnikov k projektu .....	108
4.7.5	Primer uporabe 5: pregled izmenjanih sporočil v okviru projekta .....	109
4.8	UPORABNIŠKI SCENARIJ .....	110
4.9	DISKUSIJA .....	112

4.9.1	Glavne ugotovitve .....	112
4.9.2	Predlagane izboljšave .....	113
4.9.3	Analiza SWOT predlagane arhitekture informacijsko-komunikacijskega sistema.....	114
<b>5</b>	<b>SKLEP .....</b>	<b>115</b>
5.1	POVZETEK BISTVENIH PRISPEVKOV .....	117
5.2	NADALJNJE DELO .....	118
<b>6</b>	<b>POVZETEK .....</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>123</b>
<b>VIRI .....</b>		<b>127</b>
	UPORABLJENI VIRI .....	127
	SPLETNI VIRI.....	140

## **SEZNAM PRILOG**

### **PRILOGA A: SEZNAM EVROPSKIH PROJEKTOV**

### **PRILOGA B: RAZISKAVA O RABI IKT V GRADBENIŠTVU – VPRAŠALNIK**

OSNOVNA VPRAŠANJA

UPORABA INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ

INFORMACIJSKA INFRASTRUKTURA V PODJETJU, KJER STE ZAPOSLENI

VPLIV IT NA DELOVNI PROCES

### **PRILOGA C: RAZISKAVA O RABI IKT V GRADBENIŠTVU – REZULTATI**

UPORABA INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ

Grafikon C-1: Poznavanje in posedovanje IKT naprav

Grafikon C-2: Vrsta dostopa do interneta od doma

Grafikon C-3: Pogostost uporabe IKT naprav doma

Grafikon C-4: Poznavanje in uporaba IKT storitev spleta 2.0

INFORMACIJSKA INFRASTRUKTURA V PODJETJU

Grafikon C-5: Osnovna vprašanja o IKT infrastrukturi v podjetju

Grafikon C-6: Dostopnost informacijsko-komunikacijskih naprav na delovnem mestu

Grafikon C-7: Posedovanje in uporaba tehnologij

Grafikon C-8: Način izmenjave dokumentov

VPLIV IKT NA DELOVNI PROCES

Grafikon C-9: Prednosti uporabe IT

Grafikon C-10: Ovire za uporabo IT oz. slabosti uporabe IT

Grafikon C-11: Vpliv informacijskih tehnologij na delovni proces

Grafikon C-12: IT znanje novih gradbenih kadrov

## KAZALO SLIK

Slika 2-1: Poenostavljen linearni model komunikacijskega procesa Shannona in Weaverja .....	13
Slika 2-2: Baguleyev model komunikacijskega procesa .....	14
Slika 2-3: Topologija mrežnih povezav.....	18
Slika 2-4: Shema organizacijske strukture in navideznih omrežij gradbenih podjetij .....	25
Slika 2-5: Razvoj tehnološkega okolja .....	29
Slika 2-6: Časovni potek projektov IKT podprtega sodelovanja v inženirstvu.....	58
Slika 2-7: Shema možnih interakcij znotraj delovne skupine v gradbeništvu.....	62
Slika 2-8: Evolucija organizacijskih shem – od oskrbovalne verige do virtualne organizacije .....	63
Slika 4-1: Prototipiranje.....	88
Slika 4-2: Trinivojska arhitektura.....	89
Slika 4-3: Arhitektura informacijsko-komunikacijskega sistema Prooject .....	91
Slika 4-4: ER-model podatkovne baze .....	93
Slika 4-5: Klasični in Ajax model spletne aplikacije.....	94
Slika 4-6: Asinhroni Ajax model spletne aplikacije.....	94
Slika 4-7: Shematski prikaz arhitekture prototipnega sistema Prooject .....	95
Slika 4-8: Vpisni obrazec storitve RPX.....	98
Slika 4-9: Topologija povezav znotraj storitve Twitter s stališča uporabnika @robertklinc .....	99
Slika 4-10: Preslikava podatkov iz storitve Twitter v storitev Prooject.....	100
Slika 4-11: Preslikava podatkov iz predala e-pošte v storitev Prooject.....	101
Slika 4-12: Preslikava podatkov iz poljubnega vira RSS v storitev Prooject.....	102
Slika 4-13: Delovanje klienta/komponente za pošiljanje sporočil SMS .....	103
Slika 4-14: Registracija uporabnika.....	110
Slika 4-15: Dodajanje novega projekta.....	111

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1-1: Uporabljene raziskovalne metode .....	7
Preglednica 2-1: Prednosti in slabosti različnih pristopov k semantiki.....	54
Preglednica 3-1: Primerjava prednosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po razvrstitvi .....	81
Preglednica 3-2: Ovire pri uporabi oz. slabosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po prednostni razvrstitvi .....	82
Preglednica 4-1: Predloga primerov uporabe .....	104
Preglednica 4-2: Primer uporabe 1: registracija uporabnika .....	105
Preglednica 4-3: Primer uporabe 2: prijava uporabnika .....	106
Preglednica 4-4: Primer uporabe 3: dodajanje novega projekta.....	107
Preglednica 4-5: Primer uporabe 4: dodajanje uporabnikov k projektu.....	108
Preglednica 4-6: Primer uporabe 5: pregled izmenjanih sporočil .....	109

## LIST OF FIGURES

Figure 2-1: Simplified Shannon & Weaver's linear model of the communication process .....	13
Figure 2-2: Baguley's model of the communication process .....	14
Figure 2-3: Network topology classification .....	18
Figure 2-4: Hierarchy and fictitious network representation of the construction companies .....	25
Figure 2-5: Technology development .....	29
Figure 2-6: ICT supported engineering collaboration projects timeline.....	58
Figure 2-7: Diagram of possible interactions in a construction working group .....	62
Figure 2-8: Organizational scheme evolution – from supply chain to virtual organization .....	63
Figure 4-1: Prototyping.....	88
Figure 4-2: 3-layered architecture.....	89
Figure 4-3: Prooject system architecture .....	91
Figure 4-4: ER-model of the database .....	93
Figure 4-5: Classic & Ajax web application model.....	94
Figure 4-6: Asynchronous Ajax web application model .....	94
Figure 4-7: Schematic view of the Prooject protoype system architecture.....	95
Figure 4-8: RPX sign-in interface.....	98
Figure 4-9: Twitter connection topology based on user @robertklinc .....	99
Figure 4-10: Mapping of data between Twitter and Prooject.....	100
Figure 4-11: Mapping of data between email account and Prooject.....	101
Figure 4-12: Mapping of data between any existing RSS feed and Prooject service .....	102
Figure 4-13: Operation of SMS sending component/client .....	103
Figure 4-14: User registration.....	110
Figure 4-15: Adding new project.....	111

## LIST OF TABLES

Table 1-1: Research methods used.....	7
Table 2-1: Pros and cons of various approaches to semantics .....	54
Table 3-1: Benefits of I(C)T usage in AEC in order of priority .....	81
Table 3-2: Barriers and weaknesses of I(C)T usage in AEC in order of priority .....	82
Table 4-1: Use case template .....	104
Table 4-2: Use case 1: User registration .....	105
Table 4-3: Use case 2: User login .....	106
Table 4-4: Use case 3: Adding new project.....	107
Table 4-5: Use case 4: Adding users to project .....	108
Table 4-6: Use case 5: Overview of exchanged messages.....	109

## KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 3-1: Razdrobljenost gradbene industrije v Sloveniji in Evropi po številu zaposlenih .....	73
Grafikon 3-2: Delež podjetij in delež zaposlenih glede na velikost gradbenega podjetja v Sloveniji .....	73
Grafikon 3-3: Število izpolnjenih vprašalnikov po dnevih.....	76
Grafikon 3-4: Letnica rojstva respondentov .....	77
Grafikon 3-5: Glavna dejavnost podjetja.....	77
Grafikon 3-6: Velikost podjetja in zaposlitvena regija.....	77
Grafikon 3-7: Področje vlaganja v IT .....	79
Grafikon 3-8: Tehnološka infrastruktura (2009) .....	80
Grafikon 3-9: Tehnološka infrastruktura (2004) .....	80

## LIST OF GRAPHS

Graph 3-1: Granularity of Slovenian and European AEC sector by the number of employees .....	73
Graph 3-2: Percentage of companies and employees considering the size of the AEC company in Slovenia.....	73
Graph 3-3: Number of daily responses .....	76
Graph 3-4: Year of birth of the respondents .....	77
Graph 3-5: Main business of the company .....	77
Graph 3-6: Size of the company & region of employment.....	77
Graph 3-7: Field of IT investments.....	79
Graph 3-8: Technological infrastructure (2009) .....	80
Graph 3-9: Technological infrastructure (2004) .....	80

## KAZALO PREVZETIH SLIK

Prevzeta slika 2-1: Topologije omrežij v odvisnosti od povezanosti .....	18
Prevzeta slika 2-2: Tipi omrežij .....	19
Prevzeta slika 2-3: Komunikacijske revolucije in spremembe vzorcev delovanja v gradbeništvu .....	21
Prevzeta slika 2-4: Komunikacijski (zvezdast mrežni) model, ki se pojavlja v fazi gradnje .....	21
Prevzeta slika 2-5: Idealna in dejanska interakcija med skupinami, ki imajo vpliv na gradbeni projekt .....	22
Prevzeta slika 2-6: Thompson&McHughev model komunikacijskega procesa v kontekstu gradbene industrije .....	23
Prevzeta slika 2-7: Od informacijskih tehnologij do blaginje .....	32
Prevzeta slika 2-8: Zgodovina in razvoj tehnologij za sodelovanje .....	36
Prevzeta slika 2-9: Semantika informacijskih in socialnih povezav .....	38
Prevzeta slika 2-10: Miselni vzorec spleta 2.0 .....	39
Prevzeta slika 2-11: Ključne vloge in povezave v socialnih omrežjih .....	44
Prevzeta slika 2-12: Osnovna ideja SOA .....	46
Prevzeta slika 2-13: Karta strategij računalništva v oblaku .....	49
Prevzeta slika 2-14: Tradicionalno poslovno okolje in poslovno okolje 2.0 .....	51
Prevzeta slika 2-15: Različna pristopa k semantičnemu spletu .....	54
Prevzeta slika 2-16: Semantično iskanje - produktivnost v prihodnosti .....	55
Prevzeta slika 2-17: Komunikacijska matrika čas-prostor .....	60
Prevzeta slika 2-18: Hierarhija, mreža in virtualna organizacija .....	64
Prevzeta slika 4-1: Potek komunikacije med odjemalcem, aplikacijskim in podatkovnim strežnikom .....	90
Prevzeta slika 4-2: Visokonivojska shema spletne storitve RPX .....	96
Prevzeta slika 4-3: Potek RPX avtentikacije po korakih .....	97

## KAZALO PREVZETIH PREGLEDNIC

Prevzeta preglednica 2-1: Opis delovnih skupin .....	26
Prevzeta preglednica 2-2: Paleta tehnologij spleta 2.0 .....	42
Prevzeta preglednica 2-3: Lastnosti sočasnih in nesočasnih načinov komunikacije .....	61
Prevzeta preglednica 2-4: Povzetek prednosti IKT podprtega sodelovanja .....	67
Prevzeta preglednica 2-5: Povzetek ovir pri uvajanju IKT v gradbeništvu .....	69
Prevzeta preglednica 4-1: Primerjava med formalnimi in neformalnimi informacijskimi sistemi .....	87



## LIST OF ADOPTED FIGURES

Adopted figure 2-1: Network topology classification based on connectivity .....	18
Adopted figure 2-2: Types of networks .....	19
Adopted figure 2-3: The communication revolutions and paradigms in construction .....	21
Adopted figure 2-4: Communicaton (centralised network) model occurring during the construction phase .....	21
Adopted figure 2-5: Ideal and actual interaction between influential parties to the building process .....	22
Adopted figure 2-6: Thompson&McHugh's model of AEC industry context and communication process .....	23
Adopted figure 2-7: The path from information technology to prosperity .....	32
Adopted figure 2-8: History and development of collaboration technologies .....	36
Adopted figure 2-9: Semantics of information and social connections .....	38
Adopted figure 2-10: Web 2.0 meme map .....	39
Adopted figure 2-11: Key roles and linkages in social networks .....	44
Adopted figure 2-12: Basic idea behind SOA .....	46
Adopted figure 2-13: Cloud strategy map .....	49
Adopted figure 2-14: Traditional software vs. enterprise Web 2.0 .....	51
Adopted figure 2-15: Various approaches to semantic web .....	54
Adopted figure 2-16: Semantic search - the future of productivity .....	55
Adopted figure 2-17: Communication space-time matrix .....	60
Adopted figure 2-18: Hierarchy, network and virtual organization .....	64
Adopted figure 4-1: Path of communication between client, application and data server .....	90
Adopted figure 4-2: High-level scheme of the RPX service .....	96
Adopted figure 4-3: Step-by-step diagram of RPX authentication .....	97

## LIST OF ADOPTED TABLES

Adopted table 2-1: Work group description .....	26
Adopted table 2-2: A range of Web 2.0 technologies .....	42
Adopted table 2-3: Properties of synchronous and asynchronous means of communication .....	61
Adopted table 2-4: Summary of the benefits of ICT-enabled collaborative working .....	67
Adopted table 2-5: Summary of the barriers of ICT-enabled collaborative working .....	69
Adopted table 4-1: Comparison of formal ind informal information systems .....	87

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

OKRAJŠAVA	OPIS
<b>AJAX</b> asynchronous JavaScript and XML	skupina medsebojno povezanih spletnih razvojnih tehnik, uporabljenih za ustvarjanje interaktivnih spletnih aplikacij
<b>API</b> application programming interface	programski vmesnik
<b>ATOM</b>	skupina spletnih standardov za opis spletnih virov v jeziku XML
<b>BBS</b> bulletin board system	elektronska oglasna deska
<b>CMC</b> computer-mediated communication	računalniško posredovana komunikacija
<b>CSS</b> cascading style sheet	prekrivni slogi
<b>FTP</b> File Transfer Protocol	protokol za prenos datotek
<b>Gopher</b>	menijski strežnik, ki indeksira dokumente in jih na zahtevo dostavi prek ene ali več vgrajenih metod
<b>HTML</b> Hypertext Markup Language	označevalni jezik za oblikovanje večpredstavnostnih dokumentov, ki omogoča povezave znotraj dokumenta ali med dokumenti
<b>HTTP</b> Hyper Text Transfer Protocol	protokol za izmenjavo nadbesevil ter grafičnih, zvočnih in drugih večpredstavnostnih vsebin na spletu
<b>HTTPS</b> Hypertext Transport Protocol Secure sockets	protokol, ki omogoča varno internetno povezavo
<b>IaaS</b> Infrastructure as a service	infrastruktura kot storitev
<b>ICT</b> Information and communication technologies	informacijsko-komunikacijske tehnologije
<b>IMAP</b> Internet Message Access Protocol	standard za sprejemanje e-pošte
<b>IRC</b> Internet Relay Chat	internetni klepet
<b>IT</b> information technologies	informacijske tehnologije
<b>JSON</b> JavaScript Object Notation	standarden, človeku berljiv format za izmenjavo podatkov
<b>MIME</b> Multipurpose Internet Mail Extensions	standard za pošiljanje in sprejemanje elektronske pošte
<b>MMO</b> Massively Multi-player On-line	množična spletna večigralnost
<b>OWL</b> Web Ontology Language	jezik spletnih ontologij
<b>P2P</b> Peer-to-peer	vsak z vsakim

OKRAJŠAVA	OPIS
<b>PaaS</b> Platform as a Service	računalniško okolje kot storitev
<b>PC</b> Personal Computer	osebni računalnik
<b>POP3</b> Post Office Protocol, version 3	standard za sprejemanje e-pošte
<b>RDF</b> Resource Description Framework	ogrodje za opis virov
<b>REST</b> Representational State Transfer	oblika programske arhitekture, posebej značilna za spletne storitve
<b>RPC</b> Remote Procedure Call	klic oddaljene procedure
<b>RSS</b> Really Simple Syndication	protokol za objavo in distribucijo spletnih vsebin v zapisu XML
<b>SaaS</b> Software as a Service	programska oprema kot storitev
<b>SNS</b> Social Networking Services	storitve za spletno druženje in spoznavanje
<b>SOA</b> Service Oriented Architecture	storitveno usmerjena arhitektura
<b>SOAP</b> Simple Object Access Protocol	standard za spletne storitve, ki temelji na jeziku XML
<b>SPARQL</b> SPARQL Protocol and RDF Query Language	RDF povpraševalni jezik
<b>SQL</b> Structured Query Language	strukturirani povpraševalni jezik za delo s podatkovnimi bazami
<b>SWRL</b> Semantic Web Rule Language	predlog jezika za semantični splet, ki je kombinacija jezika OWL in jezika RML
<b>TFP</b> Total Factor Productivity	skupni faktor produktivnosti
<b>VO</b> Virtual Organization	virtualna organizacija
<b>VR</b> Virtual Reality	navidezna resničnost
<b>XML</b> eXtensible Markup Language	razširljivi označevalni jezik

**ANGLEŠKO-SLOVENSKI SLOVAR**

<b>ANGLEŠKO</b>	<b>SLOVENSKO</b>
application programming interface (API)	programski vmesnik
back-end system	zaledni sistem
broker	posrednik
bulletin board system (BBS)	elektronska oglasna deska
cascading style sheet (CSS)	prekrivni slogi
cloud computing	računalništvo v oblaku
collaboration technology	tehnologije za sodelovanje
community of interest	interesna skupnost
computer-mediated communication (CMC)	računalniško posredovana komunikacija
connector	konektor
cron job	načrtovana operacija
Enterprise 2.0	poslovno okolje 2.0
grid computing	mrežno (tudi ogrodno) računalništvo
hypertext markup language (HTML)	označevalni jezik za oblikovanje večpredstavnostnih dokumentov, ki omogoča povezave znotraj dokumenta ali med dokumenti
intermediary	posrednik
knowledge worker	strokovni delavec
loosely coupled	šibko povezan
many-to-many	vsak z vsakim
many-to-one	mnogi z enim
mapping	preslikave
markup language	označevalni jezik
mashup	prepletene storitev
massively multi-player on-line (MMO)	množična spletna večigralnost
maven	strokovnjak

ANGLEŠKO	SLOVENSKO
on-demand self-service	samopostrežba na zahtevo
one-to-many	eden z mnogimi
one-to-one	eden z enim
parsing	razčlenjevanje
peer-to-peer (P2P)	vsak z vsakim
pool	zaloga
rapid elasticity	hitra prožnost
real-time web (RT web)	splet v realnem času
requirements elicitation	izvabljanje zahtev
requirements engineering	inženirstvo zahtev
salesman	prodajalec
service oriented architecture (SOA)	storitveno usmerjena arhitektura
social graphing	socialno profiliranje
social network service (SNS)	storitev za spletno druženje in spoznavanje
software library	komponentna knjižnica
tag	označba
tightly coupled	tesno povezan
total factor productivity (TFP)	skupni faktor produktivnosti
trackback	povratna sled
web 2.0	splet 2.0
widget	gradnik

## 1 UVOD

Sodobno poslovno okolje postaja vedno bolj kompleksno, dinamično, intenzivno in informacijsko zahtevno. Novodobni trendi (kot so globalizacija, krajšanje življenjskih ciklov izdelkov in storitev, stopnjevanje konkurence, napredek informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT), prehod k elektronskemu poslovanju ipd.) zahtevajo od organizacij, ki želijo ostati konkurenčne, odzivnejši način delovanja, hkrati pa vire in aktivnosti usmerjajo k osnovnim dejavnostim (Škerlavaj in Dimovski, 2004). S prehodom v informacijsko družbo so se pričele razvijati nove organizacijske sheme, ki so prilagojene globalizaciji poslovanja ter vse večjim zahtevam trga (kvaliteta, dostopnost, unikatni izdelki, itd.; Dolenc et al., 2007).

Kljub temu, da je gradbena industrija v informacijsko dobo vstopila razmeroma pozno, so informacijske in komunikacijske tehnologije v tem kratkem času precej spremenile načine delovanja in komunikacije med procesi v oblikovanju grajenega okolja (Peansupap in Walker, 2006). Posledično je industrija v relativno zgodnji fazi uvajanja spletnih tehnologij, medtem pa se splet premika globoko v drugo fazo, kjer ni več samo vir informacij, temveč tudi način življenja in dela. V zadnjih letih je tudi v poslovnem svetu pritegnil veliko pozornosti fenomen spleta 2.0, ki velja za naslednji velik korak v evoluciji interneta in je vzrok velikim spremembam tako na tehnološkem kot tudi sociološkem področju.

### 1.1 Motivacija

Za industrijo, ki se ukvarja z grajenim okoljem, so značilna mala in srednje velika podjetja, ki se hitro spreminjajo, so porazdeljena, zaznamujejo pa jih tudi različno strukturirani podatki ter neenake programske rešitve. V takšnem okolju konkurenčno sposobnost določa informacijsko-komunikacijska infrastruktura, na kateri temeljijo tako prednosti kot tudi slabosti razširjene (virtualne) organizacije (Vakola in Wilson, 2004).

V gradbeništvu je delo po principu virtualnih organizacij (VO) prisotno že desetletja (Camarinha-Maros in Afsarmanesh, 1999). Komunikacija med različnimi partnerji v virtualni organizaciji običajno poteka s pomočjo informacijsko-komunikacijskih tehnologij.

Prav ustrezna ter učinkovita komunikacija med sodelujočimi je ključnega pomena za uspeh gradbenega projekta (Liu et al., 2006). V virtualni organizaciji je informacijsko-

komunikacijska povezljivost osnovni združevalni element za doseganje skupnih poslovnih ciljev med partnerji. Vsako podjetje, povezano v virtualno organizacijo, prinese svoje ključne sposobnosti in dopolnjuje zbrano kolektivno znanje, ki ga drugače ni mogoče najti v nobenem od posameznih podjetij navidezne organizacije. Ključno pri tem je, da se podjetja v virtualne organizacije povezujejo na najvišji (vodstveni) ravni, povezovalna informacijsko-komunikacijska infrastruktura pa se postavlja naknadno, pri čemer naj bi imelo vsako podjetje v povezavi koordiniran dostop do potrebnih podatkov ostalih podjetij.

Virtualne organizacije potrebujejo orodja ter infrastrukturo za koordinacijo in sodelovanje geografsko razpršenih delovnih skupin, ki krepijo zaupanje in socialno vključenost. Hkrati morajo VO upoštevati socialne in organizacijske značilnosti vsakega posameznega projektnega partnerja (Vakola in Wilson, 2004).

Liu et al. (2006) trdijo, da je za pretok informacij in ostale aktivnosti v gradbeniškem projektu ključnega pomena komunikacijski sistem, katerega naloga je povezovanje projektnih partnerjev. Guevara in Boyer (1981) poudarjata, da je komunikacijski sistem v gradbeništvu osrednji živčni sistem, ki velikemu številu ljudi omogoča opravljanje množice nalog na celosten in urejen način, pri čemer njihova prizadevanja in znanja usmerja k skupnemu cilju.

Turk (1992) je že pred dvema desetletjema ugotavljal, da informacijska tehnologija postaja najpomembnejši povezujoči dejavnik celotnega procesa projektiranja objektov. Danes povezuje vse vrste aktivnosti v gradbenih projektih, tako v procesu načrtovanja kot tudi gradnje in vzdrževanja.

V zadnjem desetletju se je velika večina delovne sile (iz raziskovalne sfere in iz industrije) priučila uporabe interneta in spletnih tehnologij. Spletna orodja so prisotna v vsakdanjem življenju večine ljudi, saj so prosto dostopna, obenem pa vsak trenutek nudijo želeno funkcionalnost s pomočjo preprostih, intuitivnih, samoopisnih in k uporabniku usmerjenih vmesnikov, ki vedno delujejo. Novejše raziskave so pokazale, da se večja tudi število uporabnikov, ki tovrstna orodja uporabljajo v poslovne namene, in sicer neodvisno od politike družbe, ki zaposluje (Young, 2007).

Projekcije kažejo, da bi naj bile zahteve in pričakovanja uporabnikov že v tem letu neposredni povod za nakup oziroma najem kar polovice vseh programskih orodij, strojne opreme in ostalih storitev za delo (Gartner, 2008). Trend se imenuje tehnološki populizem, ki ga Gartner (2008) definira kot »smer sprejemanja, ki jo vodi s tehnologijo dobro seznanjena delovna sila, ki sama skrbi za orodja za sodelovanje, informacijske vire in socialna omrežja, za kar je potrebna minimalna (ali pa tudi to ne) tekoča informacijska podpora jedra organizacije«.

## 1.2 Opis problema

Učinkovito komuniciranje v gradbeništvu omejujejo predvsem tradicionalne oblike informacijsko-komunikacijskih sistemov. Šuman (2008:18) je problematiko neučinkovite komunikacije med udeleženci v procesu priprave na gradnjo in dejanske gradnje objektov združila v naslednje sklope:

- neizkoriščenost informacijskih sistemov: ti sicer zagotavljajo informacijske pretoke, a niso izkoriščeni v celoti;
- neažurnost zapisanih informacij ter neformalna narava dejanske izmenjave informacij;
- omejitve »papirne« oblike dokumentacije (pri posredovanju, potrjevanju, hrambi itd.);
- visoka stopnja neformalnega komuniciranja;
- komunikacijske ovire ter posledično nezmožnost dostopa do informacijskih virov;
- nepotrebne komunikacijske poti znotraj organizacij;
- nepoznavanje prednosti uporabe IKT pri delu.

Tako raziskovalna kot tudi gospodarska sfera se že desetletja trudita izboljšati komunikacijo med sodelavci gradbenih projektov, saj se ocenjuje, da bi lahko učinkovita komunikacija zmanjšala stroške gradnje tudi za 25 % (Davidson in Moshini, 1990, cit. po Bowden, 2004:7). Prav IKT se pogosto omenja kot mehanizem, ki bi lahko v gradbeništvu prinesel pozitivne spremembe pri sodelovanju in komuniciranju tako med posamezniki in skupinami v podjetju kot tudi med investitorji, projektanti, dobavitelji, podizvajalci in drugimi. Kljub temu se industrija do danes ni prilagodila zahtevam posameznikov, ki si želijo dostopa do informacij in komunikacije z vpletenimi strankami na dejanski lokaciji izvajanja aktivnosti (Bowden, 2004). Gradbena industrija išče rešitev v elektronski izmenjavi informacij, implementaciji ter koriščenju potencialov IKT (Wilkinson, 2005; Dainty et al., 2006; Šuman, 2008). Kljub temu,



da mnoga podjetja investirajo v uporabo programskih aplikacij za podporo projektnemu komuniciranju, načrtovanih ciljev ne dosegajo (Šuman, 2008).

Tenah (1986) izpostavlja, da gradbena podjetja mnogokrat kupujejo obširne pakete informacijsko-komunikacijskih sistemov brez pregleda in preučitve funkcionalnosti ter (še bolj pomembno) informacijskih potreb svojega osebja. Tako se tovrstni sistemi po nakupu prilagajajo specifični dela znotraj organizacije, ki je sistem kupila, mnogokrat pa se mora v končni fazi osebje prilagajati informacijskemu sistemu in ne obratno. Posledica je ta, da tudi ob visoki investiciji sistem morebitnim prednostim navkljub pri končnih uporabnikih ni sprejet.

Dodatni problem predstavlja tudi samo delo z zahtevnimi in kompleksnimi informacijskimi sistemi. Froese in Han (2009) trdita, da lahko novo razvite informacijsko-komunikacijske tehnologije gradbeništvo in gradbene procese tudi zapletejo, pri tem pa ugotavljata, da je uspeh raziskav in razvoja IKT v gradbeništvu odvisen predvsem od sposobnosti obvladovanja kompleksnosti celotnega sistema.

Pazlar et al. (2004) so med zaključki projekta prodAEC opozorili, da bi se razvoj za gradbeništvo primernih informacijskih in komunikacijskih tehnologij moral v prvi vrsti usmeriti v izboljšanje produktivnosti, v prakso pa bi morale biti vpeljane šele takrat, ko bi bile preverjene in uporabnikom prijazne ter bi bilo zagotovljeno ustrezno izobraževanje. Žal je prav na teh točkah prepad med raziskovalno sfero in prakso pogosto precej globok.

Raziskovalci se vseskozi trudijo ostati v stiku z najnovejšimi dosežki na področju IKT, pri tem pa pogosto pozabijo, da uvajanje informatike v podjetje ne sme biti cilj, temveč le sredstvo za doseganje ekonomskih (in drugih) učinkov (Turk, 2001a). Vzroke gre iskati tudi v razdrobljenosti industrije, saj so podjetja z manj kot 10 zaposlenimi večinoma premajhna, da bi bila sposobna kontinuirano vlagati v tehnološki razvoj.

Turk (2001a) je zapisal, da kontinuirano in vzporedno delo na projektih onemogoča uvajanje novih tehnologij v večjih korakih (kot si jih lahko na primer privošči podjetje, ki načrtuje manj izdelkov, npr. avtomobile, letala ali ladje, in ki za razvoj vsakega novega

izdelka/modela uvede spremembe tehnologije). Namesto tega se v gradbeništvu izvaja evolucija s postopnimi majhnimi spremembami, ki so jih zaposleni sposobni izvesti v okviru svojega dela in lovljenja rokov glede tekočih projektov. Turk (2001a) je poleg tega poudaril, da mora vsaka nova tehnologija v gradbeništvu kmalu prinesiti rezultate (navadno že v okviru prvega projekta, pri katerem je uporabljena), drugače ne dočaka nove priložnosti.

Za razliko od kompleksnih informacijsko-komunikacijskih sistemov so se v zadnjem obdobju uveljavile preproste, a učinkovite storitve sodobnega spleta, imenovanega tudi splet 2.0. Splet 2.0 predstavlja drugo generacijo svetovnega spleta, zanj pa je značilen prehod od klasičnih statičnih spletnih strani k dinamičnim spletnim stranem, deljenju vsebine in socialnemu mreženju ter posledično strmemu naraščanju priljubljenosti pri končnih uporabnikih. Buytendijk et al. (2008) ugotavljajo, da storitve za spletno druženje in spoznavanje predstavljajo zaželen način komunikacije ne samo s prijatelji in družino, temveč tudi s podjetji in poslovnimi partnerji. Zato tehnološko ozaveščena delovna sila pričakuje enako preprosta in učinkovita orodja za komuniciranje tudi v svojem delovnem okolju.

V prid uporabi tehnologij spleta 2.0 v poslovnem okolju (kar označujemo kot poslovno okolje 2.0) gradbene industrije govori tudi zmanjšanje stroškov za nakup in vzdrževanje. Ocenjeni vstopni stroški so namreč nižji, poslovni modeli podjetij, ki ponujajo orodja in storitve za poslovno okolje 2.0, pa malim in srednje velikim podjetjem precej bolj prijazni.

### **1.3 Hipoteza in cilji**

Naš cilj je preveriti najnovejša tehnološka in znanstvena spoznanja s področij virtualnih organizacij ter preveriti možnost uporabe tehnologij spleta 2.0 z namenom zagotavljanja inženirske informacijsko-komunikacijske platforme za prilagodljiv, varen in robusten način komuniciranja ter učinkovit dostop do informacij. Pri tem želimo k urejanju informacij pristopiti od zgoraj navzdol in preveriti, ali koristi takšnega načina odtehtajo zahtevani vložek.

Hipoteza je naslednja: *»Storitve spleta 2.0 so dobra osnova za učinkovito komunikacijo in sodelovanje v gradbeniški virtualni organizaciji, verjetno pa na nekaterih področjih (varnost, strukturirani inženirski podatki) terjajo dodaten razvoj.«*

Več let so razvijalci programske opreme prepričevali odločevalce v gradbenih organizacijah, da za reševanje še tako preprostih nalog potrebujejo zahtevne in obsežne informacijske sisteme, ki procesov niso olajšali, temveč so jih še zapletali. V okviru VO v gradbeništvu je ta problem še posebej pereč, saj lahko VO prednosti informacijsko-komunikacijske infrastrukture izkoristi šele takrat, ko so vsi partnerji na enaki stopnji tehnološke opremljenosti in pismenosti.

Po zlomu internetnega balona na prelomu tisočletja se je pojavila množica učinkovitih spletnih orodij in storitev, ki predstavljajo cenovno ugodno alternativo dragim podjetniškim programskim rešitvam, ki si jih lahko privoščijo le redka gradbena podjetja (Cook, 2008). Zanima nas, ali je tovrstne storitve mogoče vključiti v arhitekturo distribuiranega sistema za komunikacijo in sodelovanje v gradbeniški virtualni organizaciji.

Naloge, ki bodo v okviru disertacije opravljene in bodo vodile k rešitvi problema ter oceni pravilnosti hipoteze, imajo naslednje cilje:

- preučiti značilnosti komunikacije v gradbeni industriji, identificirati ključne ovire za učinkovito komuniciranje ter opredeliti odnos akterjev pri gradbenih projektih do IKT;
- preučiti sodobne spletne standarde, trende in tehnologije, ki jih je možno uporabiti v dinamičnem poslovnem okolju ter jih vključiti v predlagano arhitekturo informacijsko-komunikacijskega sistema;
- preučiti značilnosti virtualnih organizacij v gradbeni industriji ter ključne zahteve, ki jih mora informacijsko-komunikacijska infrastruktura upoštevati;
- zasnovati arhitekturo informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje med strokovnjaki znotraj virtualne organizacije s pomočjo tehnologij in orodij spleta 2.0;
- glede na predlagano arhitekturo s pomočjo prototipov preizkusiti predlagane koncepte ter tako preveriti podano hipotezo.

Poleg tega želimo preveriti, ali je popularizacija spleta, spletnih orodij in tehnologij vplivala tudi na podjetja v slovenski gradbeni industriji ter kakšno je trenutno stanje uporabe IKT v gradbeništvu v Sloveniji.

Pri izdelavi disertacije smo uporabili metodološki pristop dela po korakih, ki so vodili vse od motivacije raziskovanja, opredelitve problema, oblikovanja delovne hipoteze in pregleda stanja do njenega testiranja, opisa rezultatov ter podanih sklepov. Uporabljene raziskovalne metode so prikazane v preglednici 1-1.

**Preglednica 1-1: Uporabljene raziskovalne metode**

**Table 1-1: Research methods used**

Cilj	Raziskovalne metode			
	Pregled literature	Raziskava	Primeri uporabe	Testiranje
Preučiti značilnosti komunikacije v gradbeni industriji, identificirati ključne ovire za učinkovito komuniciranje ter opredeliti odnos akterjev pri gradbenih projektih do IKT.	P	S		
Preučiti sodobne spletne standarde, trende in tehnologije, ki jih je možno uporabiti v dinamičnem poslovnem okolju ter jih vključiti v predlagano arhitekturo programskega sistema.	P			
Preučiti značilnosti virtualnih organizacij v gradbeni industriji ter ključne zahteve, ki jih mora informacijsko-komunikacijska infrastruktura upoštevati.	P	S	S	S
Zasnovati arhitekturo programskega informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje med strokovnjaki znotraj virtualne organizacije s pomočjo tehnologij in orodij spleta 2.0.	S	S	P	P
Glede na predlagano arhitekturo s pomočjo prototipov preizkusiti predlagane koncepte ter tako preveriti podano hipotezo.			S	P
Preveriti, ali je popularizacija spleta, spletnih orodij in tehnologij vplivala tudi na podjetja v slovenski gradbeni industriji ter kakšno je trenutno stanje uporabe IKT v gradbeništvu v Sloveniji.	S	P		

**P** primarna metoda

**S** sekundarna metoda

## 1.4 Struktura naloge

Disertacija je razdeljena na pet vsebinskih poglavij.

**Poglavje 1** predstavlja uvod v disertacijo. Namenjeno je uvodni predstavitvi problema in motivacije, opisu problema, postavitvi hipoteze ter predstavitvi ciljev.

**Poglavje 2** podaja teoretična izhodišča za opravljeno raziskavo:

- opravljen je bil podroben pregled značilnosti komuniciranja, vrste komunikacij, modelov komunikacije, predstavljeni so komunikacijski mediji in njihov tehnološki razvoj ter topologija komunikacijskih povezav;
- predstavljene so značilnosti komunikacije in sodelovanja v gradbeništvu. Podane so komunikacijske prelomnice v opravljanju gradbeniškega poklica, komunikacijski model v gradbeništvu ter vpliv organizacijske strukture na komunikacijo in sodelovanje;
- pripravljen je pregled vpliva informacijsko-komunikacijskih tehnologij na produktivnost, sodelovanje ter gradbeništvu;
- identificirane so ključne informacijsko-komunikacijske tehnologije za sodelovanje.

**Poglavje 3** opisuje izvedeno raziskavo o rabi IKT v slovenskem gradbenem sektorju, predstavlja rezultate in podaja osnovno primerjavo s podobnimi raziskavami, opravljenimi v Sloveniji, Evropi in svetu.

**Poglavje 4** je namenjeno zasnovi informacijsko-komunikacijskega sistema za sodelovanje v gradbeništvu. Zasnovali smo ga na podlagi pregleda literature ter dognanj raziskave iz poglavja 3. Prestavljamo identifikacijo ključnih zahtev, zasnovo, opis razvojnega pristopa, arhitekturo sistema ter tudi dejansko implementacijo. Poglavje zaključujejo primeri uporabe ter uporabniški scenariji.

**Poglavje 5** povzema glavne ugotovitve opravljene raziskave in hkrati podaja izzive za nadaljnje delo.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Gradbeništvo<sup>1</sup> je ena od informacijsko in podatkovno najbolj zahtevnih industrij (Tam, 1999), še posebej pa ga zaznamujeta kompleksnost in enkratnost izdelkov (stavbe, ceste, mostovi) ter gradbenih procesov (Menzel in Keller, 2006; Turk in Fruchter, 2000). Spremembe načrtov, nepričakovani dogodki in kritične situacije so na gradbiščih neizogibne. Med vzroki za prekoračitev rokov in proračuna v gradbenih projektih najpogosteje najdemo nezadostno komunikacijo in koordinacijo opravil zaradi pomanjkanja informacij, ki so nepopolne, neprimerne, netočne in nezadostne ali pa kar vse od naštetega (Löfgren, 2005). Količina ustvarjenih informacij (skice, načrti, fotografije, finančna poročila, dokumenti, plani dela in urniki itd.), pa naj je projekt še tako majhen, je izjemno velika (Tam, 1999).

Turk (2001a) ugotavlja, da se gradbena industrija (oz. njena veja, tj. gradbena informatika) ukvarja skoraj izključno z obliko in vsebino informacij ter izmenjavo teh informacij med programi (s tem področjem so se podrobneje ukvarjali tudi Cerovšek (2002), Petrinja (2007) in Pazlar (2008)), veliko manj pa z izmenjavo informacij med ljudmi oz. širše s komunikacijo. Šele v zadnjem času raziskovalci več pozornosti namenjajo študiju komunikacij in sodelovanju med ljudmi. Pravilna in učinkovita komunikacija med sodelujočimi v navidezni organizaciji ima pomemben vpliv na uspešnost vsakega gradbenega projekta (Tam, 1999; Liu et al., 2006; Becerik, 2004; Emmitt in Gorse, 2003; Dainty et al., 2006).

### 2.1 Komunikacija

Za nadaljnje delo je nujno opredeliti, kaj komunikacija oziroma komuniciranje sploh je.

Enotne definicije, ki bi dobro opisala vse lastnosti pojava, ki mu pravimo komuniciranje, ni. V literaturi najdemo več definicij, pri čemer se vsaka od njih osredotoči na drug del komunikacije, za nobeno od definicij pa ne moremo trditi, da je samo ta točna, medtem ko so druge napačne.

---

<sup>1</sup> Kot gradbeništvo razumemo industrijo, ki se ukvarja z grajenim okoljem in ki jo v tuji literaturi označuje okrajšava AEC/FM (arhitektura, inženirstvo, gradbeništvo, upravljanje z nepremičninami; angl. architecture, engineering, construction, facilities management).

Trenholmova in Jensnova (2000, cit. po Ule, 2009:17), nekoliko bolj splošna, definicija pravi, da »je komuniciranje proces, s pomočjo katerega ljudje skupno ustvarjamo in upravljamo socialno stvarnost«. Iz nje sledi (Ule, 2009):

- komuniciranje je spreminjajoč se proces, ki ga je nemogoče opazovati kot celoto;
- komuniciranje je edinstveno človeško in ga uporabljamo zato, da pojasnujemo vedenje ljudi;
- komuniciranje je skupnostna dejavnost, ki se vedno nanaša na vsakdanjo izmenjavo materialnih in simbolnih dobrin, občutkov, misli ter tudi socialno delovanje;
- komuniciranje je ustvarjalno;
- komuniciranje je urejevalno, saj z njim delujemo na svet okoli sebe.

Implikacije so širše (Ule, 2009:18):

- veliko tega, za kar mislimo, da je stvarno, je produkt komuniciranja;
- komuniciranje ima moč nadzora nad našim mišljenjem in zunanjim vedenjem;
- komuniciranje se vedno dogaja v družbenem kontekstu, ki postavlja splošna pravila in merila intersubjektivnega sveta;
- komuniciranje zahteva sodelovanje.

Podrobnejši pregled literature pokaže, da obstaja več tradicij, iz katerih izhajajo komunikacijske teorije. Griffen (2006) jih je naštel sedem:

- **socio-psihološka tradicija:** komunikacija kot medosebni vpliv. Raziskovalci iz te smeri verjamejo, da obstajajo komunikacijske resnice, ki jih je možno odkriti s pomočjo natančnega in sistematičnega opazovanja;
- **kibernetska tradicija:** komuniciranje kot obdelava informacij. Smer izhaja iz informacijske paradigme komuniciranja, ki temelji na informacijski teoriji Shannona in Weaverja. Zasnovana je na modelih komuniciranja kot prenosu informacij med sporočevalcem in prejemnikom prek določenega kanala;
- **retorična tradicija:** komunikacija kot spretno ljudsko vedenje. Za to tradicijo je značilno prepričanje, da je predvsem sposobnost govornega izražanja to, kar loči razumnega človeka od živali;

- **semiotična tradicija:** komunikacija kot proces deljenja pomenov s pomočjo znakov. Ukvarja se predvsem z razlago in zmanjšanjem števila nesporazumov, ki nastanejo zaradi nejasnih ali celo dvoumnih simbolov;
- **socio-kulturna tradicija:** komunikacija kot ustvarjanje in utemeljevanje socialne realnosti. Tradicija temelji na predpostavki, da medtem ko ljudje govorijo, ustvarjajo in poustvarjajo kulturo;
- **kritična tradicija:** komuniciranje kot razmišljujoč odziv krivične razprave. Kritični teoretiki ohranjajo svojeglavost kot pristno kvaliteto filozofske misli. Kritični so do vseh ostalih komunikacijskih tradicij, pri čemer se ne opredelijo natančno, kaj zagovarjajo;
- **fenomenološka tradicija:** komunikacija kot subjektivno doživljanje samega sebe in ljudi okoli sebe s pomočjo dialoga.

Inženirskemu dojetanju problema so najbližje informacijske in interakcijske teorije komuniciranja, ki izhajajo iz kibernetске tradicije. Za namene tega raziskovalnega dela je tako morda najprimernejša definicija, ki pravi, da »o komuniciranju govorimo tedaj, ko med nami in našimi partnerji teče kontinuiran tok sporočil« (Adler in Roman, 2003, cit. po Ule, 2009:16). Pri tem moramo sporočila, ki jih sprejemamo od drugih, dekodirati, sporočila, ki jih oddajamo sami, pa kodirati. Komuniciranje teče po zunanji (med ljudmi) in notranji (od receptorjev do efektorjev in nazaj) mreži, sporočila pa so lahko besedne ali nebesedne narave. Pri tem je pomembno, da gre za s pravili urejen tok sporočil med osebami (Ule, 2009).

### 2.1.1 Vrste komunikacije

Najbolj razširjena razdelitev pozna štiri ravni komunikacije, pri katerih število udeležencev v komunikacijskem procesu progresivno narašča. Tako Emmit in Gorse (2003) kot tudi Dainty et al. (2006) in Ule (2009) so jih razdelili na:

- **znotrajosebno komuniciranje:** zajema enega človeka in njegovo procesiranje informacij. Osnovna razlika med znotrajosebnim in medosebnim načinom komuniciranja je v zaznavanju napak, saj je v znotrajosebnem komuniciranju skoraj nemogoče zaznati napačne interpretacije lastnih sporočil. Ta vrsta komunikacije igra posebno vlogo v primerih, ko posameznik sprejema odločitve. Ker pa je v



komunikaciji udeležen samo en človek, te ravni komunikacije mnogo avtorjev ne upošteva;

- **medosebno komuniciranje:** komunikacija oziroma izmenjava signalov in sporočil med osebami (običajno med dvema osebama, lahko tudi več, odvisno od definicije skupine). Znotrajosebna in medosebna komunikacija skupaj omogočata procesiranje informacij in sprejemanje skupnih odločitev. Psihologi so mnenja, da prav iz medosebnega izhajajo vse druge oblike komuniciranja;
- **komuniciranje v skupinah:** združuje več kot dve osebi, vendar gre za komuniciranje v manjši, zaključeni skupini ljudi. Od medosebnega komuniciranja se razlikuje po tem, da pri skupinskem komuniciranju ni nujno, da vsak udeleženec dejavno sodeluje v komunikacijskem procesu, kar je značilno za medosebno komuniciranje;
- **komuniciranje med skupinami:** v tem primeru skupina ali posameznik posreduje sporočilo več drugim skupinam znotraj neke (lahko tudi virtualne) organizacije.

Emmit in Gorse (2003) sta dodala še:

- **množično komuniciranje:** sporočilo je v tem primeru prek medija (radio, televizija, časopis itd.) poslano širšemu občinstvu. V primeru množičnega komuniciranja ima tisti, ki je sporočilo poslal, zelo malo ali nič nadzora nad tem, koliko ljudi je sporočilo prejelo. Dodatno težavo predstavlja dejstvo, da je dekodiranje sporočila odvisno od prejemnikove kulture in norm, zato si ga lahko prejemnik tolmači drugače kot pošiljatelj.

Standardna klasifikacija v literaturi s sociološkim in psihološkim ozadjem omenjene štiri ravni razdeli nekoliko drugače, saj zanemarja znotrajosebno komunikacijo in uvaja koncept množičnega komuniciranja, razdelitev pa je še več.

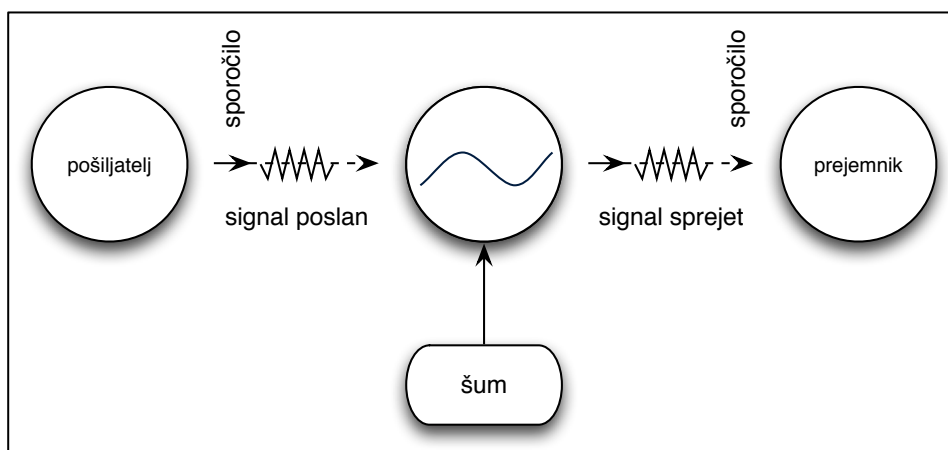
### 2.1.2 Linearni in interakcijski model komunikacije

Skupna predpostavka linearnih in interakcijskih modelov je, da se informacije in pomeni prenašajo med udeleženci komunikacijske situacije (Ule, 2009). To je zlasti očitno v primeru poenostavljenega modela komunikacije Shannona in Weaverja (glej sliko 2-1), ki so ga, predvsem zaradi njegove preprostosti, prevzeli mnogi raziskovalci in predstavlja podlago linearnemu pristopu k študijam o človeški komunikaciji.

Da bi bila uspešno posredovana, mora (po poenostavljeni interpretaciji modela Shannona in Weaverja) biti informacija (Emmit in Gorse, 2003; Dainty et al., 2006):

- kodirana (na pošiljateljevi (tvorčevi) strani);
- poslana;
- odporna na popačenja zaradi šuma;
- dekodirana (na prejemnikovi (naslovnikovi) strani).

Ule (2009) ugotavlja, da je takšno (prenosno) pojmovanje privlačno predvsem zato, ker se ujema s prenosom sporočil na daljavo s pomočjo informacijskih medijev, pri čemer je sam proces razumljiv vsem ljudem, ne samo strokovnjakom za komuniciranje.

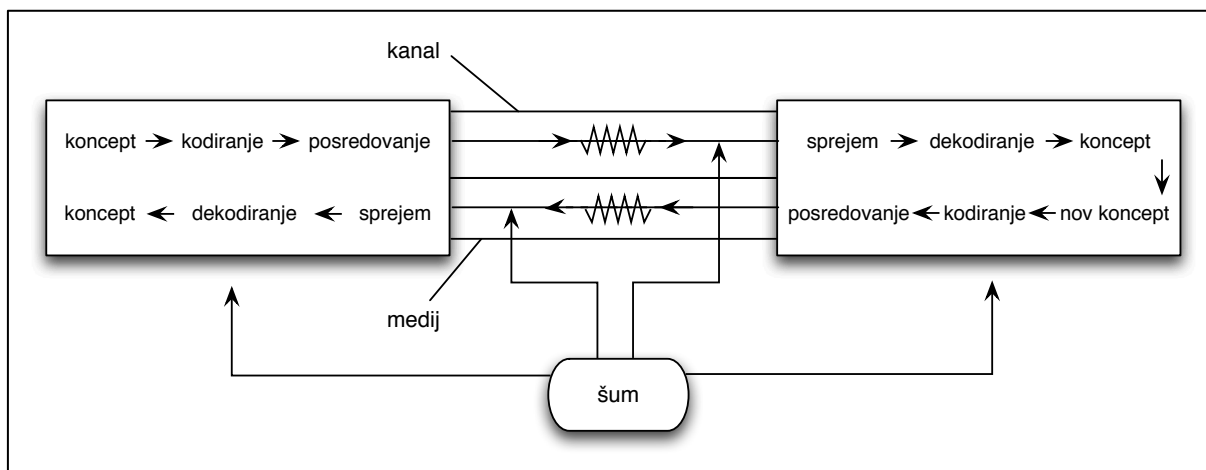


**Slika 2-1: Poenostavljen linearni model komunikacijskega procesa Shannona in Weaverja (prirejeno po Emmit in Gorse, 2003:34; Griffen, 2006:24; Dainty et al., 2006:55; Otter, 2005:5)**

**Figure 2-1: Simplified Shannon & Weaver's linear model of the communication process (adapted from Emmit & Gorse, 2003:34; Griffen, 2006:24; Dainty et al., 2006:55; Otter, 2005:5)**

Čeprav je bistvena prednost modela Shannona in Weaverja prav preprostost (izhaja iz poskusa opisa delovanja telekomunikacijskih sistemov), pa ta zakriva precej kompleksen nabor parametrov, ki vplivajo na način posredovanja in interpretacije posredovanih informacij, zato je bil ostro kritiziran. Med drugim zanemarija pomen odziva ter dejstvo, da je komunikacija v osnovi dvosmerna (Dainty et al., 2006). Kljub temu je bilo prav iz modela Shannona in Weaverja razvitih več drugih, ki so se osredotočili na komunikacijo kot dvosmeren (interakcijski) proces, prav tako pa so poudarili pomen vrste komunikacijskega medija in

kanala, po katerem informacija potuje. Eden takšnih je Bagulejev model komunikacijskega procesa (glej sliko 2-2).



**Slika 2-2: Bagulejev model komunikacijskega procesa (prirejeno po Dainty et al., 2006:57)**

**Figure 2-2: Baguley's model of the communication process (adapted from Dainty et al., 2006:57)**

S tem modelom je komunikacija predstavljena kot precej bolj dinamičen in iterativen proces, kjer pošiljatelj (in tudi prejemnik) kontinuirano prejema odziv, na katerega pa ima vpliv šum, ki je vedno prisoten. V modelu ima pomembno vlogo medij oziroma način/vrsta sporočila (govor, pisava, skica itd.), prav tako pa je pomemben kanal, po katerem sporočilo potuje (telefon, pismo, elektronsko sporočilo, sestanek itd.) (Dainty et al., 2006).

Čeprav je tudi ta model doživel precej kritik in popravkov (očitali so mu predvsem, da ne zajame vseh zunanjih vplivov na komunikacijski proces), velja ocena, da je za dojetje pomena komunikacije na inženirskem nivoju dovolj podroben.

### 2.1.3 Teorija govornih dejanj

Privlačnost prenosnega pojmovanja komuniciranja, po katerem je komuniciranje stvar razuma, ki operira z informacijami, sporočili, pomeni, kodi, mentalnimi predstavami in mislimi, je v tem, da se zelo dobro ujema s prenosom sporočil na daljavo s pomočjo elektronskih medijev. Vendar, kot ugotavlja Ule (2009), komuniciranje ne temelji zgolj na verigi sporočil, temveč na celi vrsti socialnih dejanj.

Turk (1998) zapiše, da najpomembnejša človeška aktivnost ni »procesiranje« (kot sta na primer reševanje problemov in odločanje), ampak vzdrževanje mreže pogovorov, ki vodijo k dejanjem. Teorija govornih dejanj tako ugotavlja, da skušamo pri sporazumevanju z izrečenimi besedami pogosto »doseči neki cilj oziroma namero z vplivanjem na naslovnika in posledično z vplivanjem na stanje ali potek dogodkov« (Verdonik, 2005:52). Teorija torej sporočil ne tolmači kot izmenjavo informacij, temveč jih obravnava kot osnovo za delovanje (Turk in Lundgren, 1999).

Nastavke za teorijo govornih dejanj je postavil Austin, ki je opozoril, da so filozofi napačno domnevali, da »lahko *trditev* zgolj *opiše* stanje stvari ali *ugotovi dejstvo*, in da mora to napraviti bodisi resnično bodisi neresnično« (Austin, 1990:13, cit. po Verdonik, 2006). Ule (2009) ugotavlja, da je po Austinovem mnenju vsak človeški govor neko delovanje, ki vsebuje določen motiv, cilj in dosežek. Tako je Austin ločil tri vrste govornih dejanj (Verdonik, 2006; Ule, 2009):

- **lokucijska dejanja:** izjave, ki izražajo stanja stvari. Vsa dejavnost je omejena na izrekanje s smislom in referenco. Austin je menil, da je to »okvirno enakovredno pomenu v tradicionalnem smislu« (Austin, 1990, cit. po Verdonik, 2006);
- **perlokucijska dejanja:** dejanja, s katerimi vplivamo na poslušalca, da nekaj naredi. S tem, kar rečemo, dosežemo nek učinek (prepričamo, pregovorimo, presenetimo itd.);
- **ilokucijska dejanja:** dejanja, ki že po svoji vsebini govorca ali poslušalca navajajo k nekemu dejanju (obvestimo, ukažemo, posvarimo itd.).

Turk (1998) meni, da morajo, ob upoštevanju teorije govornih dejanj, informacijske tehnologije prvenstveno omogočati vzdrževanje mreže pogovorov med udeleženci v projektu, ki posledično vodijo k dejanjem. Organizacije lahko tako razumemo kot prepleteno mrežo odgovornosti med naročniki in izvajalci, računalniško podprte pa morajo biti predvsem naslednje operacije (Turk, 1998; Turk in Lundgren, 1999):

- izmenjava govornih dejanj;
- nadzor opravljenih dejanj;
- vzdrževanje začasnih povezav;
- pregled omrežja;
- samodejna obdelava ponovitev.

#### 2.1.4 Mediji in njihov tehnološki razvoj

V mnogih teorijah ni razlike med medijem in komunikacijskim kanalom ali pa je precej zabrisana. Lorbek (2005) ugotavlja, da v komunikacijskih vedah medij predstavlja posredniško substanco, prek katere se sporočilo oziroma informacija prenaša. Sam medij definira kot »sredstvo prenašanja informacij, podatkov, sporočil, saj predstavlja nekaj, kar je med informacijo in prejemnikom le-te« (Lorbek, 2005:7).

Šercar (2001:10) podobno trdi, da so mediji »tehnične alternative materialnih nosilcev sredstev za beleženje in shranjevanje prikazovanj«, in razlikuje:

- sredstva za prikazovanje (govor, jezik, ples, glasba, slika, plastika itd.);
- sredstva in sisteme za beleženje prikazovanj (jamske slike, črkovni sistem za glasove, grški alfabet, latinica, cirilica, številke, zemljevidi, note itd.);
- materialne nosilce sredstev za beleženje in arhiviranje prikazovanj:
  - naravni materiali (kamen, kost, les);
  - človekovi izumi (keramična ploščica, papirus, pergament, papir, fotografija, elektronski mediji).

Tehnološki razvoj medijev je povzročil tri komunikacijske revolucije (Šercar, 2001):

- prva komunikacijska revolucija: izum tiska (sredina 15. stoletja);
- druga komunikacijska revolucija: elektronska revolucija:
  - izum fotografije, telegrafa, telefona, kinematografije;
  - izum množičnih občil (radia, zvočnega filma, televizije);
- tretja komunikacijska revolucija: digitalna revolucija:
  - izum računalnika in osebnega računalnika;
  - izum interneta (1990);
  - izum mobilne telefonije (1991);
  - izum svetovnega spleta (1995).

Z digitalno revolucijo in pojavom interneta se je pojavila pestra paleta komunikacijskih orodij, ki omogočajo komuniciranje po različnih modelih.

V tovrstnem smislu se je dodobra uveljavila klasifikacija modelov glede na komunikacijska razmerja med udeleženci (Škerlep, 1998; Logar, 2005):

- eden z enim (medosebna komunikacija);
- eden z mnogimi (množično komuniciranje);
- mnogi z enim.

Ob študiju informacijsko-komunikacijskega medija se pojavlja tudi četrti model:

- vsak z vsakim (tudi mnogi z mnogimi, skupinsko ali mrežno komuniciranje).

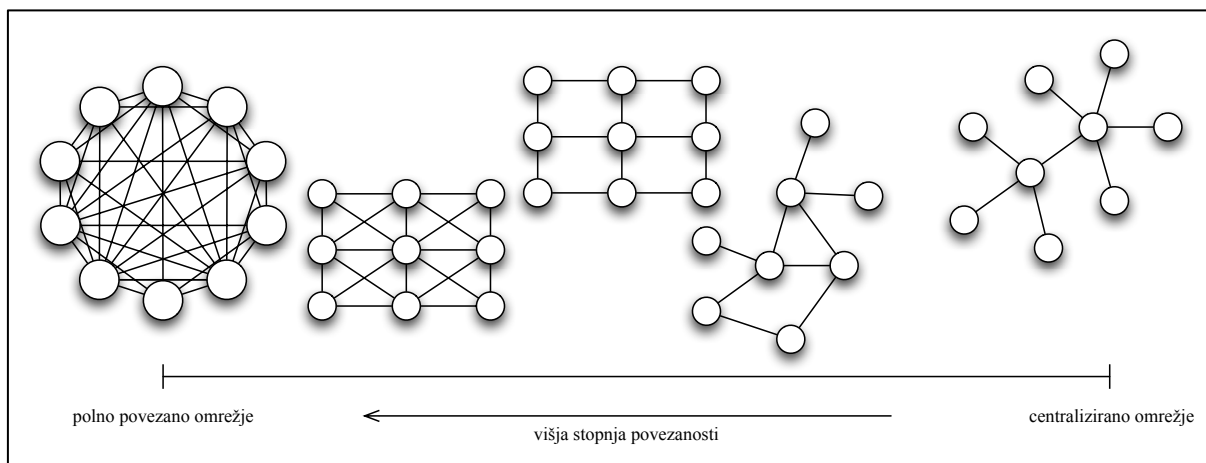
Škerlep (1998) meni, da je ta model ustrezen le, če gledamo internet kot celoto (kot distribuirano omrežje), v splošnem pa računalniško posredovana komunikacija teče po prej navedenih modelih. Vendar pa pri digitalni revoluciji ni pomemben samo tehnološki preboj, potrebno se je zavedati tudi sprememb v družbi in družbeno kulturnih vzorcih, ki jih je povzročila nova tehnologija (Logar, 2005).

Zaradi velikega vpliva tehnologije na značilnosti in naravo komunikacije se lahko pojavi nevarnost zdrsa v tehnološki determinizmu, ki specifičnost komunikacijske prakse reducira na tehnološke lastnosti komunikacijskega medija, prek katerega poteka (Škerlep, 1998). Po tej teoriji je tehnologija glavna gonilna sila socialnih in družbenih sprememb (Chandler, 1995). V zgodovinskem razvoju komunikologije sta bila kot tehnološka determinista kritizirana predvsem Harold Innis in Marshall McLuhan, ki sta razvoj človeške civilizacije opredelila z razvojem komunikacijskih tehnologij. Glavni adut kritikov teorije je, da je izhodiščna postavka le delno veljavna, saj komunikacijska tehnologija dejansko sodoloča komunikacijsko prakso (Škerlep, 1998). Vzrok za spremembe naj bi bil v resnici človek, ki tehnologijo razvija in uporablja kot sredstvo za določene namene, pri čemer je res, da je s tem tudi močno tehnološko odvisen (Šercar, 2001).

### **2.1.5 Topologija (komunikacijskih) mrežnih povezav**

Cerovšek (2002) meni, da lahko informacijski tok obravnavamo kot povezavo, ki obstaja, kadar obstajajo medij, pošiljatelj in prejemnik ter sporočilo kot predmet komunikacije. Komunikacija lahko vključuje več pošiljateljev in prejemnikov. Prejemnik je lahko hkrati tudi pošiljatelj, v kolikor pa predmeta komunikacije ne uporabi, pravimo, da je zgolj posrednik.

Način poteka komunikacije lahko pokažemo s strukturami komunikacijskih povezav (Cerovšek, 2002), ki jih Emmitt in Gorse (2003) imenujeta komunikacijski modeli, Sanchez-Silva (2009) pa mrežni tipi. Dejansko govorimo o topologiji komunikacijskega omrežja, ki opredeljuje povezanost posameznega omrežja oziroma posameznih komponent v omrežju (glej prevzeto sliko 2-1).

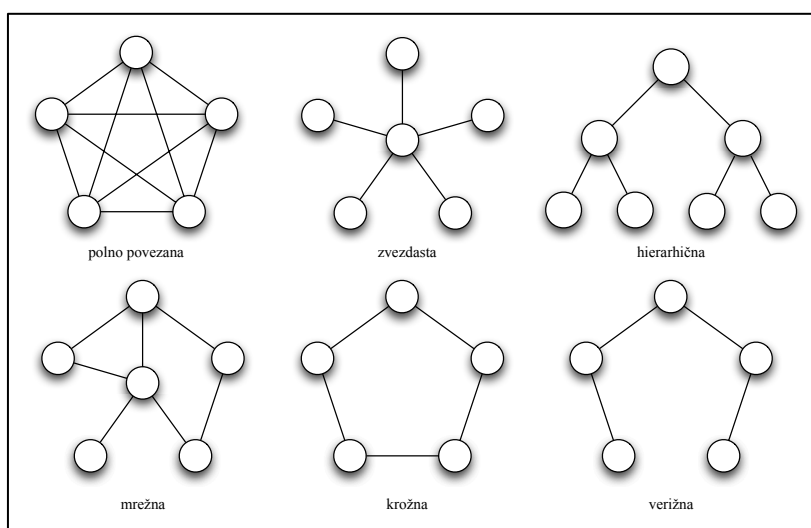


Prevzeta slika 2-1: Topologije omrežij v odvisnosti od povezanosti (Sanchez-Silva, 2009:286)

Adopted figure 2-1: Network topology classification based on connectivity (Sanchez-Silva, 2009:286)

V literaturi ni enotne delitve topologij. V grobem jih lahko razdelimo na:

- centralizirane;
- decentralizirane.



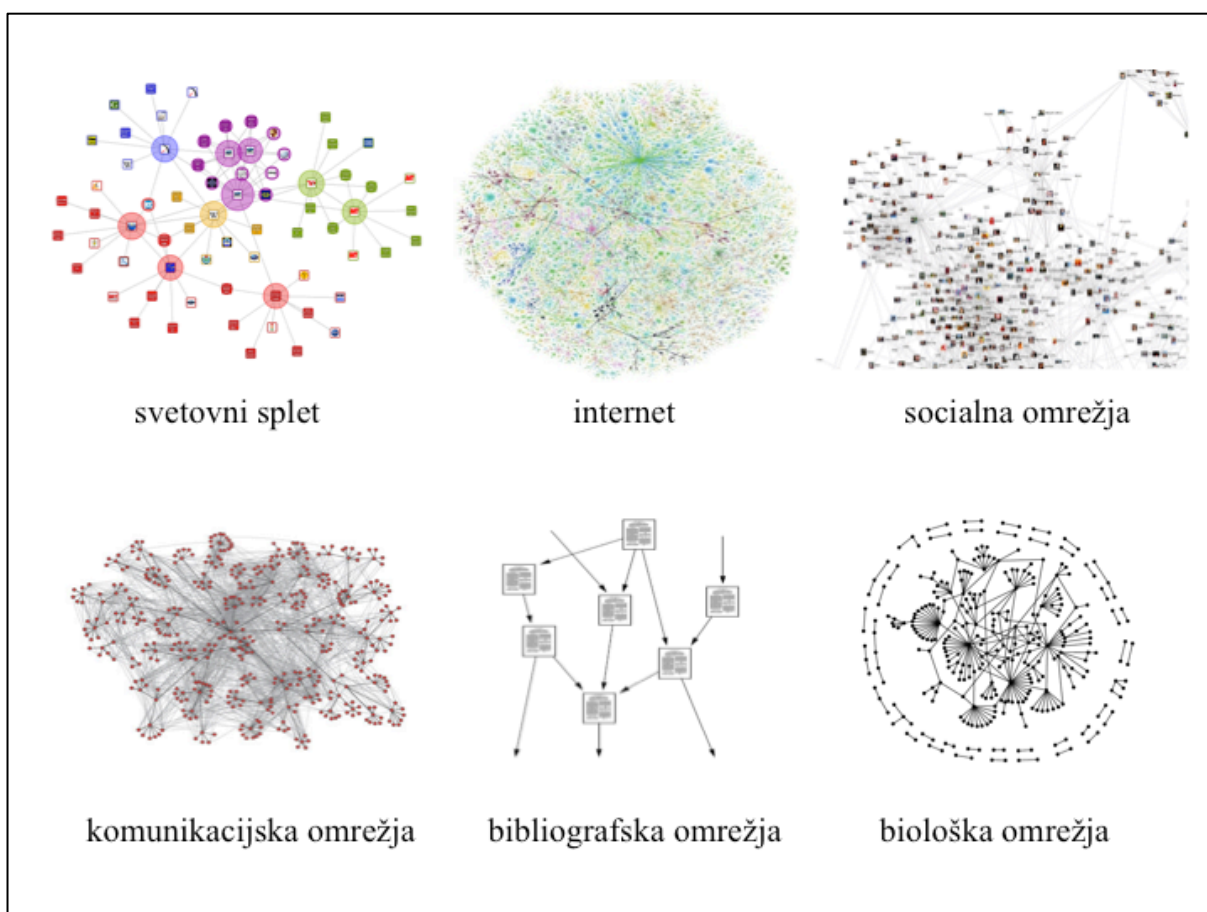
Slika 2-3: Topologija mrežnih povezav

Figure 2-3: Network topology classification

Običajno so v uporabi bolj zapletene, mešane topologije (Cerovšek (2002) jih imenuje hibridne), ki vključujejo poljubne kombinacije preprostejših topologij. Te so (glej sliko 2-3):

- polno povezana;
- zvezdasta;
- hierarhična;
- verižna ali linijska;
- krožna;
- mrežna.

V vsakdanjem življenju se mešane topologije kažejo v različnih vrstah omrežij, prikazanih na prevzeti sliki 2-2.



Prevzeta slika 2-2: Tipi omrežij (Leskovec, 2009)

Adopted figure 2-2: Types of networks (Leskovec, 2009)



Sanchez-Silva (2009) trdi, da večina klasifikacij temelji na dinamični naravi omrežij. Ko govorimo o infrastrukturnih (komunikacijskih) omrežjih, govorimo predvsem o statičnih sistemih, ki se s časom ne spreminjajo ali pa se te spremembe dogajajo zelo počasi. Po drugi strani so omrežja, kot so socialna omrežja ali svetovni splet, izjemno dinamični sistemi, ki se stalno in izjemno hitro spreminjajo (tvorijo nova vozlišča in povezave). Ker je spremembe skoraj nemogoče napovedati, jim pravimo naključna omrežja. Ločimo dve vrsti naključnih omrežij (Sanchez-Silva, 2009):

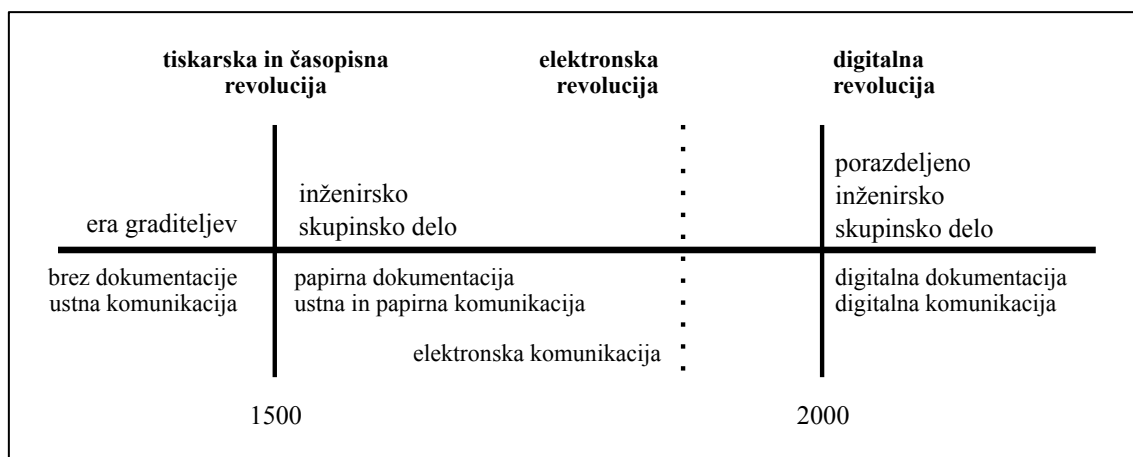
- **ravnotežna omrežja:** v teh omrežjih je število vozlišč stalno, povezave med njimi pa se pojavljajo naključno;
- **ne-ravnotežna omrežja:** število vozlišč se vseskozi spreminja, tako kot se spreminjajo povezave med njimi.

## 2.2 Komunikacija in sodelovanje v gradbeništvu

Ne tako dolgo nazaj je celotni gradbeni proces nadziral in obvladoval graditelj z znanjem in odgovornostjo, da izpelje projekt od začetka (projektiranja) do konca (zaključek gradnje in predaja investitorju). To je bilo obdobje, ko je komunikacija potekala skoraj izključno ustno, sodelovanja med redkimi graditelji pa praktično ni bilo. Z napredovanjem gradbene stroke so postajale gradbene aktivnosti bolj in bolj usmerjene ter zapletene. Gradbeni procesi so se sčasoma delili na podprocese in manjše naloge, razdeljene med množico ljudi, sodelujočih pri projektu. Posledično so bili gradbeniki prisiljeni h komunikaciji in sodelovanju, gradbena industrija pa se je morala odpreti novim tehnologijam, ki so si šele odpirale pot k množicam.

Turk (2001b) trdi, da predstavljata prelomnici v opravljanju gradbeniškega poklica predvsem dva komunikacijska mejnika (glej prevzeto sliko 2-3):

- **izum tiska:** pred izumom tiska je bil v središču pozornosti glavni (in odgovorni) graditelj, ki je pomnil vse informacije o grajenem objektu. Po izumu tiska in z uporabo tehnik opisne geometrije so vlogo glavnega graditelja prevzele skupine strokovnjakov, v katerih je vsak prispeval svoje znanje pri pripravi projektne dokumentacije;
- **izum interneta:** kljub temu so morali biti ljudje prostorsko blizu, da so lahko sodelovali pri skupnem projektu. To se je do neke mere spremenilo z elektronsko revolucijo, še več pa se v gradbeništvu pričakuje od digitalne revolucije.

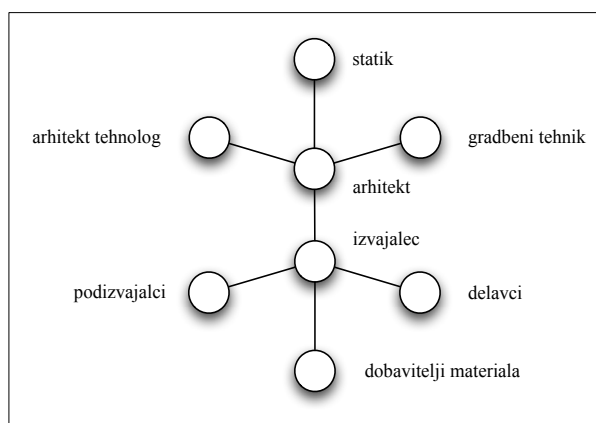


Prevzeta slika 2-3: Komunikacijske revolucije in spremembe vzorcev delovanja v gradbeništvu  
(Turk, 2001b:5)

Adopted figure 2-3: The communication revolutions and paradigms in construction (Turk, 2001b:5)

### 2.2.1 Komunikacijski model v gradbeništvu

Komunikacijski kanali med udeleženi v gradbenem projektu so odvisni od sestave projektnega moštva in od dogovorjenih komunikacijskih poti. Prav tako so v veliki meri odvisni od faze, v kateri se posamezni projekt ali aktivnost nahaja (Emmit in Gorse, 2003). Za gradbeništvu so tako značilne vse vrste komunikacijskih mrežnih povezav. Katera od topologij, predstavljenih v poglavju 2.1.5, je v dani situaciji ustrezna, je odvisno predvsem od konteksta, v katerem gledamo na gradbeni proces. Že malo spremenjena zvezdasta topologija predstavlja dober model za opis poteka formalne komunikacije v gradbenem projektu (glej prevzeto sliko 2-4).



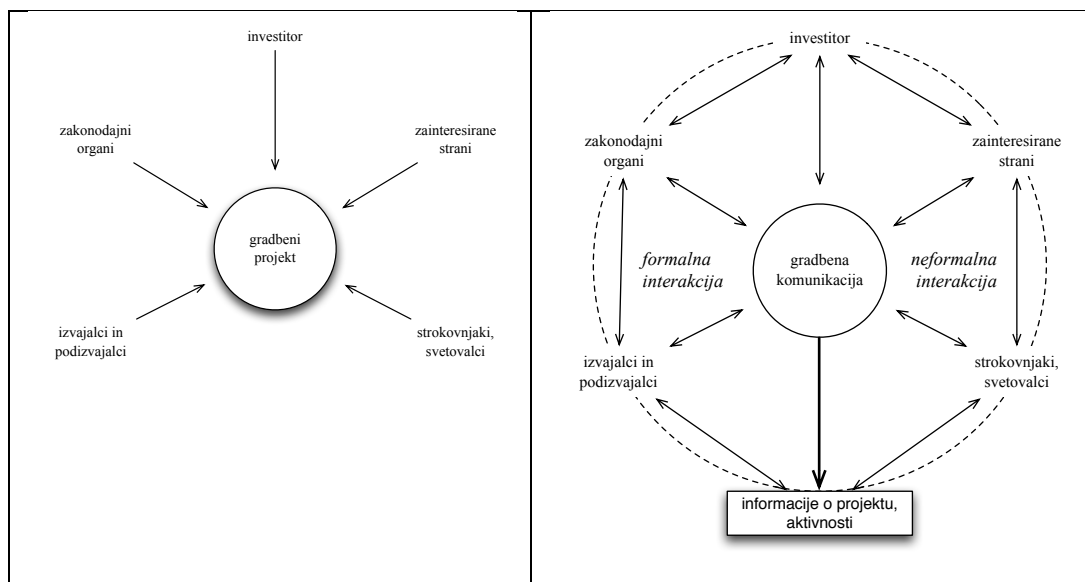
Prevzeta slika 2-4: Komunikacijski (zvezdast mrežni) model, ki se pojavlja v fazi gradnje  
(Dainty et al., 2006:74)

Adopted figure 2-4: Communication (centralised network) model occurring during the construction phase  
(Dainty et al., 2006:74)

Prednost zvezdastega modela, ki je ena od oblik centralizirane topologije, je v tem, da so formalne komunikacijske poti jasno definirane in da je vsem vozliščem v modelu v vsakem trenutku jasno, kdo je kontaktna in odgovorna oseba, ki daje informacije in sprejema odločitve (Dainty et al., 2006).

V idealnih pogojih imajo v procesu izvajanja gradbenega projekta vsi vpleteni (vsaj teoretično) možnost vplivati na njegov potek. V resnici pa je situacija precej bolj zapletena (glej prevzeto sliko 2-5). Mnogo vpletenih ima tako formalne kot tudi neformalne povezave z drugimi vpletenimi in tako prenaša pozitivni ali negativni vpliv na sodelujoče pri projektu.

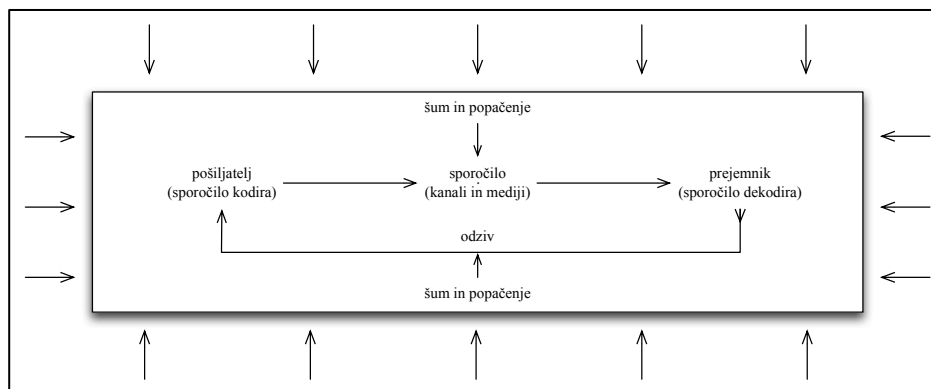
Emmit in Gorse (2003) ugotavljata, da največji izziv predstavljata raznolikost in začasna narava gradbenega procesa. Gradbene organizacije namreč delujejo v spremenljivem in pogosto tudi negotovem okolju. Začasna razmerja in odnosi med sodelavci na projektih predstavljajo veliko oviro pri vzpostavljanju učinkovitih komunikacijskih omrežij, zato je še toliko težje vplivati na način opravljanja nalog.



**Prevzeta slika 2-5: Idealna (levo) in dejanska (desno) interakcija med skupinami, ki imajo vpliv na gradbeni projekt (Emmit in Gorse, 2003:8)**

**Adopted figure 2-5: Ideal (left) and actual (right) interaction between influential parties to the building process (Emmit in Gorse, 2003:8)**

Dainty et al. (2006) trdijo, da prav zato dejanskega komunikacijskega procesa v gradbeništvu ne moremo opisati z osnovnimi modeli, saj ne zajamejo zunanjih dejavnikov okolja, ki lahko vplivajo na učinkovitost gradbenega procesa (prevzeta slika 2-6).



**Prevzeta slika 2-6: Thompsonov in McHughov model komunikacijskega procesa v kontekstu gradbene industrije (Dainty et al., 2006:58)**

**Adopted figure 2-6: Thompson & McHugh's model of construction industry context and communication process (Dainty et al., 2006:58)**

Problema sta se lotila Thompson in McHugh, ki sta uvedla kontekst, v katerem komunikacija dejansko teče. Zanimivo je, da sta avtorja sama opozorila, da je glede na število vplivov na komunikacijski proces v gradbeništvu presenetljivo, da do komunikacije sploh prihaja. Ena od največjih slabosti omenjenega modela je, da gleda na komunikacijo kot zaporedni in ne vzporedni oziroma sočasni proces. Zato zanemarja medosebno dinamiko v komunikaciji, ki je najosnovnejša oblika človeške interakcije (Dainty et al., 2006).

### 2.2.2 Vpliv organizacijske strukture na komunikacijo in sodelovanje

Velik vpliv na komunikacijo med udeleženci pri gradbenem projektu v Sloveniji (in tudi drugje) ima organizacijska struktura večjih gradbenih podjetij. Šuman (2008) ugotavlja, da prevladuje prilagojena štabno-linijska organiziranost, ki je izrazito hierarhična in centralizirana oblika z več organizacijskimi nivoji (vertikalno se členijo po funkcijah) ter značilno delitvijo po funkcijskih oddelkih (glej sliko 2-4).

Tako vertikalna kot horizontalna (po globini in širini) razvejanost sta odvisni od velikosti podjetja, vrste proizvodnje, kompetenc, števila in dislociranosti delovnih enot. Značilnost

tovrstne organizacijske strukture je togost z jasno razmejitvijo hierarhičnih nivojev, centralizacijo ter usmerjenostjo v strokovnost. Slabosti tovrstne organizacijske strukture sta predvsem dve (Šuman, 2008):

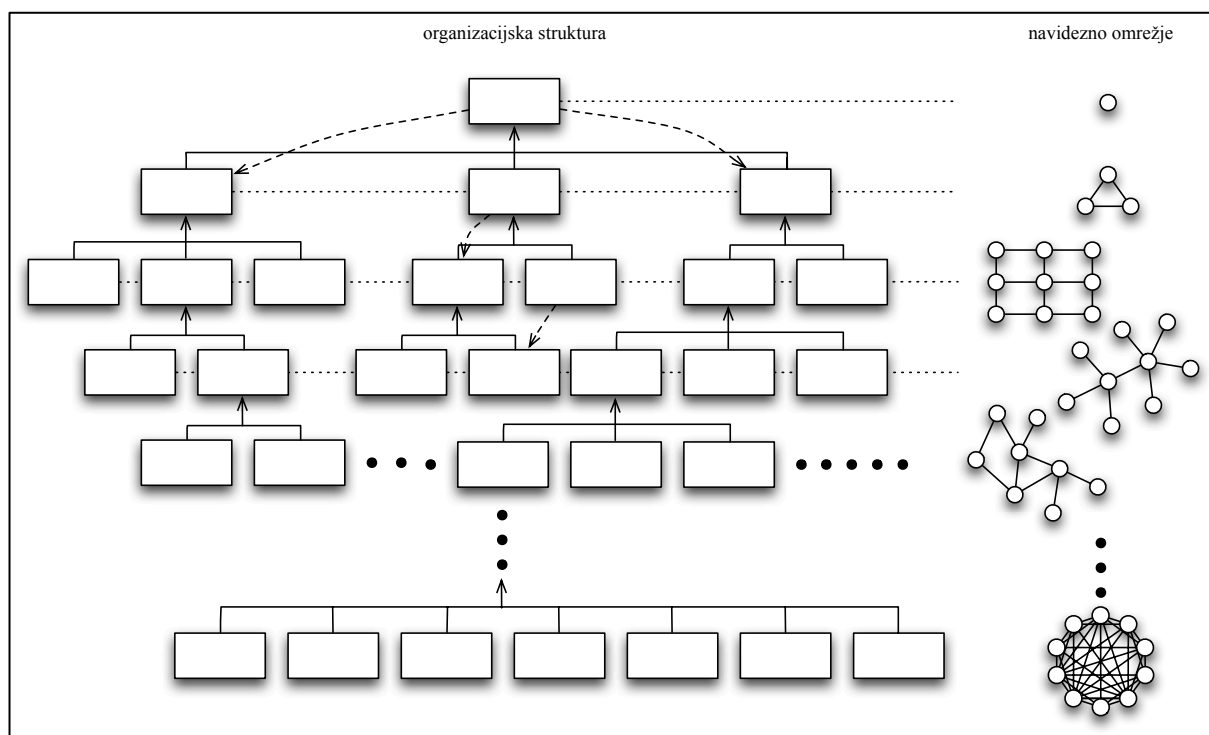
- **togost:** Mulej (2000, cit. po Šuman, 2008) meni, da centralizacija spodbuja hierarhijo zaporedja in soodvisnosti od zgoraj navzdol. Šuman (2008) dodaja, da nižji kot je nivo v hierarhiji, večja je stopnja specializacije, s tem pa je tudi težje izvajanje kompleksnejših nalog;
- **funktionalizem:** organizacijske enote svoja dela in naloge opravljajo neodvisno od ostalih organizacijskih enot v podjetju. Stopnja sodelovanja je nizka, komunikacijske poti so »dolge«. Hierarhija zaporedja velja tudi za odločitveno drevo (Šuman, 2008).

Šuman (2008) zaključí, da podjetja s tradicionalnimi organizacijskimi strukturami, kjer se poslovanje vrti okoli delovnih nalog in organizacijskih enot, ne pa delovnih procesov, v današnjem spremenljivem okolju ne morejo biti uspešna. Šuman (2008) dodaja, da je potrebna formalna podpora za decentralizirano delovanje znotraj procesov, kar lahko izboljša sodelovanje zaposlenih po posameznih nivojih podjetja ter zagotovi boljši pretok informacij in komunikacij.

Če povežemo organizacijsko strukturo in navidezna komunikacijska omrežja (glej sliko 2-4), lahko opazimo, da se topologija navideznih mrež s hierarhijo spreminja. Višje kot smo v organizacijski strukturi, bolj centralizirana so omrežja, in nižje kot se pomikamo, bolj se omrežja decentralizirajo. Problem togosti v tem smislu se prenese v problem povezave med komunikacijskimi mrežami v vertikalni smeri, problem funkcionalizma pa v problem povezav v horizontalni smeri.

Florjančič (2006) trdi, da je za hierarhične strukture značilna komunikacija v smeri navzdol in navzgor (nadrejeni sporočajo ukaze ali pa zahtevajo poročila o opravljenem delu), pojavljata pa se še komunikacija v vodoravni (komunikacija med zaposlenimi ali skupinami in oddelki na isti hierarhični ravni) in diagonalni (komuniciranje med sodelavci na različnih ravneh v neposredni hierarhiji) smeri. Zaradi intenzivnosti komunikacijskega procesa v hierarhični strukturi se poročanje pogosto omeji na najpomembnejše, pri čemer je pomembnost

informacij interpretirana različno (subjektivno), kar povzroča težave predvsem v hierarhični komunikaciji.



Slika 2-4: Shema organizacijske strukture in navideznih omrežij gradbenih podjetij (prirejeno po Sanchez-Silva, 2009:300)

Figure 2-4: Hierarchy and fictitious network representation of the construction companies (adapted from Sanchez-Silva, 2009:300)

### 2.2.3 Sodelovanje v gradbeništvu

Za razliko od ostalih disciplin in področij, kjer lahko posamezni strokovnjak opravi določeno nalogo povsem samostojno, predstavlja in opravlja posameznik v gradbeništvu le en del povezane celote in lahko v zelo redkih primerih opravi nalogo povsem samostojno. Velja tudi obratno, saj posamezna naloga ne more biti opravljena brez prispevka vseh strokovnjakov z vpletenih področij. Drobitev znanja in kompetenc v gradbeni industriji je ustvarila razmere, v katerih noben posameznik ni več sposoben izpeljati gradbenega projekta brez sodelovanja s strokovnjaki s področij arhitekture, gradbeništva, strojništva, vodenja del, finančnega svetovanja, prava in drugih (Kalay, 1999). Opis delovnih skupin, značilnih za gradbeništvo, prikazuje prevzeta preglednica 2-1.

**Prevzeta preglednica 2-1: Opis delovnih skupin (Dale, 2009)**

**Adopted table 2-1: Work group description (Dale, 2009)**

	<b>Namen</b>	<b>Člani</b>	<b>Vzrok združevanja</b>	<b>Trajanje</b>
<b>Formalna delovna skupina</b>	priprava izdelka ali storitve	zaposleni, ki odgovarjajo neposredno nadrejenemu	zahteve delovnega mesta in organizacijske strukture	do reorganizacije
<b>Projektna skupina</b>	dokončanje naloge	zaposleni, ki jih določi višje vodstvo	mejniki in cilji projekta	do zaključka projekta
<b>Socialna omrežja</b>	zbiranje in posredovanje informacij	prijatelji in znanci	skupne potrebe in interesi	dokler imajo ljudje razlog za povezovanje
<b>Interesna skupnost</b>	razvoj sposobnosti članov, grajenje in izmenjava znanja	člani, ki se sami določijo	strast, zaveza in poistovetenje s strokovnim znanjem skupine	dokler obstaja interes

Večina strokovnih delavcev mora pri opravljanju svojih nalog komunicirati in sodelovati na več ravneh – tako med sodelavci znotraj posamezne organizacijske enote kot tudi med skupinami z različnih ravni organizacijske hierarhije ter posamezniki in skupinami izven meja podjetja oziroma organizacije (Wilkinson, 2005). Guevara in Boyer (1981) sta opredelila tri pomembne ravni komuniciranja in sodelovanja v gradbeništvu:

- medčloveške oz. medosebne;
- medresorske oz. med skupinami;
- medorganizacijske.

Wilkinson (2005) meni, da sodelovanje poteka v različnih oblikah in je nujno potrebna sestavina vsakega poslovnega procesa. Odprto ostaja vprašanje, kaj sodelovanje sploh je. SSKJ (2000) pravi, da »sodelovati« pomeni:

- biti dejavno povezan zaradi skupne dejavnosti (pomagati komu pri opravljanju kake naloge, dejavnosti),
- skupaj z drugimi biti udeležen pri kakem delu (skupaj z drugimi biti aktivno udeležen pri kakem dogodku),
- spremljati kako dogajanje z mislimi, dejanji.

Schrage (1990, cit. po Wilkinson, 2005:3) sodelovanje definira kot »proces skupnega ustvarjanja: dva ali več posameznikov s komplementarnim znanjem delujejo vzajemno z namenom ustvarjanja skupnega razumevanja, ki ga nihče prej ni imel in do njega sam tudi ni mogel priti«. Iz definicije izhaja, da je sodelovanje proces ustvarjanja dodane vrednosti, ki je ni mogoče doseči s pomočjo tradicionalnih, pogosto hierarhičnih struktur. Ne glede na to, kako komunikacija poteka, je za učinkovito sodelovanje potrebno oddajanje informacij oziroma govornih dejanj in sprejemanje odziva v okolju vzajemnega spoštovanja in zaupanja med vsemi sodelujočimi (Wilkinson, 2005).

V kontekstu gradbeništva Kalay (1999) definira sodelovanje kot »dogovor o deljenju kompetenc in znanj med strokovnjaki (z namenom doseganja višjih ciljev pri projektu kot celoti) v določenem procesu, kot je določeno s strani pogodbene stranke, skupnosti ali družbe«. Wilkinson (2005) poudarja, da je za učinkovito sodelovanje treba postaviti na stran lastne interese in občutek strokovne nadmoči v primerjavi z ostalimi sodelujočimi.

Wilkinson (2005:3) je koncept sodelovanja povzel z naslednjo (avtor sam pravi, da utopično) definicijo:

*Ustvarjalni proces, ki ga dva ali več udeleženi strokovnih delavcev v odprtem, odkritem, varnem in zaupnem okolju uporabi za deljenje kolektivnih strokovnih znanj, izkušenj, razumevanja in znanja (informacij) z namenom iskanja najboljše rešitve, ki izpolnjuje skupni cilj.*

Predpogoj vsakega uspešnega sodelovanja je učinkovita komunikacija. Način, na katerega posameznik nekomu drugemu (oziroma drugim) sporoči namen, cilj in nalogo, tvori temelj njegovih dejanj. Kljub vsemu pa sama komunikacija pogosto ni dovolj, saj je vrsta heterogenih ozadij strokovnih sodelavcev pri gradbenih projektih pogosto razlog za nesporazume in šume v komunikaciji, kar privede do napak in konfliktov (Kalay, 1999).

### **2.3 Informacijske in komunikacijske tehnologije ter produktivnost**

Informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) so krovni pojem za družino tehnologij, ki pokriva vsa tehnična sredstva za procesiranje in posredovanje informacij. Čeprav tovrstne



tehnologije običajno povezujemo z osebnimi računalniki, Turk (2001b) pojasnjuje, da vanje sodijo tudi tehnične risbe, kopirni stroji, telegraf, telefon, mobilni telefoni, faksi ipd.

IKT so eden od ključnih dejavnikov pri uspešnosti podjetij in organizacije prav v njihovem uvajanju iščejo konkurenčno prednost. Komisija Evropskih skupnosti (2007) ugotavlja, da so IKT k rasti produktivnosti gospodarstva Evropske unije (EU) v obdobju 2000–2004 prispevale skoraj 50 %, programske in informacijske storitve pa so najhitreje rastoče področje (5,9 % v letih 2006–2007).

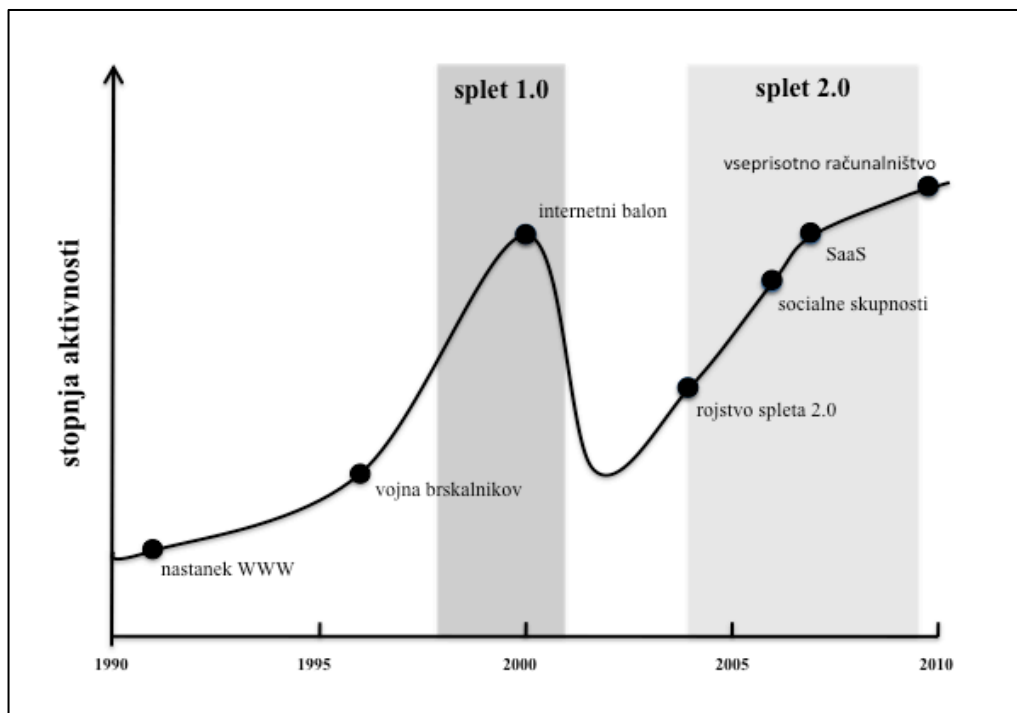
Tudi v svetovnem merilu ni nič drugače. Ocenjujejo, da so informacijske tehnologije odgovorne kar za 2/3 rasti produktivnosti v ZDA v letih 1995–2002, na Kitajskem pa ta delež znaša 38 %. Prav tako ocenjujejo, da so IT odgovorne za 21 % kitajske rasti BDP (Atkinson in McKay, 2007).

Kljub gospodarski recesiji na prehodu tisočletja in poku prenapihnjenega internetnega balona (glej sliko 2-5), kar je povzročilo propad številnih internetnih podjetij, so IKT še vedno ena najpomembnejših gonilnih sil gospodarske in družbene modernizacije (Komisija Evropskih skupnosti, 2008b) na poti stalne rasti (Komisija Evropskih skupnosti, 2007). IKT so osnovno gibalo velike večine uspešnih prenov poslovanja v smeri razvoja izdelkov in storitev, kar organizacijam prinaša večjo dodano vrednost in jim zagotavlja uspešnost poslovanja (Groznik in Kovačič, 2003). Komisija Evropskih skupnosti (2008a) trdi, da bo tako ostalo vsaj še v naslednjem desetletju.

Podjetja v EU namenjajo IKT kar 20 % svojih naložb (Komisija Evropskih skupnosti, 2008b) kar EU spreminja v gospodarstvo, temelječe na znanju (Komisija Evropskih skupnosti, 2007). V letih po poku internetnega balona so se na področju IKT pojavili novi trendi (slika 2-5), ki so jih domači uporabniki kmalu sprejeli, poslovni uporabniki pa jih kljub začetnim pomislekom začenjajo sprejemati, kar posledično spodbuja razvoj inovativnih naprednih rešitev.

Kljub pozitivnim kazalcem je vpliv investicij v IKT na poslovanje organizacij še vedno vroča tema analiz, katerih rezultati niso vedno enaki. Groznik in Kovačič (2003) sta na primer

pokazala, da je višina investicij v informatiko tesno povezana z ustvarjeno dodano vrednostjo in produktivnostjo, vendar nista našla povezave med višino investicij v informatiko ter donosnostjo in ekonomičnostjo.



Slika 2-5: Razvoj tehnološkega okolja (prirejeno po Komisiji Evropskih skupnosti, 2008)

Figure 2-5: Technology development (adapted from Commission of the European Communities, 2008)

### 2.3.1 Produktivnost

Produktivnost (oz. produktivnost dela) je po metodologiji Urada za makroekonomske analize in razvoj kazalec razmerja med proizvedenim produktom in količino dela, vloženega v njegovo proizvodnjo. Nanjo vplivajo tako fizični kot človeški in socialni kapital. Produktivnost ni samo rezultat fizične produktivnosti (količina produktov oziroma storitev, ki jih oseba opravi v določenem času), ampak odraža tudi vrednostno produktivnost (razlika med doseženo ceno proizvedenega produkta ali storitve na trgu v primerjavi s stroški, potrebnimi za opravljeno delo) in je eden od osnovnih kazalcev gospodarske razvitosti in konkurenčne sposobnosti nekega gospodarstva (UMAR, 2009).

Zato produktivnosti ni težko meriti pri delavcih v proizvodnji (število izdelkov v določenem času) ali v storitvenih dejavnostih (število operacij v določenem času), precej težje pa jo je

meriti pri strokovnih delavcih. Manyika et al. (2009) so zato uvedli pojem produktivnost sodelovanja, ki je odvisna od kvalitete in števila pojavljajočih se interakcij.

Bregar (2004) opozarja, da se v praktični uporabi pojma produktivnosti pogosto ne razlikuje med koeficientom produktivnosti in indeksom produktivnosti. Koeficient produktivnosti pokaže, kako merimo produkt na enoto porabljenih vhodnih virov, zaradi česar ga poimenujemo tudi mera ali indikator produktivnosti, pri čemer se izraža v številu (denarnih, naturalnih) enot izhodnih produktov oziroma storitev na enoto enega ali več porabljenih vhodnih virov. Po drugi strani indeksi produktivnosti pomenijo primerjavo dveh mer produktivnosti, ki se nanašata na dve ali več opazovanih enot, in se razlikujeta z vidika časa ali prostora.

### **2.3.2 Vpliv informacijskih tehnologij na produktivnost**

V obdobju digitalne ekonomije je skoraj nemogoče spregledati vpliv IT na življenje in življenjsko okolje. Kljub temu, da se za večino ljudi digitalna ekonomija dogaja samo »na internetu«, gre v resnici za mnogo več, saj digitalna ekonomija predstavlja intenzivno uporabo informacijskih tehnologij na vseh področjih gospodarstva.

Tudi ko govorimo o tehnologijah, na katerih temelji digitalna ekonomija, ne mislimo samo na internet in računalnike. IT so prisotne povsod in ne samo v napravah, kot so mobilni telefoni, sprejemniki GPS, dlančniki, predvajalniki MP3, digitalni fotoaparati, digitalne video kamere, ipd. IT so prisotne tudi v vsakdanjih napravah, na katere običajno ne pomislimo: v pralnih strojih, avtomobilih, bančnih avtomatih, parkomatih, klimatskih napravah ter tudi industrijskih napravah, kot so laserji in roboti. Kako zelo so informacijske tehnologije razširjene, pove podatek, da je bilo v letu 2006 le 30 % mikroprocesorjev vgrajenih v računalnike, 70 % pa v druge naprave, kot so avtomobili, letala ali HDTV (Atkinson & McKay, 2007).

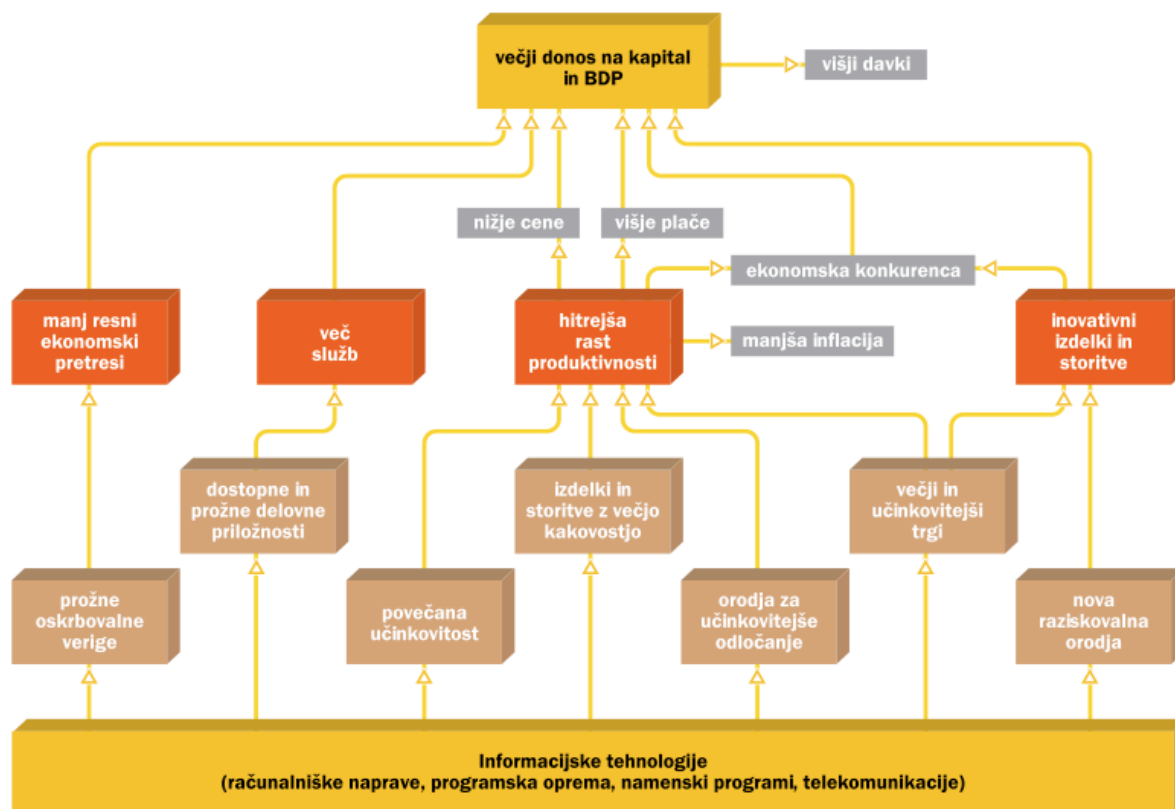
IT pa se tudi spreminjajo. S tem, ko postajajo cenejše, hitrejša, boljše in enostavnejše za uporabo, omogočajo organizacijam in posameznikom inovacije in izboljšave storitev. Cohen et al. (2001, cit. po Atkinson & McKay, 2007) trdijo, da je kritična točka v transformaciji tehnološkega potenciala v ekonomsko produktivnost prav ugotovitev, kako vse nove, cenejše

in bolj dostopne tehnologije uporabiti za reševanje nalog, ki so se prej zdele nemogoče. Atkinson in McKay (2007) trdita, da tehnologija vpliva na produktivnost predvsem s poglobljanjem kapitala in skupnim faktorjem produktivnosti (TFP). Pri TFP gre predvsem za to, da s pomočjo IT z enako vsoto kapitala dosežemo več, da je kapital porabljen bolj učinkovito, pri poglobljanju kapitala pa gre za zadovoljstvo delavcev, ki za svoje delo dobivajo boljše plačilo, so bolj zadovoljni in zato naredijo več.

Atkinson in McKay (2007) sta našla vsaj tri razloge, zakaj imajo IT večji vpliv na produktivnost kot kakšen drug kapital (glej prevzeto sliko 2-7):

1. z uporabo IT lahko z majhnimi spremembami dosežemo višjo produktivnost. To velja predvsem za storitveni sektor, kjer gre za digitalizacijo obstoječih procesov (npr. deljenje in obdelava informacij), pri čemer velja, da lahko priložnosti za digitalno avtomatizacijo najdemo v vsaki organizaciji; delavci morajo biti zgolj sposobni opredeliti informacijske rešitve in jih implementirati;
2. IT lahko avtomatizirajo obstoječe procese in hkrati omogočajo spremembo ustaljenih načinov delovanja. Primer je lahko vpeljava sprejemnikov GPS, ki je povsem spremenila način dostave paketov ali opravljanja storitev prevozov;
3. IT imajo zanimivo lastnost, in sicer več ljudi kot IT izdelek ali storitev uporablja, večjo vrednost ima. To pomeni, da vsak izdelek, ki ga podjetje proda, poveča vrednost vseh prej prodanih izdelkov. Primer bi lahko bil mobilni telefon: ko posameznik kupi mobilni telefon, naredi vse telefone, ki so jih uporabniki kupili prej, bolj uporabne.

Raziskava, ki jo je Cambridge Judge Business School (PRdomain, 2006) opravila med 400 angleškimi in ameriškimi poslovneži na vodilnih mestih, je pokazala, da temelji ustvarjanje učinkovitih timov in delovnih skupin na naložbah v ustrezne mobilne in druge komunikacijske tehnologije ter nagrajevanju primerne ravnanja zaposlenih. Prav tako je bilo ugotovljeno, da se morajo informacijski oddelki posameznih podjetij osredotočiti na ustrezne tehnologije za hitro in enostavno izmenjavo informacij, kar pomeni prihranek časa in denarja.



Prezeta slika 2-7: Od informacijskih tehnologij do blaginje (Atkinson & McKay, 2007:4)

Adopted figure 2-7: The path from information technology to prosperity (Atkinson & McKay, 2007:4)

Vendar je stopnja uporabe IT različna od države do države in tudi od posamezne organizacije do organizacije. Zanimiv je pogled na statistične podatke o vlaganjih posameznih držav v informacijsko-komunikacijske tehnologije. Številke potrjujejo, da države z manjšim BDP vlagajo manj kot države z večjim BDP, posledica tega pa je, da se razvite države razvijajo še hitreje od manj razvitih. Bavec (2003) ugotavlja, da je prav to eden od glavnih vzrokov, da se razlike med razvitimi in manj razvitimi državami v absolutnih zneskih neprestano povečujejo.

### 2.3.3 Paradoks produktivnosti

Vse od devetdesetih let prejšnjega stoletja se tako akademiki kot strokovnjaki ukvarjajo s tezo o t.i. paradoksu produktivnosti, ki trdi, da se investicije v informacijsko-komunikacijske tehnologije ne izražajo v večji produktivnosti (Navarette in Pick, 2002, cit. po Škerlavaj, 2003).

Paradoks produktivnosti je bil prvič deležen večje pozornosti s provokativno študijo ekonomista Stevena Roacha, objavljeno 22. aprila 1987, kjer je poskušal razložiti, zakaj se je merjena hitrost rasti produktivnosti po letu 1973 skoraj ustavila (Brynjolfsson in Hitt, 1998). Roach je ugotovil, da je kljub temu, da se je število računalnikov na delavca v sedemdesetih in osemdesetih letih neizmerno povečalo, merjena produktivnost stagnirala. Zato je zaključil, da velika vlaganja v računalnike in večanje računalniške infrastrukture nima posebnega vpliva na ekonomske kazalce, zlasti v storitvenem sektorju (Brynjolfsson in Hitt, 1998; Brynjolfsson & Yang, 1996).

Večino ekonomistov je to presenetilo in niso našli vzroka, zakaj mogočne nove tehnologije ne vplivajo na ekonomske kazalce, pri čemer so kljub temu na podlagi podatkov zaključili, da IT morda res niso preveč pomembne. Atkinson in McKay (2007) ugotavljata, da je resnica verjetno drugačna. Razlog, da informacijskih tehnologij niso našli v statističnih podatkih o produktivnosti je, da IT še niso bile dovolj zrele, da bi premaknile več milijard vredno industrijo in gospodarstvo. Kot se je kasneje izkazalo, imajo IT pomembno vlogo pri večji produktivnosti predvsem v panogah, ki v IT investirajo največ. V ZDA se je tako med letoma 1970 in 1990 produktivnost v sektorjih, ki so precej vlagali v računalnike, večala za 1,1 % letno, medtem ko je v sektorjih, ki so v računalnike vlagali manj, zrasla samo 0,35 % na leto.

Brynjolfsson in Hitt (1998) fenomen opišeta s primerom bank. Bančni avtomati so na primer precej zmanjšali število čekov, s katerimi stranke (in banke) operirajo, in po nekaterih kazalcih se je njihova produktivnost zmanjšala. Ker vseh prednosti bančnih avtomatov ne moremo izmeriti, medtem ko stroške za njihovo postavitve lahko, so raziskave dolga leta kazale, da produktivnost delavcev stagnira.

V grobem torej velja trditev, da so starejše raziskave v veliki večini paradoks produktivnosti potrjevale, novejša pa ga zavračajo, kar je možno interpretirati kot potrditev teze, da je paradoks produktivnosti pravzaprav zrcalna slika krivulje učenja. Povedano drugače – podjetja naj bi potrebovala določen čas, da so se priučila novim tehnologijam in se jim prilagodila, zato so se pozitivni vplivi pokazali šele pozneje (David, 1990, cit. po Škerlavaj in Dimovski, 2004). Vendar ima tudi ta teorija svoje nasprotnike, ki trdijo, da ni dokazov, da se je IT težko naučiti in priučiti (Atkinson in McKay, 2007).

Zanimivo je, da še danes ni povsem znano, kakšen je dejanski vpliv informacijskih tehnologij. Velja zgolj ocena, da vpliv obstaja in da je pozitiven. Razlogov, zakaj je tako, je verjetno več, večina pa jih je najverjetneje povezana s tem, da so metode merjenja neprimerne in da se učinkov pogosto sploh ne da meriti. Najbolj hvaležen primer je zagotovo bančništvo. V določenem trenutku so vse večje banke začele uvajati t.i. elektronsko bančništvo in vanj vložile milijardne zneske, čeprav to ni bil pogoj za njihovo uspešno poslovanje in kljub temu, da so imele z njim kratkoročno predvsem stroške ter da ni vplival na ekonomske kazalce. Kot se je izkazalo pozneje, je bila to izjemna naložba v ugled, ki je v nekaterih sektorjih odločilnega pomena.

Brynjolfsson in Yang (1996) trdita, da lahko paradoks produktivnosti pojasnimo z:

- napačnim pristopom k raziskavam ter napačno obdelavo vhodnih in izhodnih podatkov;
- zamikom zaradi učenja in prilagajanja;
- porazdelitvijo dobičkov po drugih sektorjih;
- slabim (napačnim) gospodarjenjem z informacijami in tehnologijami.

Pomembno je tudi, da so vplivi IT v nekaterih dejavnostih večji kot v drugih, zagotovo pa so prisotni povsod. V gradbeništvu bi na prvi pogled težko našli pozitivne vplive, kar pa ne pomeni, da jih ni. Laserski merilci, sprejemniki GPS, mobilni telefoni, CAD in podobno so tudi tukaj spremenili način dela in vplivi so zagotovo pozitivni.

#### 2.3.4 Slabosti uporabe IT

Omeniti velja, da so poleg prednosti, ki jih prinaša vpeljava IT v vse segmente našega življenja, prisotne tudi slabosti. Atkinson in McKay (2007) sta jih združila v tri točke:

- **stroški:** najbolj izrazita slabost vpeljave IT so nezaželeni stroški, povezani z novimi tehnologijami. Največji problem sodobnega časa, s katerim se dnevno srečuje večina prebivalstva, je prav gotovo nezaželena pošta. Ocene kažejo, da je občasno kar 94 % vseh elektronskih sporočil nezaželenih (Stone, 2009). Škodljivi vplivi so neposredni in posredni: nezaželena pošta vpliva tako na strežnike, kjer se pojavljajo težave in okvare zaradi velikih količin nepotrebne pošte, kot tudi na prejemnike, ki se z njo ukvarjajo in

izgubljajo bodisi svoj prosti bodisi delovni čas, kar pomeni manjšo storilnost in večje stroške;

- **grožnje varnosti, zasebnosti in skupnosti:** velika težava so virusi, vohunska programska oprema ter lažno predstavljanje oziroma ribarjenje. Ob vsem tem se samo po sebi postavi tudi vprašanje zasebnosti in vprašanje varnosti nenadoma postane ključno za uspeh nekega posla;
- **z informacijskimi tehnologijami povezane spremembe in selitve:** z IT so povezane tudi spremembe, ki vplivajo celo na poselitvena področja. S pojavom novih tehnologij so nekateri poklici postali nepotrebni, delavce pa se usmerja na nova področja. Tako v nekaterih državah obstajajo celotne regije, ki so spremenile prvotno dejavnost, z njo pa se je spremenila (preusmerila) ali preselila delovna sila. Znan je primer Silicijske doline v ZDA ter področij na Tajskem, Japonskem in Kitajskem.

Kljub naštetemu Atkinson in McKay (2007) ugotavljata, da ljudi najbolj skrbi dejstvo, da z vpeljavo novih tehnologij izgubljajo delovna mesta. Trdita, da to ni res, saj s tem, ko so podjetja vpeljala IT, običajno res potrebujejo manj delovne sile (saj se poveča produktivnost), vendar je ta bolj plačana. To pomeni, da ima večjo kupno moč ter tako ustvarja nova delovna mesta na drugih področjih (trgovine, restavracije, storitvene dejavnosti ipd.).

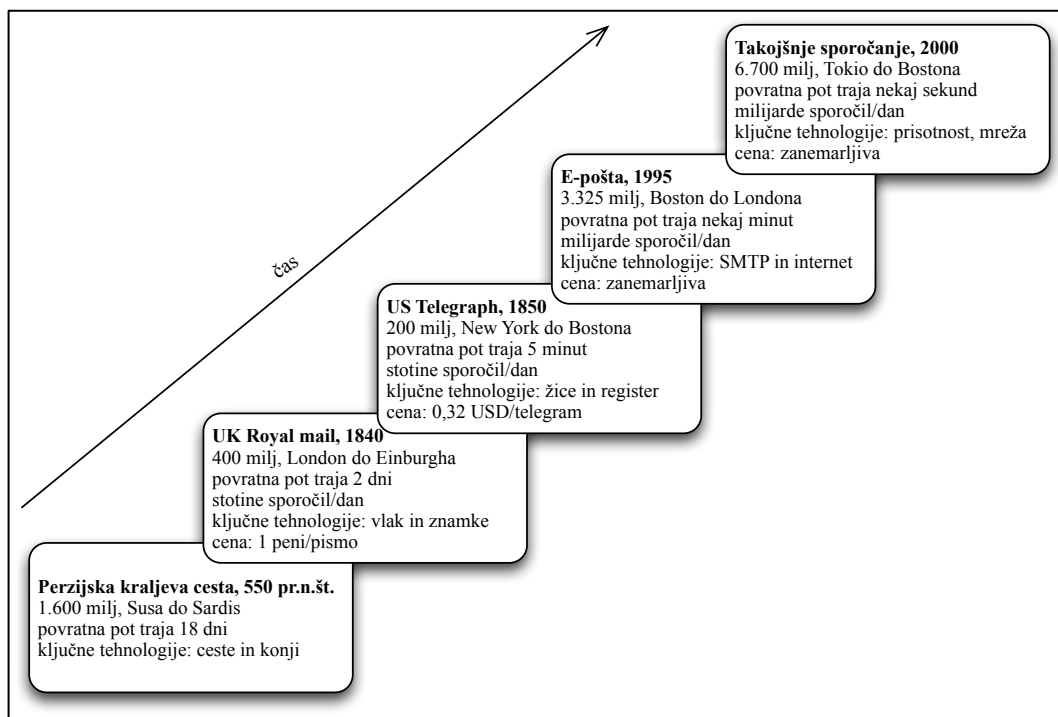
## **2.4 Informacijske in komunikacijske tehnologije za sodelovanje**

Sodelovalno delo je bilo tradicionalno omejeno na skupino ljudi, ki so morali za doseganje skupnega cilja sodelovati na istem mestu ob istem času. Sodelovanje med posamezniki je potekalo v dejanskem času. S prihodom zanesljivih načinov posredovanja in predvsem shranjevanja podatkov in informacij se je pojavila možnost komunikacije in sodelovanja na daljavo, pri čemer ni nujno, da aktivnosti potekajo sočasno. Zgodovino (elektronskih) komunikacij (glej prevzeto sliko 2-8) lahko zato opišemo kot prizadevanje za zmanjšanje porabljenega časa in stroškov za sodelovanje porazdeljenih skupin (Forrester, 2008).

Izraz »informacijsko-komunikacijske tehnologije za sodelovanje« se uporablja za opis različnih kombinacij programske in/ali strojne opreme, ki ljudem omogoča sodelovanje. Med IKT za sodelovanje med drugim sodijo poslovni portali, intranetne aplikacije, splošna delovna



in projektna okolja in aplikacije, (spletni, glasovni ali video) konferenčni sistemi, deljenje datotek na način vsak z vsakim, sočasno takojšnje sporočanje, ipd. (Wilkinson, 2005).



Prevzeta slika 2-8: Zgodovina in razvoj tehnologij za sodelovanje (Forrester, 2008:3)

Adopted figure 2-8: History and development of collaboration technologies (Forrester, 2008:3)

Žal enotna definicija IKT za sodelovanje ne obstaja, saj se mnenja razlikujejo že pri vprašanju, ali sodelovanje sploh lahko poteka z asinhrono interakcijo ali ne. Wilkinson (2005) razdeli zagovornike na dve skupini:

- **sinhrono (sočasno):** za sodelovanje je potrebna sočasna interakcija, ki poteka, ko udeleženci sodelujejo sočasno. V gradbeništvu se tovrstno sodelovanje pojavlja v primeru pogovorov na štiri oči, formalnih in neformalnih sestankov, delavnic ipd. Če udeleženci niso prisotni na licu mesta, lahko sočasno sodelovanje poteka tudi s pomočjo telefonskega klica, spletne kamere, video konference itd.;
- **asinhrono (nesočasno):** sodelovanje poteka s pomočjo vrste interakcij, med katerimi je vedno nek zamik. Pojavlja se v primeru, ko nekdo pripravi neko vsebino (načrt, dokument, poročilo ali dopis) in jo pošlje drugemu v pregled, komentar ali potrditev, lahko tudi preko elektronske pošte ali faksa. Odziv se pojavi po določenem času (tudi če je še tako kratek).

Wilkinson (2005) ugotavlja, da se v gradbeništvu pojavljata obe vrsti sodelovanja, pri čemer je bistveno predvsem to, da sodelovanje vedno poteka med dvema ali več posamezniki. Zato informacijsko-komunikacijske tehnologije za sodelovanje definira, kot sledi (Wilkinson, 2005:5).

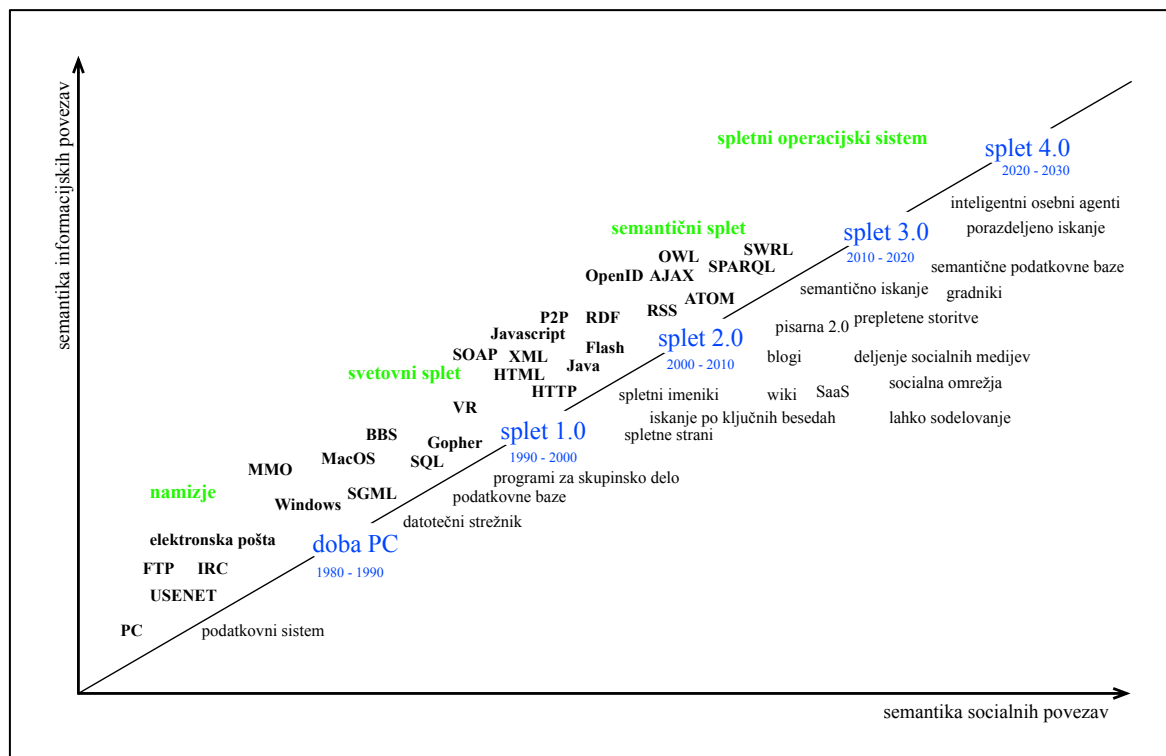
*Kombinacija tehnologij, ki tvorijo enoten vmesnik med dvema ali več zainteresiranimi udeleženci (ljudmi), kar jim omogoča sodelovanje v ustvarjalnem procesu, v katerem delijo kolektivno strokovno znanje, izkušnje, razumevanje in informacije v odprtem, odkritem, varnem in zaupnem okolju ter tako skupaj ustvarjajo najboljše rešitve, ki ustrezajo skupnemu cilju.*

#### **2.4.1 Novodobni socialni, tehnološki in poslovni trendi**

Svetovni splet je v zadnjem desetletju ali dveh korenito spremenil gospodarstvo in tako ali drugače vplival na večino svetovnega prebivalstva. Splet danes ne predstavlja zgolj vira informacij, predstavlja tudi način poslovanja. Orodja interneta so se razvila iz statičnih spletnih strani v uporabnikom prijazno in k uporabnikom usmerjeno spletno izkušnjo (Jewell, 2007). Nove spletne aplikacije s pomočjo skupinske inteligence izboljšujejo uporabniško izkušnjo in poenostavljajo opravljanje nalog.

Svet je danes povezan bolj kot kadarkoli prej, saj so tehnološke povezave pokrite s socialnimi omrežji. Fenomen, ki mu pravimo splet 2.0, predstavlja konvergenco internetnega sveta s pomočjo množice različnih novih orodij za komunikacijo, interakcijo in sodelovanje (Fuller et al., 2009). Spivack (2007a) je krivuljo naraščanja tehnoloških in socialnih povezav opisal kot na videz stalno rastočo (glej prevzeto sliko 2-9).

Spivack (2007a) je izraz »semantika informacijskih povezav« uporabil za opis tehnoloških inovacij, izraz »semantika socialnih povezav« pa za opredelitev interakcijskih in komunikacijskih orodij. Kot rezultat je prikazana napoved razvoja tehnologij in računalniških okolij v intervalih, poimenovanih splet 3.0 in splet 4.0. Spivack (2007a) je te intervale poimenoval »obdobja« (Fuller et al., 2009). Trenutno se v razvoju interakcijskih in komunikacijskih orodij nahajamo na meji obdobja spleta 2.0 in spleta 3.0 (imenovanega tudi semantični splet).



Prezeta slika 2-9: Semantika informacijskih in socialnih povezav (Spivack, 2007a)

Adopted figure 2-9: Semantics of information and social connections (Spivack, 2007a)

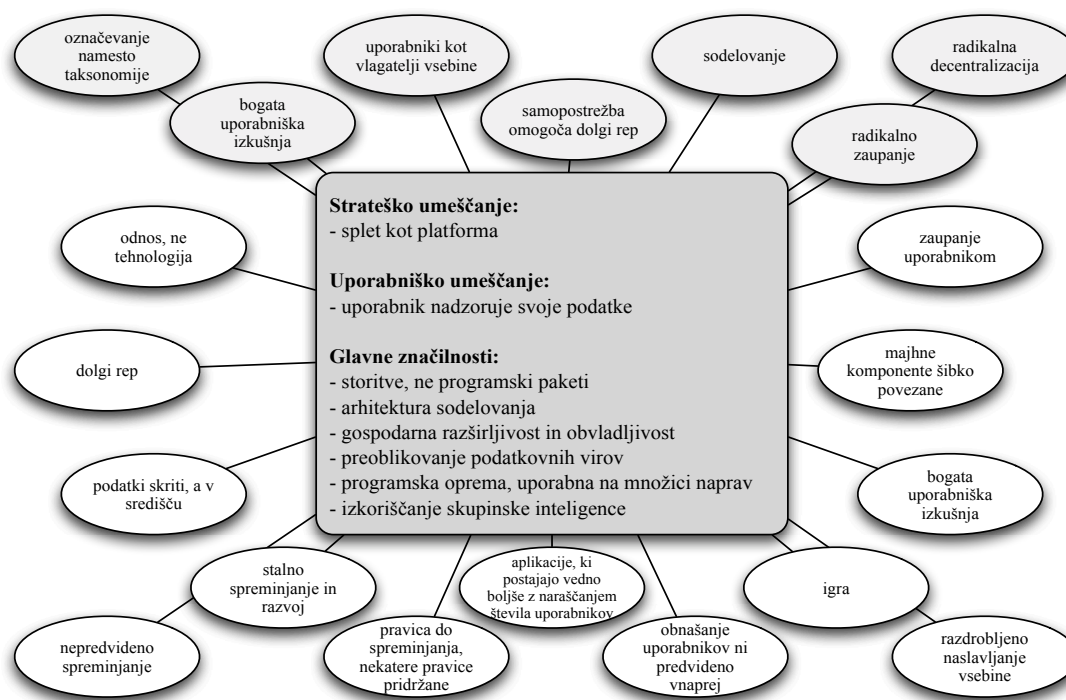
#### 2.4.1.1 Splet 2.0

Splet 2.0 je nova generacija spletnih storitev in predstavlja evolucijo (ter obenem tudi revolucijo) spleta s tehnološkega in sociološkega vidika. Tim O'Reilly (2005), ki velja za očeta spleta 2.0, je zapisal, da je bil koncept postavljen na zanimivi konferenčni okrogli mizi med organizacijama O'Reilly in MediaLive International, katere rezultat je miselni vzorec spleta 2.0 (glej prevzeto sliko 2-10).

O'Reilly (2005) je prepričan, da splet 2.0 nima točno določene meje, temveč zgolj gravitacijsko jedro. Velja ocena, da gre za trend oziroma smer, v katero se splet razvija, in ne za objekt, ki ga lahko ustvarimo (Jewell 2007). Nivi (2005) je zapisal, da gre za odnos, ki teži k radikalno odprti komunikaciji in tudi skupnosti.

Miller (2005) razpravlja, da so posledice fenomena spleta 2.0 med drugim:

- pojav spletnih storitev, ki uporabnikom zagotavljajo dodano vrednost v pravem času in na pravem mestu v pravi obliki, podatke pa pridobivajo iz širokega spektra zalednih sistemov;
- ustanavljanje ad-hoc povezav med storitvami in za njih tam, kjer so potrebne, brez dragih in časovno potratnih pogodb in sporazumov;
- razdruževanje vsebin in storitev na uporabniku bolj razumljive komponente, manjšanje števila posrednikov in posledično bolj neposreden dostop do spletnih virov;
- pretvorba pasivnih prejemnikov v aktivne sooblikovalce vsebin, ki so nato preoblikovane, združene ali kombinirane na voljo na mnogo različnih načinov;
- zamenjava dragih monolitnih sistemov z računalniškimi okolji, ki podpirajo namenske komponente, kar zagotavlja želeno medobratovalnost.



Prevzeta slika 2-10: Miselni vzorec spleta 2.0 (O'Reilly, 2005)

Adopted figure 2-10: Web 2.0 meme map (O'Reilly, 2005)

Principi spleta 2.0 so torej (Miller, 2005):

- **osvoboditev podatkov:** splet 2.0 omogoča in dovoljuje uporabo in manipulacijo podatkov na različne načine. Pri tem ni nujno, da so uporabljeni v namen, za katerega so bili ustvarjeni;

- **izdelava virtualnih aplikacij in decentralizacija:** nove aplikacije so zgrajene na podlagi podatkov in funkcionalnosti iz mnogo različnih virov;
- **sodelovanje:** za razliko od enosmernega tradicionalnega spleta s pretokom vsebine od ponudnika do gledalca omogoča splet 2.0 dvosmerno komunikacijo med ponudnikom vsebine in prejemnikom, ki je lahko hkrati tudi ustvarjalec in ponudnik;
- **storitve so v službi uporabnika:** storitve spleta 2.0 omogočajo prilagoditev vsebine in uporabe uporabnikom, ne da bi ga silili k sledenju vnaprej določenim in pripravljenim scenarijem ter potem.
- **modularnost:** razvijalci in uporabniki lahko sestavijo aplikacije in storitve po lastnih potrebah tako, da izberejo, določijo in povežejo več medobratovalnih komponent oziroma modulov;
- **deljenje:** splet 2.0 temelji na deljenju kode, vsebine in idej;
- **komunikacija in spodbujanje skupnosti:** ljudje komunicirajo in se združujejo, čemur sledi tudi splet 2.0;
- **spreminjanje, prilagajanje:** namesto iskanja koščkov, ki bi nam ustrezali oziroma bili predstavljeni na način, ki nam ustreza, lahko obstoječo vsebino oziroma koščke vsebine sami prilagodimo tako, kot nam ustreza;
- **pamet:** splet 2.0 je pameten, saj s pomočjo podatkov o uporabnikih (kdo so, kjer so, od kod so, koga poznajo, kaj jih zanima itd.) nudi storitve, ki jih uporabniki potrebujejo;
- **dolgi rep:** s pomočjo storitev spleta 2.0 je mogoče na učinkovit in varčen način zadovoljiti veliko število majhnih skupin uporabnikov;
- **zaupanje:** pri vseh aplikacijah in storitvah spleta 2.0 je privzeto zaupanje tako do uporabnikov, izjav, podatkov in informacij kot tudi do uporabe in ponovne uporabe informacij.

O'Reilly (2006) je zapisal naslednjo (kompaktno) definicijo:

*Splet 2.0 je poslovna revolucija v računalniški industriji, ki sta jo povzročila prehod k Internetu kot platformi in poskus razumeti pravila, ki omogočajo uspeh na tej platformi. Glavno pravilo za uspeh je naslednje: zgraditi je treba aplikacijo, ki upošteva mrežni učinek in ki z naraščanjem števila uporabnikov postaja boljša in boljša.*

#### 2.4.1.2 Tehnologije spleta 2.0

Z razvojem interneta se pojavljajo vedno nove tehnologije. Splet 2.0 pokriva široko paleto tehnologij, ki se ne razlikujejo bistveno od tehnologij tradicionalnega spleta, saj je drugačna le uporaba. Kljub temu med temeljne tehnologije spleta 2.0 uvrščamo predvsem:

- **CSS** (Cascading Style Sheets): CSS je jezik za opis predstavitvene semantike (videza in oblike) dokumenta, zapisanega v označevalnem jeziku. S CSS se vsebina dokumenta loči od oblike, kar uporabnikom in razvijalcem omogoča več prožnosti in nadzora;
- **Ajax** (Asynchronous JavaScript and XML): Ajax je skupina povezanih razvojnih tehnik spletnega programiranja, ki omogočajo ustvarjanje interaktivnih aplikacij na uporabniški strani. Z Ajaxom lahko spletne aplikacije pridobivajo podatke s strežnika nesočasno (asinhrono) ter v ozadju brez motenj prikaza in obnašanja spletne strani (Garret, 2005);
- **Adobe Flash™**: kljub temu, da je bila tehnologija Adobe Flash™ na voljo že pred pojavom spleta 2.0, je šele tedaj dobila pravi zagon, zlasti ker omogoča vsebine, ki jih tradicionalno uporabljani HTML ne zmore. To velja predvsem za prikaz in predvajanje videa in zvoka;
- **RSS** (Really Simple Syndication, tudi Rich Site Summary ali RDF Site Summary): RSS je družina formatov spletnih virov (RSS, RSS2, Atom itd.), temelječih na standardu XML. Omogoča objavlanje redno osveženih informacij, ki jih je mogoče pregledovati s pomočjo različnih programskih aplikacij;
- **OpenID**: OpenID je odprt, decentraliziran standard za potrditev pristnosti (avtentikacijo) uporabnikov, ki se lahko uporablja za njihovo prijavo v različne storitve z eno samo digitalno identiteto, če storitve izdajatelju zaupajo. Prednost standarda OpenID je, da ne temelji na centralnem preveritvenem organu.

Splet 2.0 je z nadgradnjo zgoraj navedenih temeljnih tehnologij prinesel nabor svežih tehnologij, predstavljenih v prevzeti preglednici 2-2.

Značilnost tehnologij in storitev spleta 2.0 je, da ne gre nikoli za zaključeno (ali celo zaprto) celoto, saj vsaka uspešna storitev nudi programski vmesnik (API), ki omogoča uporabo storitve na programskem nivoju in posredno tudi izboljšanje storitve. To pomeni, da

storitve ni treba uporabljati na predvideni način in celo v predvideni namen, ampak se lahko vsaka storitev prek programskih vmesnikov prilagodi (spremeni) in ponudi v drugačni (izboljšani in obogateni) podobi. Tako lahko praktično vsako storitev z nekaj znanja spremenimo po lastnih željah (prenesemo na drugo platformo, dodamo funkcionalnost ipd.).

**Prevzeta preglednica 2-2: Paleta tehnologij spleta 2.0 (Chui et al., 2009:2)**

**Adopted table 2-2: A range of Web 2.0 technologies (Chui et al., 2009:2)**

<b>Tehnologije spleta 2.0</b>	<b>Opis</b>	<b>Kategorija</b>
wiki komentiranje deljen delovni prostor	olajšajo soustvarjanje vsebine in/ali aplikacij med večjim številom porazdeljenih udeležencev	široko sodelovanje
blog podcast videocast vsak z vsakim	posameznikom ponujajo način komuniciranja in/ali deljenja informacij s širokim naborom drugih posameznikov	široka komunikacija
označevanje folksonomije sledenje uporabnikom ocenjevanje RSS	ustvarjajo dodatne informacije o osnovni vsebini z namenom prednostnega razvrščanja informacij oziroma ustvarjanja dodane vrednosti	ustvarjanje metapodatkov
socialna omrežja omrežne preslikave	uporabljajo povezave med ljudmi za ponujanje dodatne vsebine	socialno profiliranje

#### 2.4.1.3 Storitve za spletno druženje in spoznavanje (socialna omrežja)

Storitve za spletno druženje in spoznavanje (SNS) so evolucija spletnih skupnosti in gostujočih storitev in so razmeroma nov koncept, katerega število uporabnikov v zadnjih letih raste eksponentno. Komisija Evropskih skupnosti (2009b:4) je storitve za spletno druženje in spoznavanje opredelila kot »spletna komunikacijska računalniška okolja, ki uporabnikom omogočajo ustvarjanje omrežij ali vključevanje v omrežja enako mislečih uporabnikov«.

Shuen (2008) razpravlja, da je spletno mreženje precej podobno mreženju v vsakdanjem življenju brez povezave v internet, saj so pri obeh pomembne socialne spretnosti. Razlika je ta, da povezovanje prek spletnih strani, elektronske pošte ali storitev za takojšnje sporočanje

daje vtis navidezne bližine, pri čemer ni potrebe po vljudnostnem kramljanju. Shuen (2008) ugotavlja, da kljub temu ni zamenjava za osebni stik, vsekakor pa spreminja družbene vzorce, ki smo jih vajeni.

Kljub velikemu številu različnih storitev za spletno druženje in spoznavanje lahko pri vseh najdemo skupne karakteristike (Komisija Evropskih skupnosti, 2009b):

- uporabniki so pozvani k oddaji osebnih podatkov, ki se uporabijo za njihov opis in vzpostavitev njihovega profila;
- na voljo so orodja, ki uporabnikom omogočajo objavo njihovih lastnih vsebin (fotografij, dnevniških vpisov, glasbenih ali video datotek, povezav itd.);
- socialna omrežja omogočajo orodja, ki podajajo kontakte uporabnikov, s katerimi lahko ostali uporabniki sodelujejo.

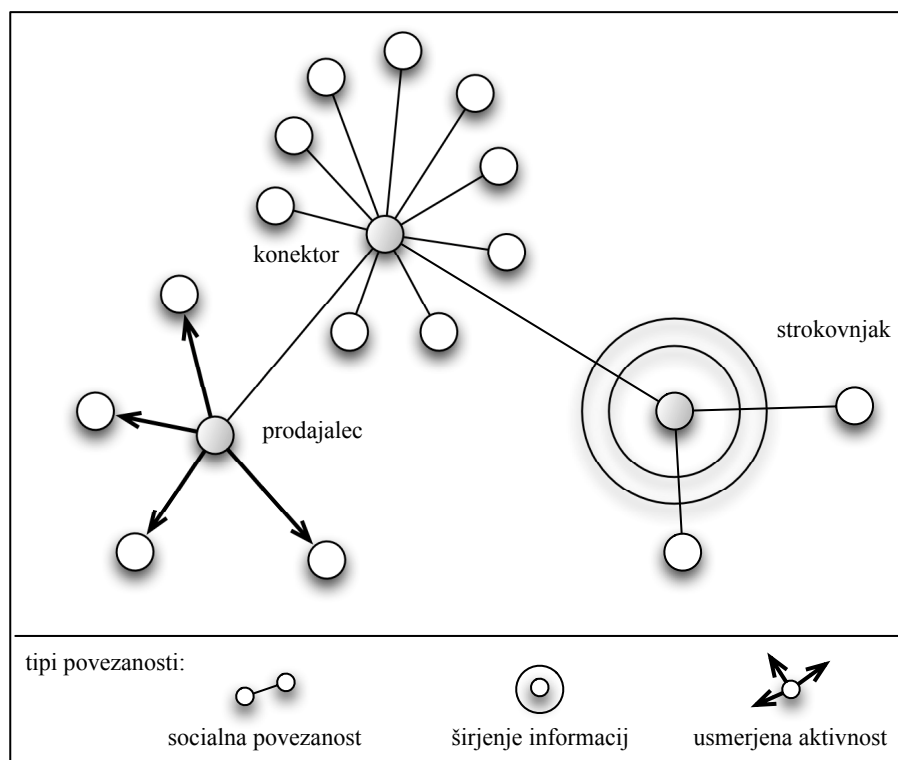
Posebnosti sta predvsem dve (Shuen, 2008):

- razpoložljivost objavljenih osebnih vsebin;
- hitrost spletnega povezovanja s posamezniki, ki jih sicer ne poznamo, vendar bi jih radi spoznali, bili z njimi povezani oziroma z njimi komunicirali.

Spletna socialna in profesionalna omrežja običajno izkoriščajo povezave iz vsakdanjega življenja, ki pa jih sorazmerno povečajo. Shuen (2008) loči tri tipe uporabnikov, ki so prisotni tako v socialnih omrežjih na spletu kot v vsakdanjem življenju (glej prevzeto sliko 2-11):

- **konektorji (tudi posredniki):** vezni člen, ki pozna veliko ljudi in ki te želi spoznati z vsemi, ki jih moraš spoznati. Povezave razvija skozi čas z osebnim stikom. Na spletu izkorišča možnosti takojšnjega sporočanja, elektronske pošte, spletnih kamer ipd., saj mu tovrstne tehnologije omogočajo hitrejši neposredni stik z več ljudmi, s katerimi se lahko povezujejo pogosteje, bolj redno in bolj interaktivno;
- **strokovnjaki:** strokovnjaki imajo veliko poglobljenega znanja o svojem področju in so ga pripravljene deliti. Kadar so vključeni v socialna omrežja, pogosto objavljajo informacije in znanje, ki ga posedujejo (prek priporočil, recenzij, forumov, blogov, wikijev ipd.);
- **prodajalci:** osebe, ki na ostale vplivajo tako, da jih pripravijo k dejavnosti. Evangelisti.





Prevzeta slika 2-11: Ključne vloge in povezave v socialnih omrežjih (Shuen, 2008:72)

Adopted figure 2-11: Key roles and linkages in social networks (Shuen, 2008:72)

Vse tri vloge so dobro zastopane v vsakdanjem življenju, zlasti v okviru poslovnih socialnih omrežij. Kombinacije ljudi, ki zavzemajo posamezne vloge, predstavljajo pomembno sestavino uspešnosti socialnih omrežij (Shuen, 2008), posledice pa se kažejo na izredno majhnem številu Milgramovih stopenj ločenosti (Leskovec, 2009).

Preprosta in hitra digitalna povezljivost je premaknila težišče socialnega mreženja od ustvarjanja, preslikav in širjenja k iskanju novih načinov za izkoriščanje lastnega omrežja (Shuen, 2008).

#### 2.4.2 Tehnološka evolucija

Komisija Evropskih skupnosti (2009a) je s sodelovanjem strokovnjakov iz industrije opredelila štiri ključne dejavnike, ki bodo vplivali na industrijo programske opreme v naslednjih letih: storitveno usmerjeno arhitekturo (SOA), računalništvo v oblaku, poslovno okolje 2.0 in semantični splet.

#### 2.4.2.1 Storitveno usmerjena arhitektura (SOA)

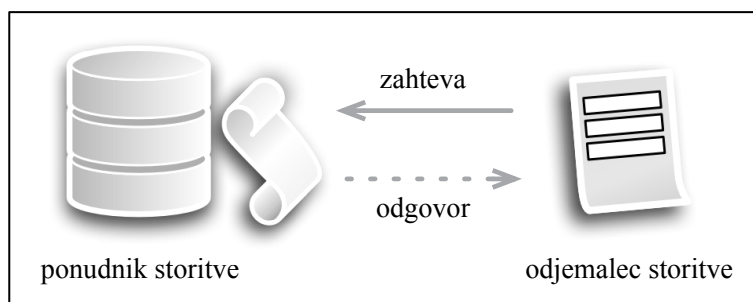
Storitveno usmerjena arhitektura (SOA) je pristop k razvoju programske opreme, pri katerem se za povezavo ponovno uporabnih aplikacij v medobratovalne storitve uporabi fleksibilna in standardizirana arhitektura (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a). Uporabi se lahko kot arhitektura za novo načrtovane rešitve ali kot načrt za rekonstrukcijo in poenostavitev obstoječih kompleksnih informacijskih rešitev (Medeot, 2007). S tehnološkega vidika SOA predstavlja množico splošno sprejetih smernic in postopkov za implementacijo in načrtovanje informacijskih sistemov (Jurič, 2005; Jurič, 2007), ki pravo vrednost razkrijejo šele takrat, ko nanje pogledamo z vsebinskega vidika (Jurič, 2005). Čeprav pristop ni nov, je dobil nov zagon in se uveljavil šele po poku internetnega balona in s pojavom spleta 2.0.

Jurič (2003) trdi, da SOA predstavlja model za spletne storitve, hkrati pa je sama tip porazdeljenega sistema, ki je sestavljen iz več programskih komponent. Te komponente delujejo povezano in tako omogočajo določeno funkcionalnost. SOA je zato posebna vrsta porazdeljenega sistema, v katerem so komponente sistema storitve, ki opravljajo določene operacije.

Medeot (2007) piše, da sta ključna akterja v SOA ponudnik in odjemalec storitve (glej prevzeto sliko 2-12). Naloga ponudnika storitve je, da natančno definira in implementira storitev, opredeli, kako se storitev prikliče, ter določi, na kakšen način in v kakšni obliki so podatki, ki jih storitev vrne. Odjemalcu ostane zgolj to, da na pravilen način pokliče storitev in prejme rezultat (Wilkes et al., 2004, cit. po Medeot, 2007).

Po drugi strani Jurič (2003) trdi, da SOA namesto dveh vpletenih virov (odjemalca in spletne storitve/strežnika) omogoča ustvarjanje verige povezanih storitev, pri čemer vsaka od storitev opravi določeno funkcijo/operacijo v celotnem procesu, in predstavi tri vloge:

- pošiljatelj sporočila, ki oblikuje izvorno sporočilo in ga pošlje storitvi;
- posrednik, ki je storitev, zmožna obdelati sporočilo, vendar ni ciljna storitev, ki ji je sporočilo namenjeno;
- končna točka ali storitev, ki ji je bilo sporočilo namenjeno. Sporočilo obdela in rezultat/odgovor glede na model komunikacije vrne sinhrono ali asinhrono.



Prevzeta slika 2-12: Osnovna ideja SOA (<http://service-architecture.com>)

Adopted figure 2-12: Basic idea behind SOA (<http://service-architecture.com>)

Za razliko od modelov odjemalec/strežnik, ki jih zaznamuje integracija po principu čvrste povezanosti ter posledično drago vzdrževanje in nadgradnja, so pri SOA posamezni deli porazdeljenega informacijskega sistema šibko povezani, kar razvijalcem omogoča, da o storitvi vedo le to, kje jo najdejo in kako z njo komunicirajo (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a; Medeot, 2007).

Vmesnik do storitve, ki predstavlja pogodbo med storitvijo in njenim odjemalcem, je neodvisen od uporabljene implementacijske tehnologije in vsebuje operacije, ki so lahko sinhrono ali asinhrono, pri čemer je vrstni red proženja lahko pomemben (Jurič, 2005).

Jurič (2005) ugotavlja, da imajo storitve v SOA predvsem naslednje lastnosti:

- storitve so avtonomne. Operacije, ki jih storitve opravljajo, lahko uporabimo zunaj konteksta aplikacije, ki jih nudi, kar z drugimi besedami pomeni, da so storitve avtonomne;
- meje storitev so eksplicitne;
- storitve se delijo na atomarne in sestavljene (kompozitne);
- storitve izpostavljajo operacije, ki izmenjujejo sporočila. Do storitev dostopamo prek natančno opredeljenih vmesnikov, ki niso nič drugega kot natančen opis sporočil, ki si jih lahko izmenjamo;
- nabor operacij je pogodba med storitvami in določa zaporedje sporočil;
- sporočila so definirana s shemami, ki določajo tipe sporočil;
- storitve med seboj izmenjujejo samo sporočila (podatke), ne pa tudi obnašanja (razredov oz. metod).

Kot pristop k razvoju programskih rešitev, ki organizacijam omogoča večjo prožnost in hitrost prilagajanja, enostavnejšo povezavo razpoložljivih sistemov in novih tehnologij ter preprostejše vzdrževanje in nadgradnjo, se je SOA uveljavila tudi v poslovnem svetu (Kempiners in Beck, 2007). Storitve je mogoče vključiti v popolnoma heterogena poslovna okolja, pri čemer se gradijo, uporabijo in ponovno uporabijo glede na spreminjajoče se poslovne potrebe (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a).

#### 2.4.2.2 Računalništvo v oblaku

Računalništvo v oblaku je model uporabe informacijskih rešitev v obliki storitev, dostopnih na internetu, za razliko od tradicionalnega načina, pri katerem so rešitve nameščene na strežnikih ali osebnih računalnikih v podjetju. Ime je izpeljano iz znaka, ki se je v omrežnih diagramih uporabljal in se še uporablja za internet (Easynet, 2008).

Računalništvo v oblaku je postal splošni izraz za prilagodljive informacijske storitve in služi kot krovni pojem za zagotavljanje storitev ko so hramba podatkov, računska moč, programska razvojna okolja in oprema, ki so končnim uporabnikom dostopni prek interneta (Komisija Evropskih skupnosti, 2009a).

Računalništvo v oblaku je:

- »model primerne in na zahtevo mrežnega dostopa do zaloge računalniških virov (npr. omrežij, strežnikov, shrambe, uporabniških programov in storitev), ki se lahko zagotovijo, uporabijo in sprostijo z minimalnimi napori upravljavca ter ponudnika storitve« (Mell in Grance, 2009);
- »priprava in oskrba z računalniškimi storitvami – računsko močjo, podatkovno shrambo, pasovno širino in namensko programsko opremo – prek omrežja, kadar je to potrebno« (Hartman in Beck, 2009:2);
- »oblika računalništva, kjer so računalniške zmogljivosti dostopne *kot storitve*, kar uporabnikom omogoča dostop do tehnoloških storitev *v oblaku* brez potrebe po znanju, nadzoru ali zavedanju o tehnologiji, ki jih podpira« (Wikipedia, cit. po CCUCDG, 2009a:5).

Bistvene lastnosti računalništva v oblaku so predvsem (Mell in Grance, 2009; CCUCDG, 2009b):

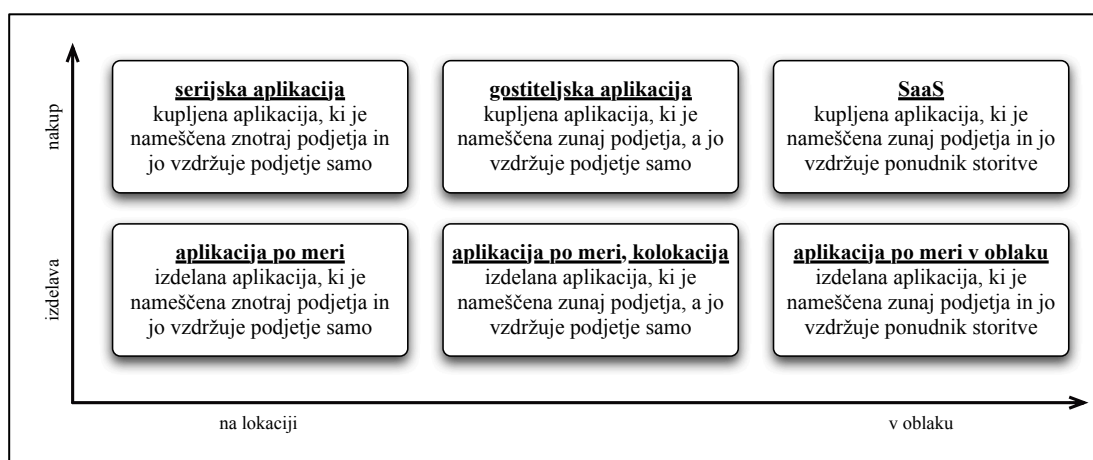
- **hitra prožnost:** zmožnost prilagajanja števila virov (tako povečanja kot tudi zmanjšanja) po potrebi, lahko tudi samodejno. Za odjemalca so računalniške zmožnosti na videz neskončne, pri čemer lahko v vsakem trenutku zakupi kakršnokoli količino računalniških virov;
- **samopostrežba na zahtevo:** uporabnik si lahko storitve v oblaku zagotavlja po potrebi, brez sodelovanja s ponudnikom storitve;
- **merjene storitve:** sistemi računalništva v oblaku samodejno nadzorujejo in optimizirajo porabo virov, ki je v vsakem trenutku vidna ponudniku in uporabniku storitev;
- **širok, vseprisoten omrežni dostop:** zmožnosti in storitve so na voljo prek omrežja, do njih pa lahko dostopamo s pomočjo standardnih mehanizmov tako z lahкими kot tudi debelimi klienti;
- **zalaganje in deljenje virov:** računalniški viri se delijo med več uporabnikov, saj so fizični in virtualni viri dinamično dodeljeni glede na zahteve uporabnika, pri čemer ta nima nadzora nad njimi.

Od tradicionalnega modela upravljanja in vzdrževanja programske opreme se loči predvsem po tem, kje so aplikacije nameščene in kdo jih vzdržuje (glej prevzeto sliko 2-13; Hartman in Beck, 2009):

- programska oprema, ki teče na lokaciji podjetja, za svoje nemoteno delovanje zahteva nakup in vzdrževanje strojne opreme. Na ta način ima podjetje ves nadzor nad aplikacijami in podatki, vendar ima obenem višje stroške in težje umerja potrebe;
- če programska oprema teče pri ponudniku gostovanja, se stroški vzdrževanja infrastrukture in upravljanja delijo;
- programska oprema, ki teče kot storitev v oblaku, nudi manj možnosti neposrednega nadzora, a večjo ekonomičnost in preprostejše umerjanje potreb.

Uveljavili so se predvsem trije modeli računalništva v oblaku (Mell in Grance, 2009; CCUCDG, 2009a; CCUCDG, 2009b):

- programska oprema kot storitev (**SaaS**): uporabnik uporablja aplikacije, vendar ne nadzoruje operacijskega sistema, strojne opreme ali omrežne infrastrukture, na kateri teče. Aplikacije so dostopne prek različnih naprav s pomočjo vmesnikov lahkih odjemalcev (npr. spletna pošta);
- računalniško okolje kot storitev (**PaaS**): omogoča postavitev lastnih aplikacij v računalniško okolje v oblaku, če so aplikacije skladne z zahtevami ponudnika (pravi programski jezik, prava orodja). Uporabnik nima nadzora nad osnovno infrastrukturo (operacijski sistem, strojna oprema, omrežna infrastruktura), lahko pa ima dostop do nekaterih namestitvenih možnosti;
- infrastruktura kot storitev (**IaaS**): omogoča nadzor nad vsemi glavnimi računalniškimi viri, kot so računska moč, shranjevanje podatkov, omrežne komponente (tudi požarni zid in sistemi za izenačevanje obremenitve) in vmesna programska oprema. Uporabnik ima nadzor nad operacijskim sistemom, vendar nima nadzora nad osnovno infrastrukturo.



Prevzeta slika 2-13: Načrt strategij računalništva v oblaku (Hartman in Beck, 2009:5)

Adopted figure 2-13: Cloud strategy map (Hartman & Beck, 2009:5)

Osnovni modeli postavitve računalništva v oblaku so štirje (Mell in Grance, 2009; CCUCDG, 2009a; CCUCDG, 2009b):

- **zasebni oblak**: oblak je postavljen zgolj za eno organizacijo. Upravlja in vzdržuje ga lastnik ali zunanji izvajalec, lahko je postavljen znotraj ali zunaj organizacije;

- **oblak skupnosti:** oblak si deli več organizacij, ki tvorijo skupnost. Upravljajo in vzdržujejo ga lastniki ali zunanji izvajalci, lahko je postavljen znotraj ali zunaj organizacij;
- **javni oblak:** infrastruktura je v lasti ponudnika storitev v oblaku in je javno dostopna;
- **hibridni oblak:** hibridni oblak je kombinacija javnega in zasebnega oblaka. Uporabniki po tem modelu manj pomembne poslovne procese in informacije obdelujejo v javnih oblakih, medtem ko občutljive storitve in podatke zadržijo v zasebnem oblaku. Povezava med obema poteka prek standardnih in zaščiteneh tehnologij, ki omogočajo prenosljivost.

#### 2.4.2.3 Poslovno okolje 2.0

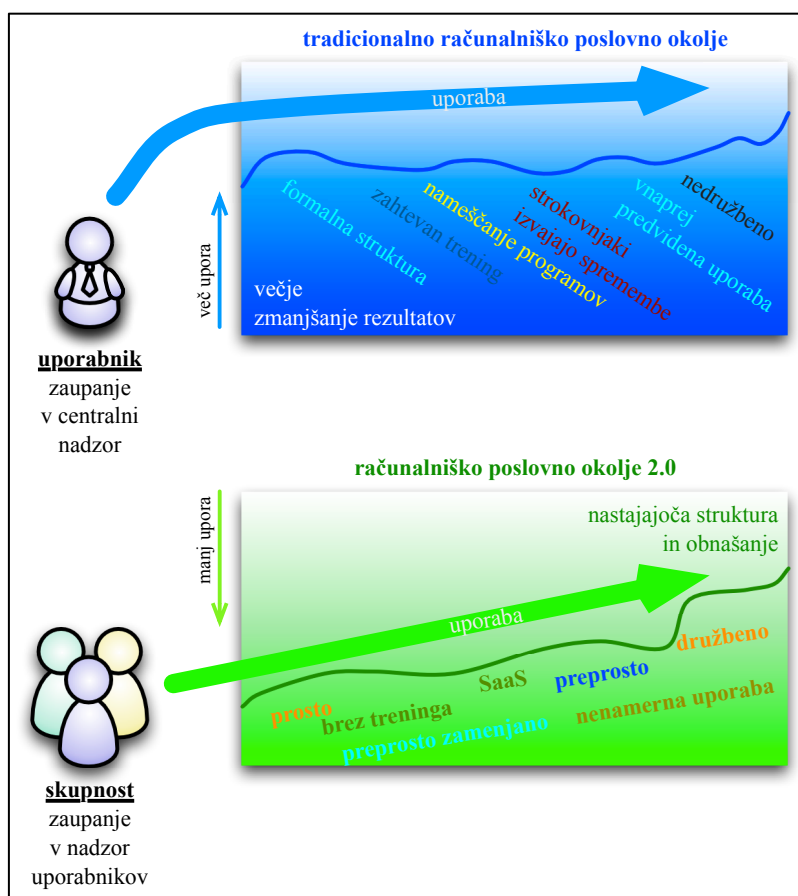
Naraščanje priljubljenosti digitalnih računalniških okolij za ustvarjanje, deljenje in filtriranje informacij na internetu (poimenovanih tudi storitve spleta 2.0) kot posledico nezadovoljstva nad zastarelimi tehnologijami v poslovnem okolju je McAfee (2006a) združil pod krovnim pojmom poslovno okolje 2.0. Poslovno okolje 2.0 združuje tehnologije in računalniška okolja spleta 2.0, ki jih lahko strokovni delavci, katerih primarna naloga je ustvarjanje ter uporaba znanja in informacij, pri svojem delu uporabljajo.

Socialna omrežja in z njimi povezane tehnologije postajajo prednostna izbira za komuniciranje in sodelovanje med prijatelji in družinskimi člani ter tudi sodelavci, poslovnimi partnerji, strankami, podjetji in organizacijami. Zaposleni, večši digitalnih opravil, tudi v svojem poslovnem okolju pričakujejo enake (preproste, učinkovite, splet 2.0) metode in orodja za komuniciranje, saj so ta prav s pojavom socialnih omrežij prvič omogočila uporabno ter preprosto tehnološko podprto komunikacijo in sodelovanje, dostopno širšim množicam. Neučinkovitost hierarhičnega načina komuniciranja in sporočanja pomembnih poslovnih informacij je zato logična posledica (Buytendijk et al., 2008).

McAfee (2006b) je poslovno okolje 2.0 opredelil kot »uporabo proste socialne programske opreme v podjetjih«, kjer prosta programska oprema ni vnaprej določena in nima vnaprej pripravljenega pretoka dela, je neodvisna od organizacijske sheme in je sposobna dela z mnogimi oblikami podatkov. McAfee (2006c) je pozneje definicijo nekoliko spremenil, saj je menil, da prvotna ni bila dovolj dobro oblikovana: »poslovno okolje 2.0 predstavlja uporabo

pojavnjajočih socialnih računalniških okolij v podjetjih ter med podjetji in njihovimi strankami oziroma partnerji».

Del vzroka priljubljenosti tehnologij in orodij spleta 2.0 je tudi pojav široke palete ozko usmerjenih rešitev, zato ne čudi, da so računalniška poslovna okolja 2.0 v svoji zasnovi modularna. Na ta način lahko podjetja in organizacije komponente, vire in storitve dodajajo skladno s potrebami in razvijajočimi se poslovnimi modeli. Za razliko od tradicionalnih informacijskih postavitv (glej prevzeto sliko 2-14) je v takšnem okolju mogoče razviti, umestiti in aktivirati nove storitve brez dolgih priprav, tečajev in uskladitvenih projektov, prav tako pomembno pa je tudi to, da je zaposlenim prihranjeno mučno učenje, privajanje in prilagajanje na nove tehnološke rešitve oziroma računalniška okolja (Buytendijk et al., 2008).



Prevzeta slika 2-14: Tradicionalno poslovno okolje in poslovno okolje 2.0 (Hinchcliffe, 2006)

Adopted figure 2-14: Traditional software vs. enterprise Web 2.0 (Hinchcliffe, 2006)



McAfee (2006a) je opredelil šest ključnih tehnologij oziroma komponent, ki jih mora vsebovati poslovno okolje 2.0:

- **iskanje:** zelo pomembno je, da lahko uporabniki najdejo potrebne podatke oziroma informacije;
- **povezave:** veliko tehnologij se najbolje izkaže takrat, ko struktura množice povezav predstavlja mnenje večine uporabnikov;
- **ustvarjanje:** da bi lahko dobili kakovostne vsebine in informacije od uporabnikov, morata biti delo in objavljanje čim bolj preprosta;
- **označbe:** uporabniki danes vsebino raje označujejo z označbami, kot pospravljajo v vnaprej pripravljene kategorije;
- **razširitve:** pametni dodatki poenostavljajo in avtomatizirajo posamezne postopke;
- **signali:** ker se vsak dan s pomočjo novih orodij in tehnologij ustvari vedno več vsebine, je pomembno, da se lahko pred množico tudi zavarujemo. Pri tem nam pomagajo tehnologije, ki nas lahko opozorijo (nam signalizirajo), ko je zanimiva vsebina objavljena. Opozorila so lahko v obliki e-poštnih opozoril, pinga, povratnih sledi ali raznih spletnih virov.

Do sprememb ni prišlo le na tehnološkem področju. Poklicni strokovnjaki in vodilni delavci imajo danes močan vpliv na delovanje organizacij, v katerih delujejo. Tradicionalne hierarhične strukture se izravnava in se bodo še naprej, zaposleni znotraj njih pa želijo sodelovati pri strateških odločitvah, ki vplivajo tudi na njihovo delo. Spremembe obstajajo tudi pri poslovnih procesih, saj so začele organizacije od modela, po katerem se procese določa in izvaja izključno navzven, prehajati k vrednostni verigi delovanja navznoter, kjer so stranke tiste, ki določajo delovanje in potek poslovnih procesov. V poslovnem okolju 2.0 je opravljanje posla proces nenehne interakcije in sodelovanja (Buytendijk et al., 2008).

#### 2.4.2.4 Semantični splet

Nova arhitektura spleta, poimenovana semantični splet, s pomočjo izgradnje novih smiselnih pomenov na spletu nudi možnost uporabe skupnega znanja. Raziskovalni semantični splet se je razvil iz tradicij umetne inteligence in ontoloških jezikov ter nudi samodejno procesiranje s pomočjo strojno razumljivih metapodatkov (Alesso in Smith, 2006).

Splošnemu prepričanju navkljub semantični splet ni nova oblika spleta, temveč le razširitev obstoječega, pri čemer se po novem informaciji dodeli dobro opredeljen pomen, kar omogoča boljše sodelovanje med človekom in računalnikom (Berners-Lee et al., 2001). Pomembno je poudariti, da se ne razlikuje od svetovnega spleta, ima pa razširitve, ki ga naredijo še bolj uporabnega (Feigenbaum et al. 2007).

Alex Iskold (2007a, 2007b) trdi, da je bila prvotna vizija semantičnega spleta (ki predstavlja dodatno plast nad trenutnim spletom in omogoča računalnikom, da »razumejo« podatke) v zadnjem desetletju prej raziskovalna kot širše uporabna tehnologija. Spivack (2008) je opredelil pet pristopov k semantiki (prednosti in slabosti vsakega pristopa so opisane v preglednici 2-1):

- označevanje;
- statistika;
- lingvistika;
- semantični splet;
- umetna inteligenca.

Iskold (2008) je opredelil dva načina dodajanja semantične vsebine (prevzeta slika 2-15):

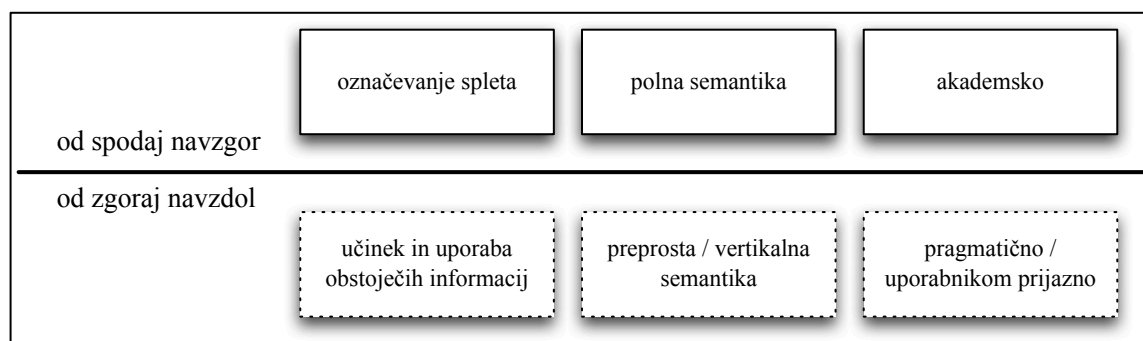
- (klasični) način »od spodaj navzgor«: dodajanje semantičnih metapodatkov spletnim stranem in podatkovnim bazam v internetu. Posledično vsaka spletna stran postane semantična. Težava je, da se moramo naučiti RDF/OWL (Spivack, 2008; Spivack, 2009).
- (sodobnejši) način »od zgoraj navzdol«: samodejno ustvarjanje semantičnih metapodatkov za vertikalne domene. Ustvarjajo se storitve, ki predstavljajo krovni sloj nad nesemantičnim spletom. V tem primeru se ni nikomur treba učiti RDF/OWL.

Ker obstaja kar nekaj težav klasičnega pristopa od spodaj navzgor (vsaka spletna stran mora podatke »obrazložiti« v ustrezni obliki (RDF, OWL itd.), da bi jih računalniki lahko »razumeli«), se vse bolj uveljavlja sodobnejši pristop od zgoraj navzdol, ki s pomočjo razmeroma preprostih metod (kot je recimo dodeljevanje označb iz obstoječih oblik spletnih strani) samodejno izlušči semantične informacije.

**Preglednica 2-1: Prednosti in slabosti različnih pristopov k semantiki**

**Table 2-1: Pros and cons of various approaches to semantics**

<b>Pristop</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Slabosti</b>
označevanje	preprostost brez algoritmov in tehnologij brez učenja	preprostost brez algoritmov in tehnologij brez učenja
statistika	matematični algoritmi obvladljivost jezikovno neodvisno	ne razume vsebine težavne poizvedbe odvisnost od velikosti vzorca nerazumevanje strukturiranih podatkov
lingvistika	pravo razumevanje naravnega jezika izlušči znanje iz teksta dobro išče določena dejstva in povezave natančnejše poizvedbe	računsko zahtevno težavno umerjanje veliko napak jezikovno odvisno
semantični splet	natančne poizvedbe pametnejše aplikacije z manj dela računsko manj zahtevno deljenje in povezovanje med programi deluje tudi za strukturirane podatke	pomanjkanje orodij težavno umerjanje pomanjkanje metapodatkov
umetna inteligenca	odlično za ozka področja inteligentni odgovori na vprašanja argumentiranje in učenje	računsko zahtevno težavno umerjanje zelo težko programiranje neprimerno za široka področja veliko dela s treniranjem

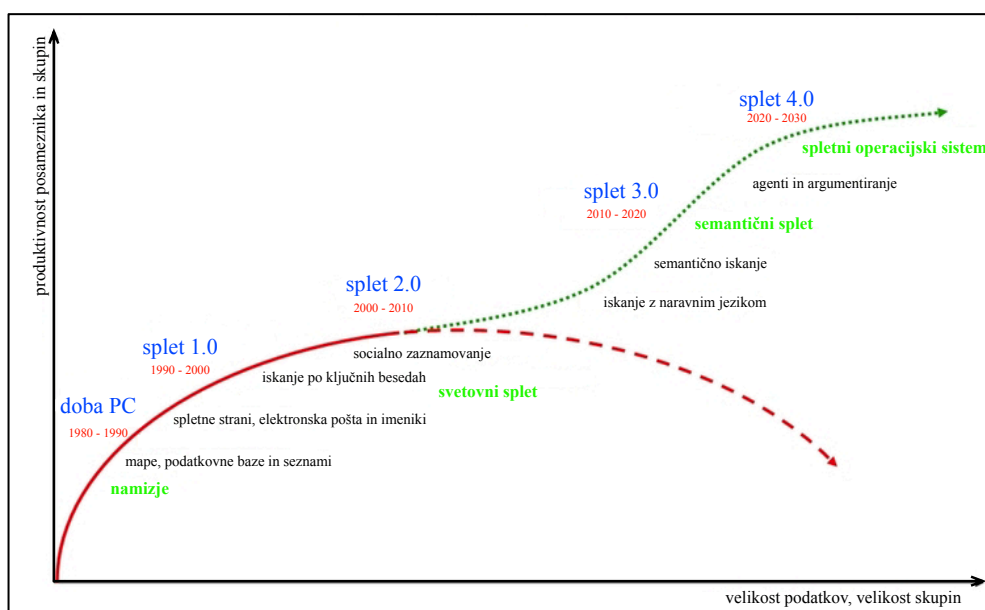


**Prevzeta slika 2-15: Različna pristopa k semantičnemu spletu (Iskold, 2008)**

**Adopted figure 2-15: Various approaches to semantic web (Iskold, 2008)**

Namen arhitekture semantičnega spleta je predstaviti znanje v obliki povezanih podatkov, kar omogoča računalniško oziroma strojno procesiranje na globalni ravni. Tako bi splet prešel iz skladišča podatkov brez vgrajene logike na raven, kjer bi bilo mogoče logiko izluščiti s pomočjo sistemov za predstavitev znanja (Alesso in Smith, 2006). Stankovski (2009) ugotavlja, da bi tak splet nudil kvalitetnejšo raven storitev, reševal oziroma odgovarjal na vprašanja ter omogočal iskanja na ravni znanja. Tudi Alesso in Smith (2006) predstavljata kot največjo prednost semantičnega spleta prav učinkovito iskanje. Z rastjo in kompleksnostjo spleta pada učinkovitost iskanja po ključnih besedah, kar se bo v prihodnosti v še večji meri kot danes kazalo tudi na področju produktivnosti (Spivack, 2007b).

Spivack (2007b) trdi, da bo iskanje z naravnim jezikom dalo boljše rezultate, ne bo pa rešilo vseh težav, saj podobno kot iskanje po ključnih besedah ne more uporabiti strukture informacij. Za izboljšanje produktivnosti namreč potrebujemo iskanje, ki se zaveda strukture podatkov in ki omogoča iskanje tudi po podatkovnih strukturah. Semantično iskanje naj bi združilo prednosti ključnih besed, naravnega jezika, podatkovnih baz in združevalnih iskanj ter omogočilo iskanje, ki bi bilo na las podobno iskanju po podatkovnih bazah. Brez semantičnega spleta bo produktivnost začela stagnirati ter nato skladno z rastjo spleta in kompleksnosti začela postopno padati (glej prevzeto sliko 2-16).



Prevzeta slika 2-16: Semantično iskanje - produktivnost v prihodnosti (Spivack, 2007b)

Adopted figure 2-16: Semantic search - the future of productivity (Spivack, 2007b)

Semantični splet se pogosto omenja skupaj z izrazom splet 3.0, s katerim se opisuje prihodnost spleta s tehnološkega vidika. Ker je prihodnost spleta in spletnih tehnologij še precej nejasna, je bolj primerna definicija (Spivack, 2008), ki o spletu 3.0 govori kot o tretjem desetletju interneta (obdobju 2010–2020), v katerem se pričakuje popoln razmah semantičnega spleta.

## **2.5 Informacijske in komunikacijske tehnologije v gradbeništvu**

Turk in Cerovšek (2001) ugotavljata, da je gradbena industrija računalnik in informacijske tehnologije sprejela v treh korakih.

1. Najprej so računalnik uporabljali predvsem kot pomoč inženirjem pri reševanju vedno večjih modelov. Neposreden rezultat je bil prihranek pri času, prav tako je bila inženirjem naenkrat dana možnost doseganja večje natančnosti in razvoja bolj zapletenih modelov.
2. V naslednjem koraku so računalniki nadomestili risalne mize.
3. Tretje obdobje se je pričelo sredi osemdesetih let s pojavom prvih osebnih računalnikov. Od takrat naprej je računalnik nepogrešljivo orodje in se uporablja pri vsakdanjem inženirskem delu.

Za četrto obdobje IKT in računalnika v gradbeništvu štejemo internet. Pred široko javno uporabo interneta so bila poslovna računalniška okolja običajno omejena na vpeljavo znotraj ene same organizacije. Hiter razvoj internetnih informacijskih tehnologij je organizacijam dal možnost uporabe in vpeljave tehnoloških rešitev, ki so presegale prej veljavne omejitve, ter jim hkrati ponudil možnost ustvarjanja novih, bolj učinkovitih poslovnih procesov in izboljšanje medorganizacijskih delovnih praks (Becerik, 2004).

Gradbeništvu se je razmahu svetovnega spleta pridružilo sredi devetdesetih let, ko se je internet prvič pojavil v znanstvenih in strokovnih prispevkih na gradbeniških kongresih in delavnicah (Turk, 2001b). Kmalu se je pokazalo, da gre za uporabno in udobno tehnologijo, ki procese v primerjavi s tradicionalnim načinom pohitri, poenostavi in poceni, hkrati pa naloge opravi bolj zanesljivo. Gradbena industrija je razmeroma hitro odkrila komunikacijske možnosti novih tehnologij, ki so se kmalu uveljavile vzdolž celotnega sektorja, kljub temu pa ni izkoristila celotnega potenciala novo razvitih IKT.

Kljub temu, da IKT nudijo izjemno veliko možnosti na področju komunikacije, sodelovanja ter upravljanja in da gre za informacijsko precej zahtevno industrijo, gradbeništvo še vedno zaostaja pri uvajanju novih produktov, procesov in tehnologij (Becerik, 2004). Razlogov za to je več. Tako Turk (1999) kot Cerovšek (2002) ugotavljata, da ima pri odnosu gradbeništva do IT ključno vlogo fenomen enkratnosti, saj gre za:

- **enkraten produkt:** gradbeni izdelki (stavbe in inženirski objekti) so praviloma edinstveni;
- **enkraten proces:** procesi načrtovanja, gradnje, in vzdrževanja so skoraj vedno edinstveni;
- **enkraten krog sodelujočih:** proces načrtovanja, gradnje ali vzdrževanja opravlja vedno druga skupine izvajalcev in podizvajalcev;
- **enkraten obseg** navedenih treh kategorij, tako po kvaliteti kot kvantiteti.

Zaradi vsega naštetega se gradbeništvo od drugih industrij loči tudi na področju informacijskih rešitev (Turk, 1999):

- omogočati mora izdelke, ki jih ni mogoče opisati s standardiziranimi modeli;
- omogočati mora preglednost modelov za izmenjavo med aplikacijami;
- osredotočiti se mora na komunikacijo človek-človek ter podpirati improvizacijo kot pomemben način opravljanja nalog v gradbeništvu;
- graditi mora tanek sloj nad zmerno tehnično in človeško infrastrukturo.

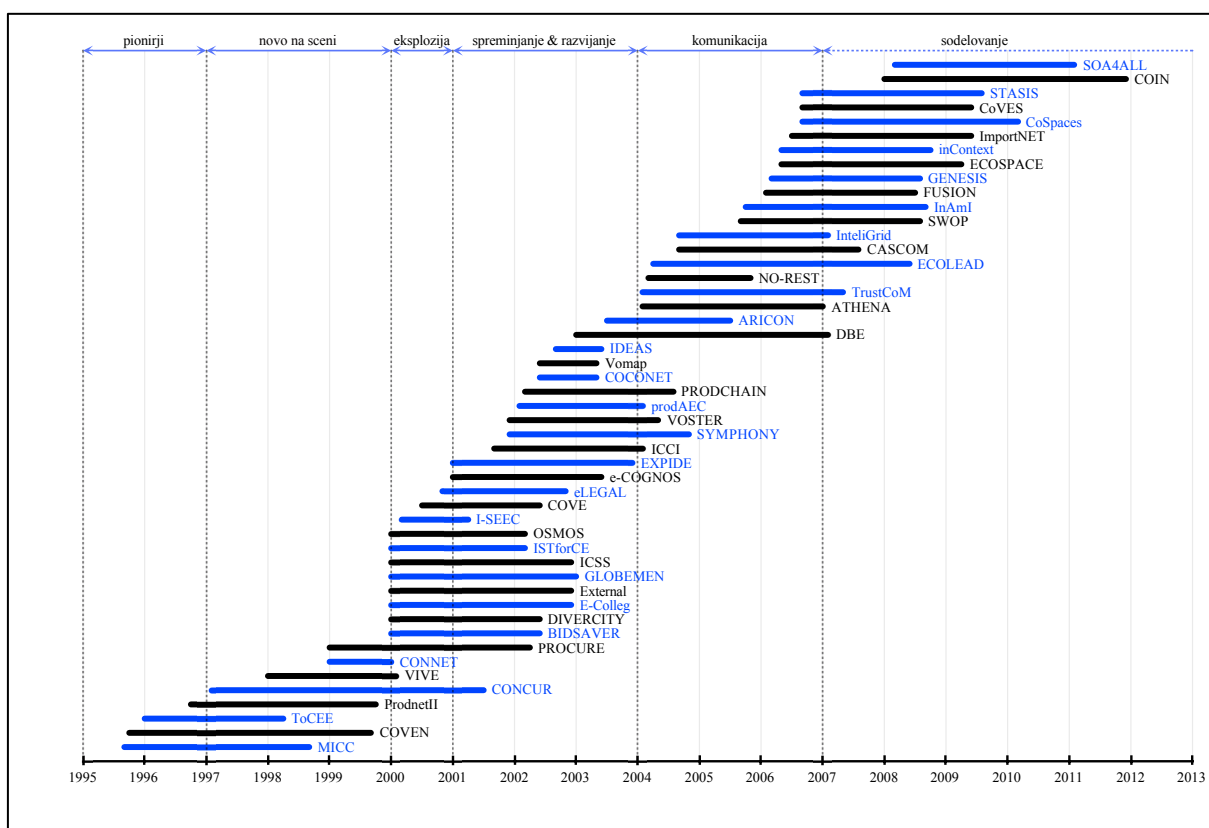
Informacijske tehnologije so skupaj s povezanimi področji (telekomunikacije in mikroelektronika) popolnoma spremenile načine upravljanja informacij in komunikacije med ljudmi v industriji. To se je zgodilo predvsem na tri načine (Dainty et al., 2006):

- s pospešitvijo procesiranja informacij;
- z olajšanjem dostopa do informacij;
- z izboljšanjem informacijskih sistemov za upravljanje za bolj učinkovito odločanje in nadzor.

Kar je bilo nekoč znano kot informacijske tehnologije se je razvilo v širšo in bolj točno področje informacijsko-komunikacijskih tehnologij. Kot kaže ime samo, informacijske tehnologije danes zagotavljajo možnosti za komunikacijo v organizaciji in družbi na splošno.

Tovrstne tehnologije spreminjajo tako načine komunikacije med ljudmi kot tudi njihovo upravljanje z informacijskimi tokovi. Spreminjajo celo procese, v katerih smo ljudje udeleženi, ter podatke, ki jih izmenjujemo pri opravljanju svojih nalog (Dainty et al., 2006).

V zadnjih 15 letih se je zvrstila množica evropskih (in tudi nacionalnih) projektov, ki so se ukvarjali s področjem z IKT podprtega sodelovanja v inženirstvu (slika 2-6, podrobnejša preglednica se nahaja v prilogi A).



Slika 2-6: Časovni potek projektov IKT podprtega sodelovanja v inženirstvu

Figure 2-6: ICT supported engineering collaboration projects timeline

Becerik (2004) je v svoji raziskavi spletnih sistemov za upravljanje projektov v gradbeništvu uvedel obdobja, v katera lahko časovno razvrstimo tudi informacijsko-komunikacijske projekte za sodelovanje v inženirstvu na splošno:

- 1995–1997: pionirji. V tem obdobju so se pojavili prvi raziskovalni projekti, ki so se posebej usmerili v raziskovanje potenciala informacijsko-komunikacijskih tehnologij za inženirstvo. Eden od prvih tovrstnih projektov je bil raziskovalni projekt MICC, ki

se je ukvarjal z mobilnimi komunikacijami in prednostmi, ki jih lahko prinesejo evropskemu gradbenemu sektorju. Med pionirji je bila tudi Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (FGG) Univerze v Ljubljani (UL), saj je Katedra za gradbeno informatiko (KGI) kot partner sodelovala pri projektu ToCEE;

- 1997–2000: novi na sceni. Drugi val projektov je že prinesel prve programe pristopov k temi, število projektov se je postopoma povečevalo;
- 2000–2001: eksplozija. Na prelomu tisočletja je začela svoje delo množica projektov. Eksplozija delno sovpada s programom financiranja EU, delno pa lahko navdušenje pripišemo obdobju podjetij .com, ki so cvetela do poka internetnega balona. KGI je v tem obdobju sodelovala v projektu ISTforCE;
- 2001–2004: spreminjanje in razvijanje. Po poku internetnega balona se je začetno navdušenje nekoliko umirilo, število projektov se je stabiliziralo, prednostne naloge v raziskavah so se izostrile in konsolidirale;
- 2004–2007: komunikacija. V tem obdobju se je raziskovalo predvsem v smeri komunikacijske infrastrukture v podporo inženirskim procesom in dejavnostim. KGI je v tem obdobju koordinirala projekt InteliGrid;
- 2007–: sodelovanje. Od pojava in uveljavitve spleta 2.0 dalje se raziskuje predvsem v smeri učinkovitega sodelovanja.

### **2.5.1 IKT, komunikacija in sodelovanje v gradbeništvu**

Predpogoj vsakega uspešnega gradbenega projekta je učinkovita komunikacija (Turk, 2001b). Zaradi izrazite informacijske narave dela v gradbeni industriji je namreč pravočasno informiranje vseh sodelujočih v gradbenem projektu izjemnega pomena. Wilkinson (2005) ugotavlja, da lahko vzroke za zamude in nepredvidene stroške skoraj vedno povežemo s (pre-) poznimi, netočnimi, nezadostnimi ali neskladnimi informacijami, lahko pa kar z vsem naštetim. Zato je nujno, da se informacije v gradbenem projektu zajemajo in posredujejo na učinkovit način (Titus in Bröchner, 2005).

V multidisciplinarnih delovnih skupinah, značilnih za gradbeništvo, lahko sodelujejo člani iz istih ali različnih organizacij z različnimi ravnmi znanja, mnenj, razumevanja in sprejemanja dostopnih komunikacijskih orodij in prednostnih načinov komunikacije (Otter in Emmit, 2007). Lihteneger (2001) razpravlja, da je skupinsko sodelovanje zapleten proces, ki temelji



na principih zavestnega komuniciranja in vsebuje tako čustvene kot tudi motivacijske dejavnike komunikacije.

Komunikacijo v gradbeniških delovnih skupinah lahko pojasnimo kot interakcijo med skupinami pošiljateljev in prejemnikov, ki pri tem uporabljajo mrežo komunikacijskih pretokov in dostopnih načinov komunikacije (Otter in Emmitt, 2007). V grobem lahko načine komuniciranja tako v gradbeništvu kot tudi širše razdelimo na:

- osebno komuniciranje;
- komuniciranje s pomočjo elektronskih (IKT) orodij.

Na podlagi načina komunikacije glede na razmerje čas-prostor lahko komunikacijo razdelimo tudi na (glej prevzeto sliko 2-17; Otter in Emmitt, 2007):

- **sočasno (sinhrono) komunikacijo:** sočasna komunikacija v gradbeništvu poteka v obliki osebnih pogovorov, sestankov in dialogov, kadar udeleženci komunicirajo sočasno in na istem mestu, ali s pomočjo informacijsko-komunikacijskih tehnologij (video konference, telefonski klic, takojšnje sporočanje itd.), kadar komunicirajo sočasno, a z različnih lokacij;
- **nesočasno (asinhrono) komunikacijo:** nesočasna komunikacija poteka v obliki pošte in projektnih dosjejev, v katerih so zbrani projektni dokumenti (skice, načrti, risbe, tabele, grafi itd.), ali v elektronski obliki z uporabo elektronske pošte, sporočil SMS, elektronskih koledarjev ipd.

	Sinhrono	Asinhrono
Ista lokacija	dialog neformalni sestanki formalni sestanki	dopisi oglasne deske arhiv
Različne lokacije	telefonski pogovor telefonska konferenca video konferenca takojšnje sporočanje	interna in zunanja pošta faks računalniško omrežje elektronska pošta deljeni koledar

Prevzeta slika 2-17: Komunikacijska matrika čas-prostor (Otter in Emmitt, 2007:411; Magdič, 2007:18)

Adopted figure 2-17: Communication space-time matrix (Otter & Emmitt, 2007:411; Magdič, 2007:18)

Komunikacija je v preteklosti potekala le ob prisotnosti udeležencev v istem prostoru in času, razvoj komunikacijskih medijev in IKT pa je omogočil tako prostorsko kot tudi časovno oddaljenost udeležencev (Škerlep, 1998).

Lastnosti sočasnih in nesočasnih načinov komunikacije so zbrane v prevzeti preglednici 2-3.

**Prevzeta preglednica 2-3: Lastnosti sočasnih in nesočasnih načinov komunikacije  
 (Otter in Emmitt, 2007:412)**

**Adopted table 2-3: Properties of synchronous and asynchronous means of communication  
 (Otter & Emmitt, 2007:412)**

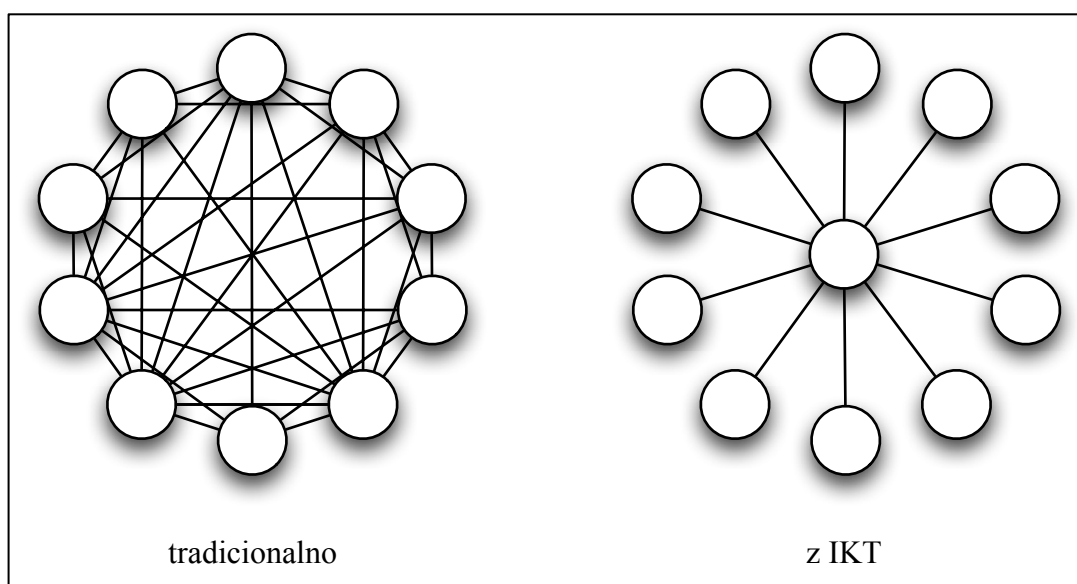
Metoda	Preprostost	Odziv	Interakcija	Preglednost	Neformalno	Formalno	Status
Dialog	+	+	+	-	°	°	°
Sestanek skupine	-	+	°	°	-	°	°
Neformalni sestanek	-	+	+	-	°	-	-
Telefon	+	+	+	-	°	°	°
Faksimile	°	-	-	-	-	°	+
Navadna pošta	-	-	-	-	-	+	+
Projektni dosje	°	-	-	°	-	+	°
E-pošta	+	+	°	-	°	°	-
Takojšnje sporočanje	+	+	+	-	°	-	-
Video konferenca	°	+	+	°	-	+	°
Elektronski koledar	+	-	-	+	-	+	-
Računalniško omrežje	°	-	-	-	-	°	-
Projektni spletni prostor	+	+	-	+	-	+	+

LEGENDA: + visok nivo, ° povprečen nivo, - nizek nivo

Dainty et al. (2006) so med primere informacijsko-komunikacijskih tehnologij, ki so korenito spremenile način dela v gradbeništvu, uvrstili:

- faks, predvsem zato, ker je omogočil hiter prenos dokumentov z gradbišča v glavno pisarno in nazaj;
- mobilni telefon, ker nudi možnost sočasne komunikacije kadarkoli in kjerkoli;
- elektronsko pošto, ker je dodatno pospešila prenos besedila in grafik;
- internet, ker je prevzel vlogo centralne shrambe vseh podatkov in informacij.

Ob prehodu iz tradicionalne komunikacije in sodelovanja v z IKT podprto komunikacijo in sodelovanje v gradbeništvu se je spremenil predvsem način interakcije med udeleženci (glej sliko 2-7). Tako se je topologija iz polno povezane, kjer je lahko vsak udeleženec komuniciral z vsakim neposredno, s pomočjo informacijsko-komunikacijskih orodij spremenila v zvezdasto, kjer udeleženci skoraj vedno komunicirajo prek posrednika (naj bo to projektni portal, produktni model, forum ali strežnik FTP ipd.).



Slika 2-7: Shema možnih interakcij znotraj delovne skupine v gradbeništvu  
Figure 2-7: Diagram of possible interactions in a construction working group

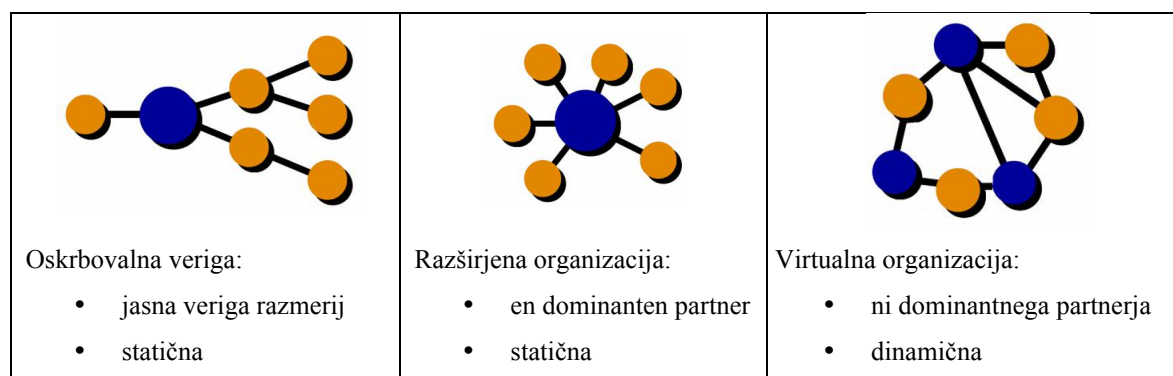
### 2.5.2 Virtualne organizacije

S prehodom v informacijsko družbo so se pričeli razvijati novi organizacijski vzorci, ki so prilagojeni globalizaciji poslovanja ter vse večjim zahtevam trga (kvaliteta, dostopnost, edinstveni izdelki itd.). Organizacije in podjetja so običajno sposobna zagotoviti le del

želenega izdelka ali storitve, zato se morajo povezovati (InteliGrid, 2006). Povezovanje je še posebej pomembno za mala in srednje velika podjetja (Weiß, 1999), značilna predvsem za gradbeno industrijo.

Virtualna organizacija (VO) je uveljavljen termin, ki označuje začasno organizacijsko obliko, ki jo sestavljajo (pravno) neodvisne organizacije, ki si med seboj delijo vire in znanje z namenom doseči zadani poslovni cilj. Camarinha-Matos et al. (1999:267) opredeljujejo virtualno organizacijo kot »začasno zavezništvo organizacij, ki se povežejo z namenom deljenja svojih ključnih sposobnosti in virov v korist bolj učinkovitega odgovora na poslovne priložnosti, njihovo sodelovanje pa je podprto predvsem z računalniškimi omrežji«. Podobno razmišlja tudi Barnatt (1995), ki meni, da gre pri VO za »vzorec organizacije, temelječ na porazdeljenih fizičnih in človeških virih ter virih znanja, ki jih z omogočanjem ustvarjanja dodane vrednosti (običajno) povezujejo informacijski sistemi«.

Virtualna organizacija je torej organizacijska oblika, ki podpira medorganizacijsko sodelovanje v neponovljivih okoliščinah, pri čemer je lahko več partnerjev neznanih. Je zadnja v nizu organizacijskih shem, ki so v zadnjem stoletju spremljale gradbeno industrijo in ki so predstavljene na sliki 2-8.



**Slika 2-8: Evolucija organizacijskih shem – od oskrbovalne verige do virtualne organizacije**

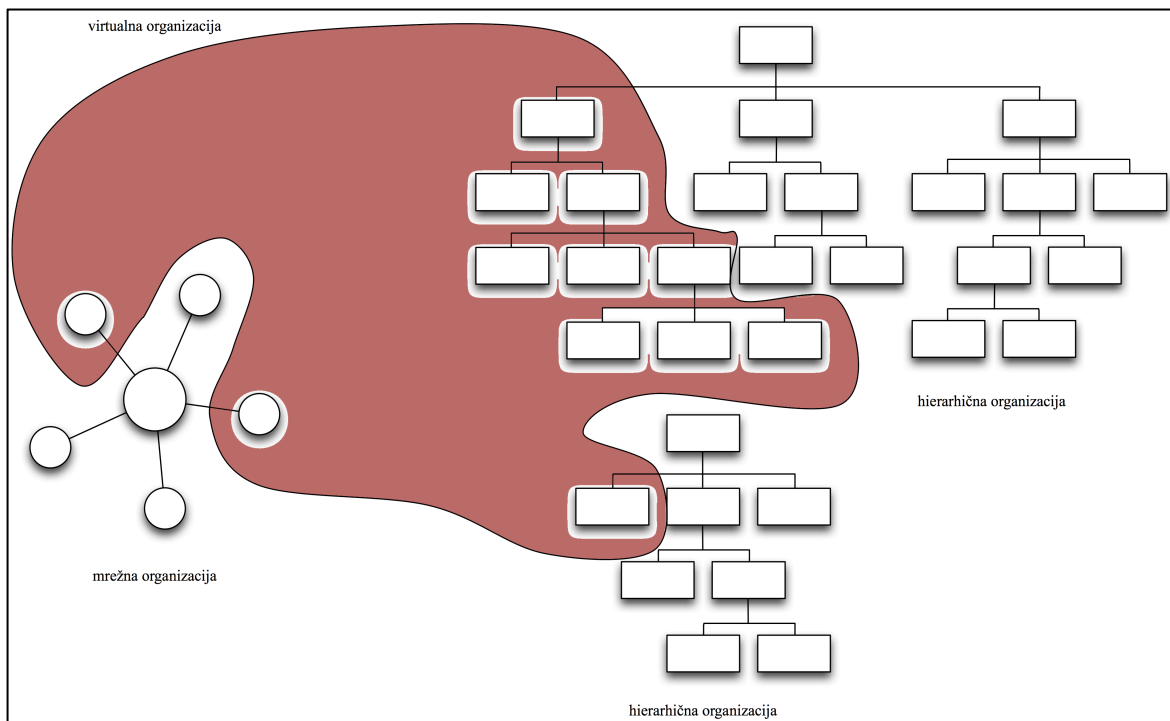
**Figure 2-8: Organizational scheme evolution – from supply chain to virtual organization**

Stankovski (2008) ugotavlja, da je VO organizacija, ki formalno sicer ne obstaja, obstajajo pa povezave med povezanimi organizacijami, ki na podlagi dogovorjenih pristojnosti izvajajo

skupne poslovne procese (glej prevzeto sliko 2-18). Prednost takšnega povezovanja vidi Stankovski (2008) v možnosti hitrega odziva na zahteve trga, saj se vzpostavljajo samo tiste povezave, ki so za doseganje ciljev potrebne.

Če povzamemo, so ključne karakteristike VO torej naslednje (Witczyński in Pawlak, 2002; Kazi in Charoenngam, 2003; Barnatt, 1995):

- VO ni nujno pravni subjekt;
- nekateri partnerji niso znani vnaprej;
- sodelovanje med partnerji VO je začasne narave;
- ključne sposobnosti v VO prinesejo različne organizacije;
- informacijski tokovi niso nujno zajeti v pravne povezave;
- ni hierarhije in ni dominantnega partnerja;
- člani lahko istočasno sodelujejo tudi v drugih VO;
- člani so običajno geografsko razpršeni;
- sodelovanje temelji na IKT.



Prevzeta slika 2-18: Hierarhija, mreža in virtualna organizacija (Barnatt, 1995)

Adopted figure 2-18: Hierarchy, network and virtual organization (Barnatt, 1995)

V gradbeni industriji prihaja do povezovanja v virtualne organizacije v okviru enkratnega projektnega sodelovanja različnih partnerjev pri izdelavi inženirskih objektov (na primer stavb ali mostov) oziroma vseh procesov, katerih rezultat je otipljiv izdelek pomembnih materialnih razsežnosti. Povezovalno vlogo znotraj takšnih VO so v devetdesetih letih predstavljale tehnologije, povezane z omrežji, danes pa jo predstavljajo predvsem tehnologije, povezane s svetovnim spletom.

Wilson et al. (2001) menijo, da je za VO v gradbeni industriji značilno naslednje:

- razdrobljenost;
- ni dominantnega partnerja, ki bi uveljavil informacijsko-komunikacijske rešitve;
- izmenjava informacij ni varovana s pogodbami;
- vsi partnerji so hkrati člani več VO;
- gradbena industrija je projektno naravnava, kar vpliva na vsa področja. Rešitve s področja IKT morajo prinesiti rezultate v okviru prvega projekta, ko se uporabijo (takoj);
- povezave med partnerji imajo enkraten značaj.

V zadnjih letih se je zato precej raziskovalo v smeri uporabe tehnologij mrež kot infrastrukture za sodelovanje, ki naj bi v okviru dinamičnih virtualnih organizacij omogočala koordinirano deljenje virov in reševanje problemov. V evropskem projektu InteliGrid (Dolenc et al., 2007a; Dolenc et. al. 2007b) smo<sup>2</sup> v ta namen združili in nadgradili najnovejša tehnološka in znanstvena spoznanja s področij semantične medsebojne obratovnosti, virtualnih organizacij in tehnologije mrež. Slabost tehnologij mrež je v izjemno zahtevni postavitvi in vzdrževanju infrastrukture, ki zahteva izjemno veliko časa in denarja. Kompleksnost mrež se kaže tudi v nezanesljivem delovanju ključnih komponent, ki so bile skoraj brez izjeme razvite s pomočjo raziskovalnih projektov in zato (kljub veliki želji) še niso primerne za poslovno uporabo. Slabost pa je tudi ta, da uporaba teh tehnologij zahteva nekaj učenja in spreminja ustaljene procese dela, kar skupaj z nezanesljivostjo in majhno dodano vrednostjo med delovno silo vnaša nemir in nezadovoljstvo.

---

<sup>2</sup> Katedra za gradbeno informatiko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani je bila koordinator projekta InteliGrid (09/2004-02/2007, IST-2004-004664).

### 2.5.3 Prednosti uporabe in ovire pri vpeljavi IKT v gradbeništvo

Prednosti uporabe IKT v gradbeništvo nadgrajujejo prednosti delovnega sodelovanja v gradbeništvo, ki so (Yeomans, 2005:76):

- odprava napak v procesu načrtovanja (pred dejansko izvedbo);
- pomoč pri gradnji zaupanja;
- ustvarjanje boljšega skupinskega delovnega okolja;
- zmanjševanje konfliktov v okviru projekta;
- izboljšana koordinacija projekta, ki vodi k večji učinkovitosti;
- pridobivanje kvalitete na vseh področjih projekta;
- dodana vrednost objektov za kliente;
- večja učinkovitost vseh procesov v okviru projekta.

Uporaba IKT navedene prednosti še nadgradi. Prednosti z IKT podprtega sodelovanja v gradbeništvo, kot jih je zbral Yeomans (2005), so predstavljene v prevzeti preglednici 2-4. Združimo jih lahko v naslednje točke:

- **cena:** za uporabo, ko je infrastruktura postavljena, je praktično zanemarljiva;
- **hitrost:** uporaba IKT določene procese (npr. pošiljanje pošte) precej pohitri;
- **zanesljivost:** kljub nizki ceni in hitrosti izvajanja so z IKT podprti procesi zanesljivi;
- **prilagodljivost:** procese IKT je mogoče hitro prilagoditi novim zahtevam;
- **dostopnost:** do informacijsko-komunikacijskih rešitev je mogoče dostopati z vsake lokacije, ki ima dostop do interneta.

Mesarić (2007) ugotavlja, da lahko I(K)T v gradbeništvo prinesejo konkurenčno prednost na dveh področjih:

- **strateško področje:** uporaba IKT lahko organizaciji prinese pomembno konkurenčno prednost. Na strategijo gradbene organizacije lahko IKT vplivajo na dva načina:
  - z ustvarjanjem dodane vrednosti s preoblikovanjem obstoječih storitev;
  - z zmanjšanjem stroškov;
- **operativno področje:** IKT lahko pomembno izboljšajo komunikacijo in upravljanje z informacijskimi procesi, kar lahko vpliva na zmanjšanje napak v projektih in nižanje stroškov.

**Prevzeta preglednica 2-4: Povzetek prednosti IKT podprtega sodelovanja (Yeomans, 2005:33)****Adopted table 2-4: Summary of the benefits of ICT-enabled collaborative working (Yeomans, 2005:33)**

<b>Prednosti z IKT podprtega sodelovanja</b>		
doseganje industrijskih ciljev	povečana učinkovitost	upravljanje z viri
večja dobičkonosnost	večja predvidljivost	boljše delovno okolje
učinkovito sodelovanje	boljša podpora odločanju	hitra izmenjava informacij
boljša komunikacija	krajši čas programiranja	boljše upravljanje s podatki
celostna dobavna veriga	skupno razumevanje	popravki na računalniku, ne na terenu
manjše in deljeno tveganje	soglasje	delo na daljavo in mobilno delo
manj sporov	zanesljivost načrtovanega	premagovanje geografskih ovir
večja kvaliteta	celostno delo	boljša zdravje in varnost
manjši stroški	boljši procesi	analiza celotnega življenjskega cikla
manj napak, ponovnega dela in odpada	upravljanje sprememb	

Po drugi strani so slabosti uporabe IKT v gradbeništvu naslednje:

- **varnost:** za uporabo vseh prednosti IKT je treba podatke in informacije, na katerih je gradbena industrija dolga leta gradila svojo konkurenčno prednost, na nek način javno izpostaviti. Z novimi trendi (splet 2.0, računalništvo v oblaku itd.) na področju komunikacije in sodelovanja se neizogibno bliža čas, ko bo (navidezno) varnost moralo nadomestiti zaupanje (Klinc et al., 2009);
- **identiteta:** čeprav je uporaba orodij IKT udobna in zanesljiva, ne moremo biti nikoli povsem prepričani, da je na drugi strani komunikacijskega kanala oseba, za katero se izdaja;
- **socialni vidik:** hkrati z udobjem komuniciranja in sodelovanja na daljavo ter prihrankov pri času in denarju se lahko kaj kmalu izgubi človeški vidik sodelovanja.

Kljub merljivim prednostim in obvladljivim slabostim uporabe orodij IKT jih gradbeništvu sprejema in uvaja počasneje kot druge industrije (Becerik, 2004). Peansupap in Walker (2005a) navajata, da gre vzroke iskati v:

- zapleteni naravi gradbene industrije;



- nezrelosti informacijsko-komunikacijskih rešitev;
- finančnih omejitvah;
- pomanjkanju orodij za merjenje učinkov in prednosti IKT;
- nerazumevanju procesa uvajanja rešitev s področja IKT.

Mesarić (2007) dodaja še:

- pomanjkanje izkušenj pri upravljanju I(K)T.

Dejanska uresničitev in uvedba informacijsko-komunikacijskih rešitev v gradbeništvo ni odvisna zgolj od tehničnih vprašanj, temveč tudi socialnih vprašanj. Peansupap in Walker (2005a) ugotavljata, da novejša raziskava zmanjšujejo pomen tehničnih preprek pri uvedbi IKT v gradbeništvo, obenem pa opozarjajo na socialni vidik sprememb.

Ovire, ki preprečujejo hitrejše uvajanje z IKT podprtega sodelovanja v gradbeništvo, je opredelila množica avtorjev (Peansupap in Walker, 2005a; Peansupap in Walker, 2005b; Peansupap in Walker, 2006; Dainty et al., 2006; Wilkinson, 2005; Becerik, 2004).

Povzetek ovir je pripravil Yeomans (2005) in je prikazan v prevzeti preglednici 2-5. Kazi in Charoenngam (2003:338) sta jih zbrala v štiri kategorije:

- organizacijske ovire:
  - pomanjkanje poslovnih spodbud;
  - slabe informacijsko-komunikacijske strategije;
  - pomanjkanje usposabljanja;
  - pomanjkanje primerne informacijsko-komunikacijske podpore;
- pravne ovire:
  - tveganje glede odgovornosti;
  - pomanjkanje pravne podpore pri uporabi IKT;
  - varnost transakcij na področju IKT;
  - vprašanja pravic intelektualne lastnine pri elektronski izmenjavi informacij in dokumentov;
- človeške ovire:
  - pomanjkanje osebnih spodbud;

- pomanjkanje stalnega osebnega in poslovnega izobraževanja;
- kulturne razlike;
- odpor do sprememb v poslovnih procesih;
- tehnološke ovire:
  - težave pri uporabi novih tehnologij;
  - pomanjkanje podpore s strani ponudnikov IKT in/ali IT oddelkov,
  - težave z nezdružljivostjo in medobratovalnostjo izdelkov.

**Prevzeta preglednica 2-5: Povzetek ovir pri uvajanju IKT v gradbeništvo (Yeomans, 2005:33)**

**Adopted table 2-5: Summary of the barriers of ICT-enabled collaborative working (Yeomans, 2005:33)**

<b>Ovire pri uvajanju IKT v gradbeništvo</b>		
poslovne prepreke	odpor do sprememb	človeško obnašanje
pomanjkanje strateškega načrtovanja	strah pred neuspehom	pomanjkanje zaupanja
pomanjkanje zavzetosti	različne kulture	večkratni standardi
pozna vpeljava	različni jeziki	pomanjkljivi standardi
tradicionalni kontakti	časovni pasovi	pomanjkljiva medobratovalnost
razdrobljeni procesi, poklici in discipline	različne vrednote podjetij	prevelika količina informacij
zaščita podatkov	različni postopki podjetij	pomanjkanje investicij
pravice intelektualne lastnine	pomanjkanje razumevanja	neenaka stopnja sprejetja
pravna dopustnost	pomanjkanje izkušenj	nedostopne informacije
strah pred spremembami	pomanjkanje izobraževanja	pomanjkanje znanj
interesi proizvajalcev programske opreme	pomanjkanje usposabljanja	pomanjkanje možnosti

V današnji izostreni konkurenci v gradbenem sektorju poskuša vse več organizacij iz vlaganj v IKT iztržiti čim več, vendar so lahko koristi le delne, če novih rešitev ljudje ne sprejmejo in jih ne uporabljajo. Za uspešno uvedbo novosti je namreč ključnega pomena kritična masa uporabnikov (Peansupap in Walker, 2006).

Peansupap in Walker (2005b) poudarjata, da je treba za zagotovitev uspešne vpeljave delavce motivirati, pri čemer morajo imeti podporo višjega vodstva, prav tako pa je treba zagotoviti ustrezno tehnično infrastrukturo in pomoč, kadar je potrebna.

### **3 RAZISKAVA O RABI IKT V GRADBENI INDUSTRIJI**

Čeprav je uporaba IKT med podjetji v industriji, ki oblikuje grajeno okolje, pregovorno nizka, je raziskav, ki bi to empirično dokazale, izjemno malo. V evropskem merilu je najbolj znan IT-barometer (Howard et al., 1998; Samuelson, 2008), ki je nastal kot posledica raziskovalnega projekta, katerega namen je bil uvesti orodje in merila za merjenje uporabe IT v gradbeništvu. Čeprav so bile raziskave sprva omejene na skandinavske države (Švedska, Danska in Finska), so metodologijo z namenom primerjave rezultatov prevzeli tudi drugod po svetu.

V slovenskem gradbenem sektorju je bila po zbranih podatkih opravljena zgolj ena z raziskavo podkrepljena analiza uporabe IKT. Izvedena je bila v letih 2003–2004 v okviru evropskega projekta prodAEC (Pazlar et al., 2003).

Rezultati projekta prodAEC (Pazlar et al., 2004) so pokazali, da le polovica anketiranih iz slovenskega gradbenega sektorja uporablja informacijsko-komunikacijska orodja za projektno sodelovanje, kar 35 % anketiranih pa uporabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v ta namen ni načrtovalo. Še slabše so se anketiranci odrezali pri vprašanjih o vplivu informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delo podjetja in vlogo posameznika, saj se je izkazalo, da večina anketiranih ni imela jasne predstave, kaj tehnologije omogočajo in kako lahko vplivajo na ustaljene procese delovanja.

V zadnjih letih so se z razmahom širokopasovnega dostopa do interneta IKT razširile na vsa področja našega delovanja, torej tudi v podjetja. Zupan (2009) ugotavlja, da je imelo v prvem četrtletju leta 2009 dostop do interneta kar 96 % podjetij, med njimi vsa srednje velika in velika podjetja.

Na podlagi teh podatkov smo želeli preveriti, ali je razmah vplival tudi na podjetja v slovenski gradbeni industriji in kakšno je trenutno stanje uporabe IKT v gradbeništvu v Sloveniji. Predvidevali smo naslednje:

- stopnja uporabe IKT v slovenskem gradbeništvu je večja, kot je bila leta 2004;

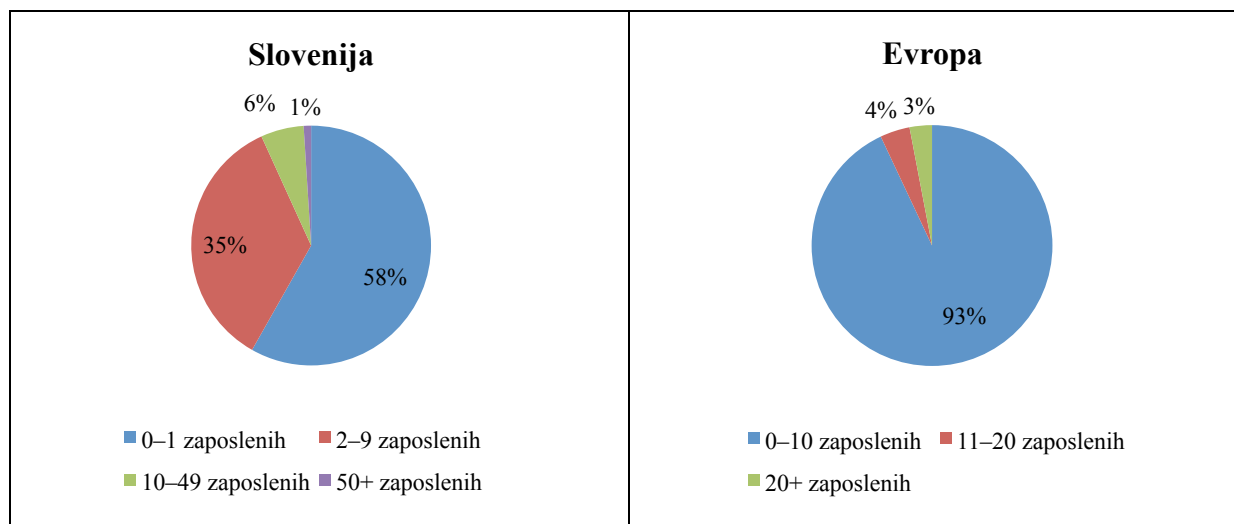
- stopnja uporabe IKT med zaposlenimi v gradbeništvu je visoka, uporaba na delovnem mestu pa nižja;
- večina gradbenih podjetij v Sloveniji ima dostop do interneta;
- manjša podjetja v gradbeništvu nimajo izdelane informacijsko-komunikacijske strategije, večja jo imajo;
- zaposleni razmeroma dobro poznajo orodja in storitve spleta 2.0;
- uporaba elektronske pošte med zaposlenimi je na visoki ravni;
- komunikacija še vedno v veliki meri poteka prek telefona;
- večina zaposlenih ima na delovnem mestu svoj osebni računalnik;
- dokumenti se večinoma izmenjujejo na papirju;
- IKT so povečale hitrost izmenjave informacij ter kvaliteto opravljenega dela;
- znanje mladih kadrov na področju IKT je dobro.
- bistvena ovira pri vpeljavi IKT v gradbeništvu so ustaljeni načini dela in odpor do sprememb.

### 3.1 Splošni podatki o slovenskem gradbenem sektorju

Za industrijo, ki oblikuje grajeno okolje, je značilno, da so moderni vzorci dela, ki so se drugod pojavili šele pred kratkim, že tradicionalno prisotni. Pri gradbenih projektih namreč vedno sodeluje edinstvena skupina sodelujočih partnerjev, ki v okviru virtualne organizacije sodeluje samo enkrat (pri vsakem projektu se skupine postavljajo na novo). Hkrati je gradbeništvu razdrobljena panoga, v kateri prevladujejo mala in srednje velika podjetja z zelo različnimi stopnjami informacijske pismenosti (Turk in Fruchter, 2000).

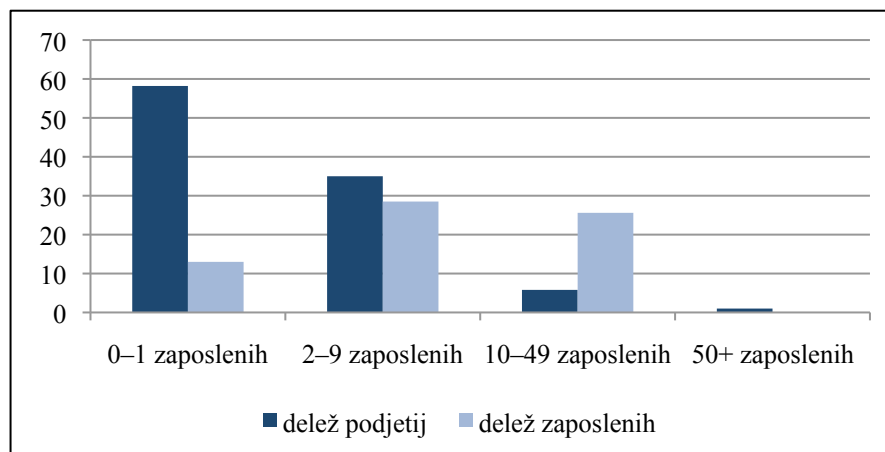
Po podatkih SURS (2009) je bilo leta 2007 v Sloveniji kar 93,2 % obrtnih podjetij z dejavnostjo gradbeništvu iz t.i. skupine mikro podjetij z 0–9 zaposlenimi, od tega kar 58,2 % z 0 ali 1 zaposlenim. Srednje velikih (50–249 zaposlenih) in velikih podjetij (250 ali več zaposlenih) je bilo v letu 2007 skupaj manj kot 1 %. Ti podatki (glej grafikon 3-1) kažejo, da se slovenski gradbeni sektor ne razlikuje bistveno od evropskega, kjer so razmere zelo podobne: 97 % evropskih gradbenih podjetij ima zaposlenih 0–20 ljudi, 93 % pa 0–10 ljudi (Pazlar et al., 2004). Turk in Fruchter (2000) menita, da je prav razdrobljenost industrije eden od glavnih izzivov gradbene informatike.

Kljub velikemu številu gradbenih mikro podjetij in majhnemu deležu podjetij z več kot 50 zaposlenimi (< 1 %), velika podjetja v Sloveniji zaposlujejo kar 32,9 % vseh zaposlenih v gradbeništvu (grafikon 3-2).



**Grafikon 3-1: Razdrobljenost gradbene industrije v Sloveniji in Evropi po številu zaposlenih**

**Graph 3-1: Granularity of Slovenian and European AEC sector by the number of employees**



**Grafikon 3-2: Delež podjetij in delež zaposlenih glede na velikost gradbenega podjetja v Sloveniji**

**Graph 3-2: Percentage of companies and employees considering the size of the AEC company in Slovenia**

## 3.2 Metodologija

Pri izvedbi raziskave smo se odločili za kvantitativni pristop. Glavni razlog za takšno odločitev je predvsem primernost in ponovljivost kvantitativnih metod za preverjanje hipotez v naravoslovju, poleg tega pa nam je tovrsten pristop omogočil primerjavo z rezultati

sorodnih raziskav. K naši odločitvi sta prispevali tudi praktičnost in narava kvantitativnih metod, ki po mnenju Haralambosa in Holborna (1995) v splošnem zahtevajo manj časa in osebne zavezanosti.

Ciljna skupina naše raziskave so bili vsi zaposleni v gradbenem sektorju v Sloveniji.

Za način zbiranja podatkov smo izbrali elektronski vprašalnik. Odločili smo se za zaprti tip vprašanj, ker jih je preprosteje kvalificirati in kvantificirati, od respondentov pa zahtevajo relativno malo časa, napora in izvirnosti. Pri večini vprašanj smo respondentom pustili odprto možnost izgradnje lastnega odgovora, če na seznamu ponujenih niso našli ustreznega. Na tak način smo jim dovolili dodelavo našega vprašalnika.

Vprašalnik smo sestavili na podlagi vprašanj in izkušenj iz projekta prodAEC (Pazlar et al., 2004) ter objavljenih rezultatov raziskav uporabe IKT v gradbeništvu (Goh, 2005; Goh, 2006; Howard et al., 1998; Samuelson, 2007; Issa et al., 2003; Rivard, 1999). Vprašalnik smo po izdelavi testirali na manjšem vzorcu treh podiplomskih študentov, predvsem zato, da smo preverili razumljivost postavljenih vprašanj in pridobili prve povratne informacije. Na podlagi njihovih odgovorov in priporočil smo vprašalnik spremenili in dopolnili ter ga poslali ciljni skupini.

Vprašalnik je bil zgrajen s pomočjo spletnega servisa Google Dokumenti, ki je omogočil tudi dostop do vprašalnika. Vprašalnik je priložen kot priloga B.

### **3.2.1 Izbira vzorca**

Izkušnje pri izvedbi raziskave prodAEC (Pazlar et al., 2004) so nam narekovale nov pristop k izvedbi raziskave. Pri projektu prodAEC se je namreč izkazalo, da je bil odziv kljub intenzivni promociji v strokovni reviji, prek navadne in elektronske pošte in tudi na strokovnih delavnicah izjemno skromen. Zato smo namesto klasičnih verjetnostnih tipov vzorčenja (naključno, z deležem, večstopenjsko, stratificirano itd.) izbrali namensko vzorčenje po principu »snežne kepe«.

Vzorčenje po principu »snežne kepe«<sup>3</sup> je specializiran tip vzorčenja, ki se uporablja, kadar druge metode iz praktičnih razlogov niso uporabne. Pri uporabi te vrste vzorčenja se za izgradnjo vzorca preučevane skupine uporabijo osebna poznanstva (Haralambos in Holborn, 1995).

Tako je bila k izpolnitvi vprašalnika v prvem krogu povabljena manjša skupina prijateljev in znancev, ki delujejo v gradbeni industriji. Vabila so bila poslana skupini 29 prejemnikov s prošnjo, da k izpolnitvi povabijo tudi svoje sodelavce, prijatelje in znance. Vabila so bila poslana z elektronsko pošto ter prek storitev za spletno druženje in spoznavanje.

### **3.2.2 Veljavnost in zanesljivost raziskave**

Pri raziskavi smo poskušali upoštevati vsa znanstvena načela:

- načelo splošnosti;
- načelo objektivnosti oz. nepristranskosti;
- načelo preverljivosti;
- načelo zanesljivosti;
- načelo veljavnosti.

Kljub temu so rezultati raziskave zgolj pogojno reprezentativni. V največji meri je to posledica izbire nereprezentativnega vzorca, takoj za tem pa načina razdeljevanja vprašalnika. Pri elektronskem razdeljevanju namreč nismo zajeli ljudi, ki elektronskega načina komunikacije ne uporabljajo.

V našem primeru smo ocenili, da bo takšna izbira vzorca in takšen način razdeljevanja vprašalnika vrnil najboljše rezultate, zato smo pomanjkljivosti vzeli v zakup. Pri obdelavi rezultatov raziskave se je izkazalo, da je bilo ob naši izbiri vzorčenja vrnjenih več vprašalnikov kot v primeru projekta prodAEC, kjer je bilo kljub intenzivni promociji in naporu vrnjenih zelo malo izpolnjenih anket.

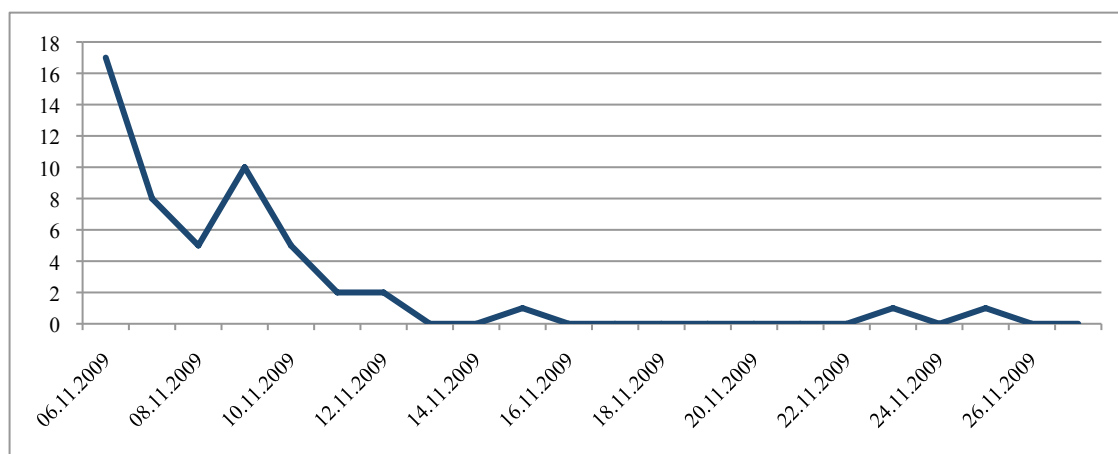
---

<sup>3</sup> Angl. »snowballing«.



### 3.3 Analiza in interpretacija rezultatov

Vabilo k izpolnitvi ankete je 6. 11. 2009 prejela skupina 29 oseb skupaj s prošnjo, naj vprašalnik posredujejo tudi sodelavcem, kolegom, znancem in prijateljem, ki delujejo v gradbeništvu. Do 1. 1. 2010 smo prejeli 52 izpolnjenih vprašalnikov. Največ vprašalnikov (17) je bilo izpolnjenih istega dne, kot so bili respondenti povabljeni k izpolnjevanju, drugi vrh (10 izpolnjenih vprašalnikov) je videti nekaj dni pozneje, ko so vprašalnik izpolnjevale osebe iz druge stopnje ločenosti (grafikon 3-3). Po 25. 11. 2009 vprašalnika ni izpolnil nihče več.



Grafikon 3-3: Število izpolnjenih vprašalnikov po dnevih

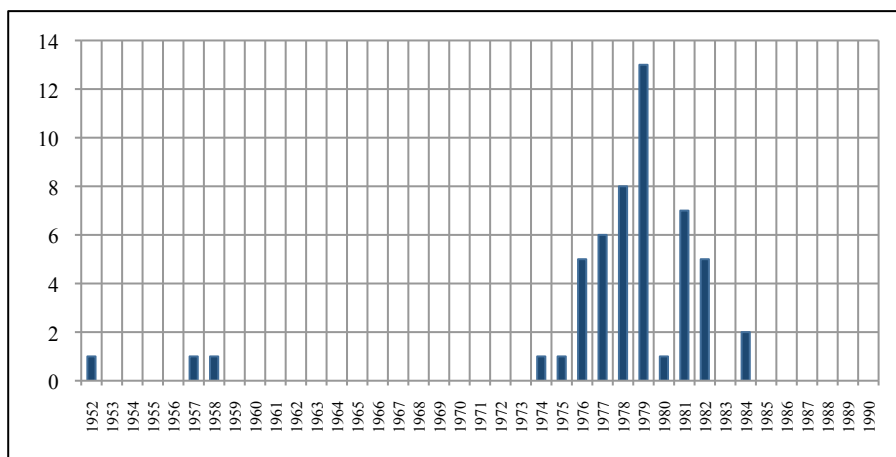
Graph 3-3: Number of daily responses

#### 3.3.1 Sklop 1: Osnovni podatki o respondentih

Med respondenti jih je 25 % rojenih v letu 1979, s 15 % jim sledijo rojeni leta 1978 in s 13 % rojeni leta 1981. Le tri osebe so bile rojene pred letom 1974 (glej grafikon 3-4).

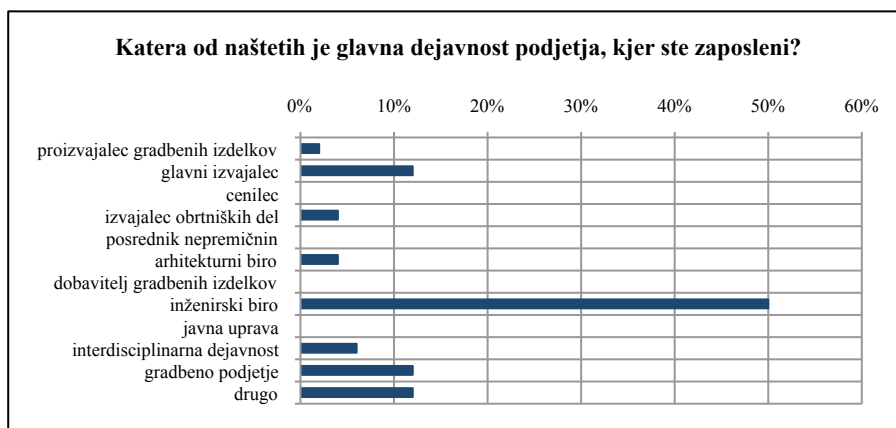
Rezultati so pokazali, da so respondenti dobro razporejeni po gradbenih podjetjih različnih velikosti in da so zastopane vse statistične skupine. Med regijami, kjer so zaposleni, prednjači Osrednjeslovenska, kjer je zaposlenih 48 % respondentov (glej grafikon 3-6). Zastopane so vse statistične regije z izjemo Koroške, kjer ni zaposlen noben respondent.

Najbolj zastopana dejavnost podjetij, v katerih so zaposleni respondenti, je s 50 % inženirski biro (glej grafikon 3-5). 81 % respondentov običajno opravlja svoje delo v glavnem uradu podjetja, 8 % v območnem uradu, 12 % pa na gradbišču.



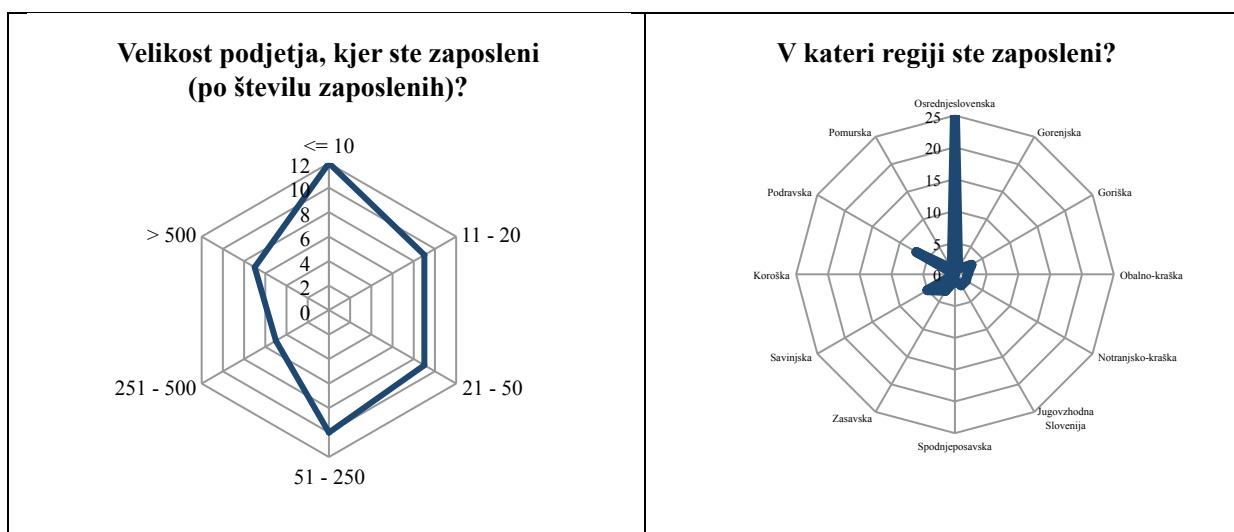
**Grafikon 3-4: Letnica rojstva respondentov**

**Graph 3-4: Year of birth of the respondents**



**Grafikon 3-5: Glavna dejavnost podjetja**

**Graph 3-5: Main business of the company**



**Grafikon 3-6: Velikost podjetja in zaposlitvena regija**

**Graph 3-6: Size of the company & region of employment**

### 3.3.2 Sklop 2: Uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij

V drugem sklopu vprašanj nas je zanimala uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij in naprav. Zanimiv je podatek, da 17 % respondentov doma nima stacionarnega telefona, vsi pa imajo vsaj en mobilni telefon. Osebnega računalnika ne poseduje 27 % respondentov, prenosnega računalnika pa 21 %. Podrobnejši pregled pokaže, da ima vsak, ki nima osebnega računalnika, doma prenosni računalnik in obratno (glej grafikon C-1 v prilogi C). Pri vprašanju dostopa do interneta od doma se je izkazalo, da zgolj 4 % respondentov doma nima dostopa do interneta (glej grafikon C-2).

Vprašanje o uporabi informacijsko-komunikacijskih naprav in storitev v zasebne namene je pokazalo, da respondenti naprave in storitve uporabljajo precej pogosto (glej grafikon C-3), prav tako so zadovoljivo seznanjeni s konkretnimi storitvami spleta 2.0 (glej grafikon C-4). Nekoliko manj poznajo novejšie storitve (Google Wave), preseneča pa nizka stopnja uporabe storitev VoIP (npr. Skype).

### 3.3.3 Sklop 3: Informacijska infrastruktura v podjetju

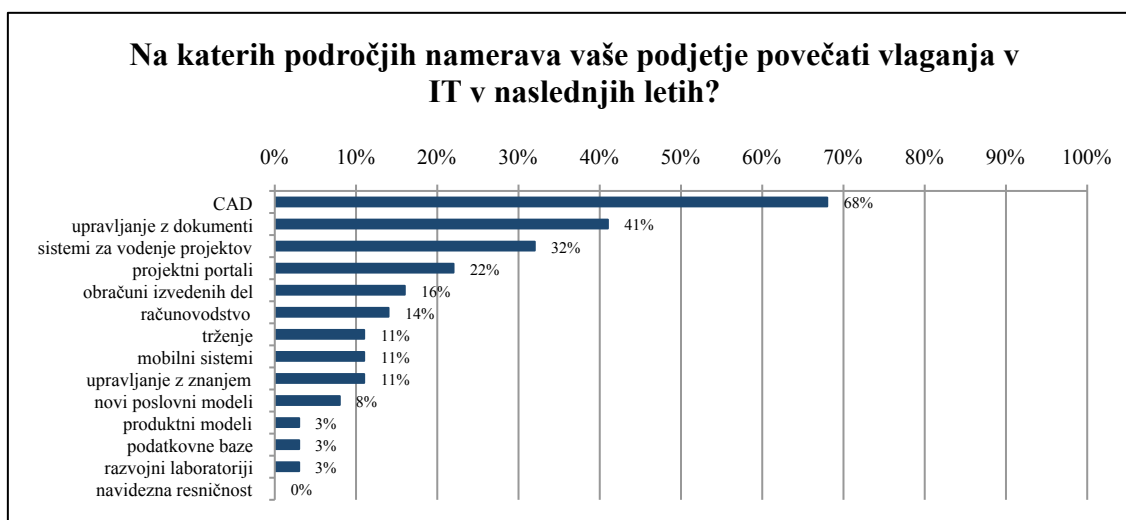
V tretjem sklopu smo postavili nekaj preprostih vprašanj o informacijsko-komunikacijski infrastrukturi v podjetju (glej grafikon C-5). Na splošno so respondenti zadovoljni z informacijsko-komunikacijskimi orodji, ki so jim na delovnem mestu na voljo, saj je nezadovoljnih le 8 %. Veseli dejstvo, da vsi pri vsakdanjem delu uporabljajo elektronsko pošto in da imajo vsi dostop do interneta na delovnem mestu, nekoliko manj pa veseli, da 81 % podjetij, kjer so zaposleni respondenti, še vedno ne ponuja izobraževanja prek spleta ter da 40 % istih podjetij nima strategije na področju IKT oziroma zaposlenim ni znana (51 %). Zanimivo je tudi, da kar 71 % respondentov za službo kdaj dela tudi od doma.

Vprašanja o poznavanju in rabi konkretnih tehnologij (glej grafikon C-7) so pokazala dobro poznavanje in rabo klasičnih informacijsko-komunikacijskih orodij in tehnologij (programi za urejanje besedil, preglednice, elektronska pošta, internet, digitalna fotografija in CAD), nekoliko zaskrbljujoč pa je podatek o nepoznavanju oziroma neuporabi rešitev BIM, sistemov GIS in orodij za vodenje projektov. Večina respondentov ima dostop do informacijsko-komunikacijskih naprav na delovnem mestu (glej grafikon C-6). Veseli tudi ugotovitev, da se razmeroma veliko dokumentov izmenjuje elektronsko (glej grafikon C-8).

Na vprašanje o tem, kako največkrat poteka komunikacija s sodelavci, je 71 % respondentov odgovorilo, da s sodelavci komunicirajo osebno, 21 % jih komunicira predvsem telefonsko, 6 % prek elektronske pošte, 2 % udeležencev pa na sestankih.

### 3.3.4 Sklop 4: Vpliv IKT na delovni proces

Četrty sklop vprašanj je bil namenjen vplivu informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delovni proces. Odgovori kažejo, da predvsem mlajši ne znajo oziroma ne morejo oceniti, kakšen je vpliv IKT. Razlog gre verjetno iskati v tem, da ne morejo narediti primerjave z načinom dela pred tehnološko revolucijo. Kljub temu jih je kar 81 % meni, da se je hitrost dela povečala, pri čemer jih 23 % meni, da se je povečalo tudi število napak v dokumentaciji (glej grafikon C-11). Med prednostmi uporabe IKT v gradbeništvu (glej grafikon C-9) so respondenti na prvo mesto postavili hitrejši dostop do informacij (73 %), sledi hitrost opravljanja dela (65 %) in boljša komunikacija (56 %). Kot bistveno oviro za uporabo oziroma slabost uporabe IKT v gradbeništvu (glej grafikon C-10) so opredelili stalne potrebe po nadgradnji (44 %), nekompatibilno programje (42 %) in vztrajanje pri starem načinu dela (38 %). 68 % respondentov je odgovorilo, da namerava njihovo podjetje v prihodnjih letih povečati vlaganja v CAD, kot kaže pa nobeno od podjetij ne namerava vlagati v navidezno resničnost (glej grafikon 3-7). Respondenti so večinoma mnenja, da je znanje novih gradbenih kadrov o I(K)T, ko pridejo na delo, zadovoljivo (glej grafikon C-12).

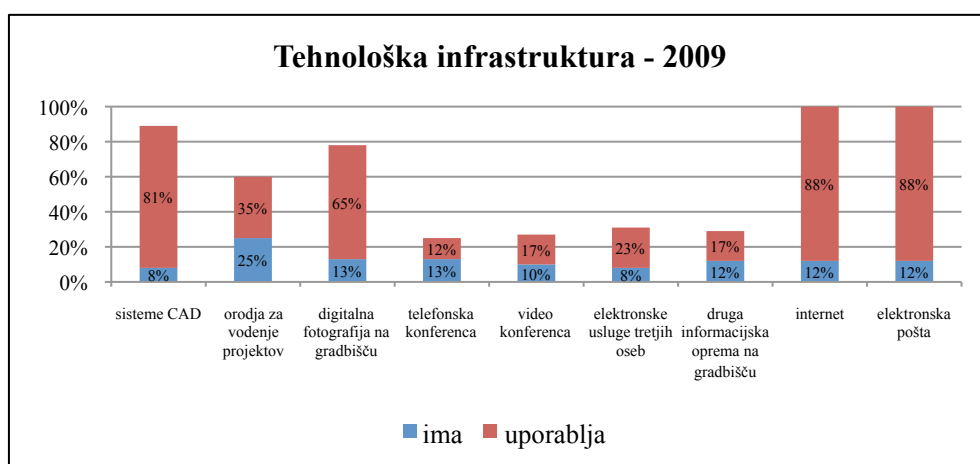


**Grafikon 3-7: Področje vlaganja v IT**

**Graph 3-7: Field of IT investments**

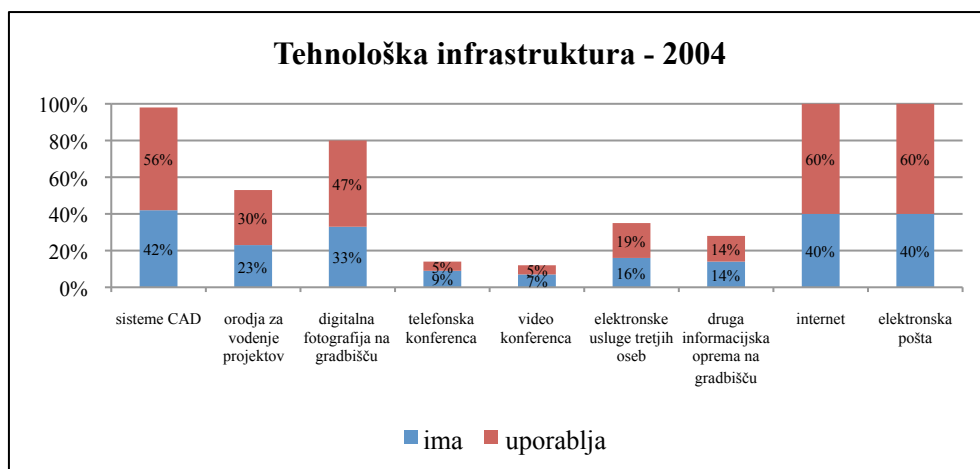
### 3.4 Primerjava z rezultati drugih raziskav in zaključki

Če nekatere rezultate naše raziskave (grafikon 3-8) primerjamo z rezultati raziskave (grafikon 3-9), opravljene v okviru projekta prodAEC (Pazlar et al., 2004), lahko opazimo, da se kljub boljši infrastrukturi in večji ozaveženosti uporabnikov uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij v gradbenem sektorju ni dosti spremenila. Bistveno so se povečali deleži podjetij, ki pri svojem delu uporabljajo internet in elektronsko pošto, prav tako se je nekoliko povečal delež podjetij, ki uporabljajo sisteme CAD in digitalno fotografijo na gradbišču, še vedno pa na razmeroma nizki ravni ostaja uporaba telefonskih in video konferenčnih sistemov.



**Grafikon 3-8: Tehnološka infrastruktura (2009)**

**Graph 3-8: Technological infrastructure (2009)**



**Grafikon 3-9: Tehnološka infrastruktura (2004)**

**Graph 3-9: Technological infrastructure (2004)**

V primerjavi s podobnimi tujimi raziskavami opazimo, da slovenski gradbeni sektor po uporabi informacijsko-komunikacijskih tehnologij ne zaostaja za sektorjem v tujini. Še več, ponekod ga celo presega. V primerjavi z raziskavo, ki jo je v Singapurju leta 2003 opravil Goh (2006), slovenski gradbeni sektor presega singapurskega tako po številu podjetij, ki imajo vzpostavljeno lokalno omrežje, kot tudi po deležu respondentov s prenosnim računalnikom in dostopom do interneta ter uporabi orodij za urejanje dokumentov in preglednic. Podobno velja tudi za raziskave, opravljene v okviru IT-barometra na Danskem, Finskem in Norveškem (Howard et al., 2002).

Primerjava ugotovljenih prednosti uporabe IKT v gradbeništvu po raziskavah (glej preglednico 3-1) kaže, da uporabniki prednosti kljub geografski razpršenosti in časovni oddaljenosti razvrščajo podobno. »Hitrejši dostop do informacij«, ki so ga slovenski gradbeniki v naši raziskavi postavili na prvo mesto med prednostmi, se je na prvem mestu pojavil že v prvi raziskavi leta 1998, skozi leta pa ni bil nikoli nižje od tretjega mesta.

**Preglednica 3-1: Primerjava prednosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po razvrstitvi**

**Table 3-1: Benefits of I(C)T usage in AEC in order of priority**

	2009	2007 (IT barometer)	2002 (Singapur)	2000 (IT barometer)	1998 (IT barometer)
Hitrejši dostop do informacij	1	1	3	2	1
Hitrost opravljanja dela	2	4	1	6	3
Izboljšana komunikacija	3	7	-	3	4
Obvladovanje velikih količin podatkov	4	8	-	5	7
Boljša kvaliteta dela	5	6	2	7	2
Deljenje informacij	6	3	-	4	6

Do neke mere je presenetljivo, da se na višjem mestu med prednostmi ni pojavila možnost »dela od doma« (v naši raziskavi se ta možnost pojavi na 7. mestu, grafikon C-9), saj je po

drugi strani kar 71 % respondentov odgovorilo, da kdaj za službo delajo tudi od doma. Veseli ugotovitev, da se respondenti zavedajo pomena IKT za boljšo komunikacijo. Med ovirami za uporabo oziroma slabostmi uporabe IKT v gradbeništvu (glej preglednico 3-2) že vseskozi ostajajo »stalne potrebe po nadgradnji«. Nekoliko zaskrbljujoča je ugotovitev, da se tudi v letu 2009 na lestvici razmeroma visoko pojavlja »vztrajanje pri starem načinu dela«, zagotovo pa se bodo z leti povečale težave s preobilico informacij in njihovim filtriranjem.

**Preglednica 3-2: Ovine pri uporabi oz. slabosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po prednostni razvrstitvi**  
**Table 3-2: Barriers and weaknesses of I(C)T usage in AEC in order of priority**

	2009	2007 (IT barometer)	2000 (IT barometer)	1998 (IT barometer)
Stalne potrebe po nadgradnji	1	1	1	2
Nekompatibilno programje	2	7	6	-
Vztrajanje pri starem načinu dela	3	3	5	5
Potrebno več znanja	4	4	3	3
Preveč informacij	5	2	4	7
Pomanjkanje standardov/koordinacije	6	11	11	8

Glede na časovno občutljivost rezultatov (IKT in naprave se izjemno hitro razvijajo, zato rezultati starejših raziskav pogosto niso več aktualni) in nepopolnost objavljenih rezultatov podobnih raziskav je podrobnejša primerjava po sklopih skorajda nemogoča.

Za našo raziskavo lahko v grobem ugotovimo, da strokovni delavci v Sloveniji razmeroma ažurno sledijo trendom in tehnologijam sodobnega spleta, medtem ko podjetja pri njihovem uvajanju nekoliko zaostajajo, vendar precej manj, kot so pred leti. Veseli ugotovitev, da ima kar 88 % podjetij lastno spletno stran ter da je respondentom omogočen dostop do interneta in razmeroma široke palete IKT, nekoliko pa skrbi pomanjkanje strategij na področju IKT in vztrajanje pri starih vzorcih dela.

## **4 IKT SISTEM ZA SODELOVANJE V GRADBENIŠTVU 2.0**

Rezultat razvoja informacijsko-komunikacijskih tehnologij, širokopasovnega dostopa do interneta, večanja števila tehnološko ozaveščenih končnih uporabnikov ter razmah majhnih strojno zmogljivih in v internet povezljivih naprav so spremembe v vzorcih obnašanja v domačem in poslovnem okolju. Posledično so se spremenili tudi poslovni informacijski sistemi, ki so v zadnjih letih prešli iz tradicionalnih tesno povezanih sistemov po načelu odjemalec-strežnik v šibko povezane tri- in večnivojske sisteme, ustrežnejše tako z vidika nadgradljivosti kot tudi zmogljivosti.

Namen predstavitve novega pristopa h gradnji informacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje v gradbeni industriji je prikaz uporabe principov, orodij in tehnologij spleta 2.0 v kompleksnem okolju gradbene industrije, ki ga zaznamujejo predvsem velikost in število pravnih subjektov (glej poglavje 3.1), ad-hoc narava gradbeniškega dela in fenomen enkratnosti (glej poglavje 2.5).

Cilj je postaviti infrastrukturo, ki bo izkoriščala storitve spleta 2.0 in bo omogočala sodelovanje v gradbeniški virtualni organizaciji, pri čemer bomo stremeli k cilju, da je čas vzpostavitve okolja čim krajši, uporaba preprosta in varna, infrastruktura pa ne sme vplivati na ustaljene procese delovanja. Pri tem želimo čim bolj upoštevati komunikacijske poti oziroma tipologijo komunikacijskih povezav v gradbeništvu (glej poglavje 2.5.1).

### **4.1 Ključne zahteve**

Zahteve določajo značilnosti informacijskih sistemov ter omejitve, ki jih morajo upoštevati, da bi jih uporabniki sprejeli. Inženirstvo zahtev vključuje dve glavni aktivnosti (Bruegge in Dutoit, 2000):

- izvajljanje zahtev, katerih rezultat je specifikacija sistema, ki jo razumejo tudi končni uporabniki;
- analiza zahtev, katere rezultat je analitični model, ki ga je mogoče nedvoumno interpretirati.

V naši nalogi se z inženirstvom zahtev (izvajljanjem in analizo ter podrobneje z modeliranjem, podrobnim določanjem, preverjanjem in upravljanjem) nismo posebej



ukvarjali, pač pa smo se naslonili na rezultate in ugotovitve preteklih raziskav in projektov. Podrobneje smo preučili, obdelali ter upoštevali ključne zahteve projektov OSMOS<sup>4</sup>, GLOBEMEN<sup>5</sup>, ISTforCE<sup>6</sup> in InteliGrid<sup>7</sup>.

Zahteve za informacijsko platformo projekta ISTforCE so bile (Katranuschkov et al., 2001):

- **odprtost:** sistem mora omogočati vključitev čim več servisov, storitev in orodij;
- **prilagodljivost:** sistem mora omogočati prilagajanje:
  - ljudem (da ga lahko uporablja čim več ljudi z različnimi zahtevami);
  - izdelkom (vsak gradbeni izdelek potrebuje drugačno informacijsko infrastrukturo);
  - projektom (vsak gradbeni projekt se razlikuje od prejšnjega);
- **obvladljivost:** sistem mora omogočati priključevanje široke palete distribuiranih sistemov in naprav;
- **uporabnost in dostopnost:** postavljanje informacijsko-komunikacijske infrastrukture ni temeljna dejavnost gradbenih podjetij, zato mora sistem omogočati hitro uporabo in prilagajanje zahtevam;
- **privlačnost:** bolj kot je sistem privlačen za uporabo, več ponudnikov informacijsko-komunikacijskih storitev se odloči za vključitev svojih orodij in storitev v sistem.

Kazi in Charoenngam (2003) sta bistvene zahteve, ugotovljene v projektih OSMOS in GLOBEMEN, razdelila na:

- **funkcionalne zahteve:**
  - hitra vzpostavitev projektnega okolja (zlasti pomembno v primeru VO);
  - upoštevanje standardov, kar omogoča široko uporabo;
  - preprosta uporaba;
  - arhiviranje informacij in transakcij;

---

<sup>4</sup> OSMOS – Open System for inter-enterprise information Management in dynamic virtual environmentS, IST-1999-10491, 01/2000-03/2002, <http://osmos.vtt.fi/>.

<sup>5</sup> GLOBEMEN – Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks, IMS-99004, 01/2000-01/2003, <http://globemen.vtt.fi/>.

<sup>6</sup> ISTforCE – Intelligent Services and Tools for Concurrent Engineering, IST-1999-11508, 01/2000-03/2002, <http://istforce.eu-project.info/>.

<sup>7</sup> InteliGrid – Interoperability of Virtual Organisations on a Complex Semantic Grid, IST-2004-004664, 09/2004-02/2007, <http://inteligrid.eu-project.info/>.

- povezljivost s podedovanimi orodji. Sistem mora omogočati vključevanje namenskih in posebej razvitih orodij, ki posameznikom pomagajo pri vsakdanjem delu;
- varnost, ki je zlasti pomembna v primerih, ko informacijski tokovi niso podprti s pravnimi dogovori;
- **arhitekturne zahteve:**
  - neodvisnost: razvit sistem mora delovati na čim več platformah in napravah;
  - podpora porazdeljenim storitvam;
  - komunikacijska prožnost: sistem mora biti pripravljen za dodajanje novih tipov sporočil in informacijskih tokov;
  - podpora raznolikih komunikacijskih protokolov;
  - podpora za več vrst komunikacije (sočasna, nesočasna);
  - prenosnost programske kode;
  - varnostne hierarhije;
  - integracija podedovanih aplikacij;
- **tehnične zahteve:**
  - ravnanje z več vrstami podatkovnih tipov;
  - objektno usmerjeno ravnanje z modelom;
  - dinamična vpetost storitev in klicanje metod;
  - jezikovna neodvisnost;
  - varnost.

Dolenc et al. (2008) so v okviru projekta InteliGrid in dela, opravljenega v zvezi s projektom OSMOS, ključne zahteve inženirskih informacijskih sistemov združili v pet skupin (v originalu: »5S Grid«):

- varnost (angl. *security*);
- preprostost (angl. *simplicity*);
- stabilnost in standardi (angl. *stability & standards*);
- nadgradljiva storitveno usmerjena arhitektura (angl. *scalable SOA*);
- semantika (angl. *semantics*).

Pri zasnovi in implementaciji našega sistema smo poleg opisanih zahtev poskušali upoštevati tudi značilnosti ter ključne karakteristike VO v gradbeništvu (glej poglavje 2.5.2). Dodatno smo v veliki meri sledili smernicam in izkušnjam, ki jih je na podlagi dela s prototipi v okviru svoje doktorske disertacije predstavil Cerovšek (2001), kjer je ugotovil, da je za računalniško integrirano graditev najbolj primerno naslednje:

- postopen razvoj, pri katerem gre za manjše, takoj uporabne prototipe, saj je razvoj obsežnejših, med seboj odvisnih sistemov in podsistemov vnaprej obsojen na propad. Komponente morajo biti nadgradljive;
- decentralizirano-centralizirane (hibridne) arhitekture;
- razpoložljivost prototipov že v zgodnji fazi razvoja.

## 4.2 Zasnova

Sistem smo zasnovali kot porazdeljeni informacijski sistem za podporo dela v skupini. Ker je sistem zasnovan kot odgovor na ad-hoc informacijsko-komunikacijske potrebe in nima trdne strukture, urejenega procesa ter vnaprej določenih oziroma predpisanih podatkov, je zasnovan kot neformalni informacijski sistem (glej prevzeto preglednico 4-1).

Porazdeljena zasnova je bila izbrana, ker modularnost bolj ustreza tipologiji komunikacijskih povezav kot v primeru centraliziranega sistema in zaradi prednosti, ki so (Gradišar in Resinovič, 1993; 2001):

- cena: posledica razvoja majhnih in zmogljivih mobilnih naprav se kaže v konkurenčnosti tehnološke baze porazdeljenega informacijskega sistema v primerjavi z drago tehnologijo centraliziranega sistema;
- izkoristek: smotrna izraba zmogljivosti zaradi enakomernejše porazdelitve nalog;
- prilagodljivost: podsisteme je mogoče prilagajati uporabnikom;
- neodvisnost: okvara na enem delu celotnega sistema ima malo ali nič vpliva na delovanje celotnega sistema;
- nadgradljivost: vključevanje novih podsistemov ne povzroča posebnih težav.

Kljub temu ima naša zasnova nekaj značilnosti centraliziranega informacijskega sistema, saj vsebuje centralno informacijsko točko, od koder se informacije posredujejo distribuiranim modulom. Zato je naša zasnova decentralizirano-centralizirana oziroma hibridna.

**Prezeta preglednica 4-1: Primerjava med formalnimi in neformalnimi informacijskimi sistemi**  
 (Gradišar in Resinovič, 2001:353)  
**Adopted table 4-1: Comparison of formal and informal information systems**  
 (Gradišar in Resinovič, 2001:353)

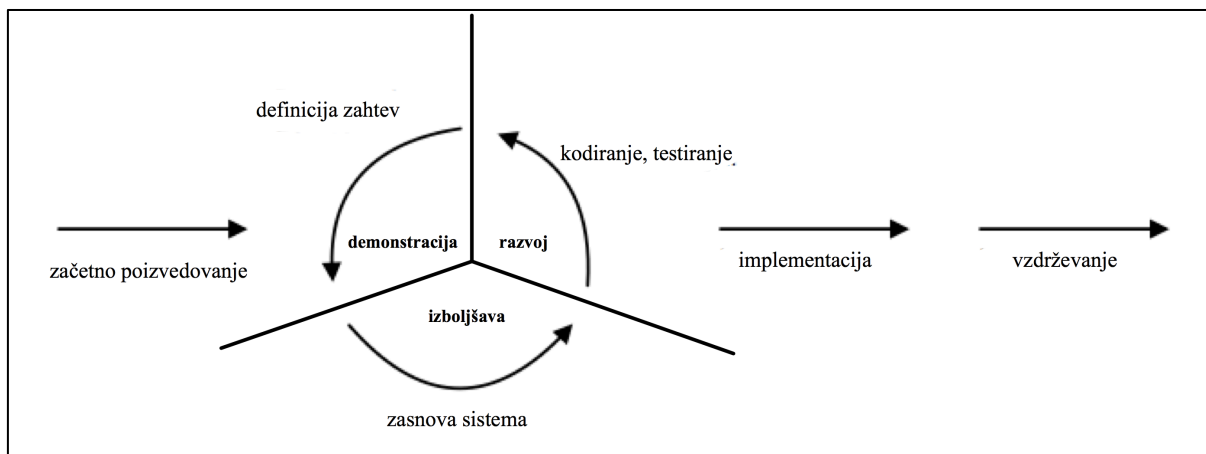
Formalni informacijski sistem	Neformalni informacijski sistem
<b>Kako komuniciramo?</b>	
tiskana poročila	neposreden pogovor
računalniški terminali	telefonski pogovor
<b>Kako se informacija ustvari?</b>	
računalniško podprti sistemi	osebni stiki
<b>Kdo jo ustvari?</b>	
za to zadolženi ljudje	prijatelji
služba za informatiko	znanci
oddelek za načrtovanje in analize	sodelavci
<b>Kakšna je vrsta informacij?</b>	
kvantitativna	kvalitativna
finančna	osebna
ekonomska	
<b>Kakšne so značilnosti informacij?</b>	
predvidene	nepredvidene
sumirane	nesumirane
izbrane	delne

Temeljni cilj sistema je izboljšanje (neformalne) komunikacije med sodelujočimi pri projektu, povečanje učinkovitosti skupinskega dela s pomočjo IKT ter neformalna podpora odločanju.

### 4.3 Razvojni pristop

Pri razvoju programske rešitve je bil izbran prototipni pristop oziroma prototipiranje (glej sliko 4-1). Prototipiranje ni popolna razvojna metodologija, temveč iterativen pristop k razvoju manjših programskih komponent večjega sistema. Za njegovo uporabo je nujno vsaj

osnovno poznavanje obravnavanega poslovnega problema. Velja načelo, da se prototipi v končni fazi opustijo, kljub temu pa se v določenih primerih lahko razvijejo ali vključijo v delujoč sistem (CMS, 2008).



**Slika 4-1: Prototipiranje**

**Figure 4-1: Prototyping**

Prototipni pristop smo izbrali predvsem zaradi naslednjih prednosti:

- primeren je za eksperimentiranje in primerjavo različnih razvojnih rešitev;
- zelo primeren je za reševanje široko definiranih ciljev;
- iterativnost;
- spodbuja inovacije in prožni razvoj;
- omogoča hitro implementacijo in testiranje nepopolnega, vendar funkcionalnega sistema.

Dodatno nas je motiviral Cerovšek (2001:244), ki je v okviru postopnega razvoja informacijsko-komunikacijskih sistemov v gradbeništvu izpostavil primernost razvoja prototipov po načelu »takojšnje uporabne vrednosti«.

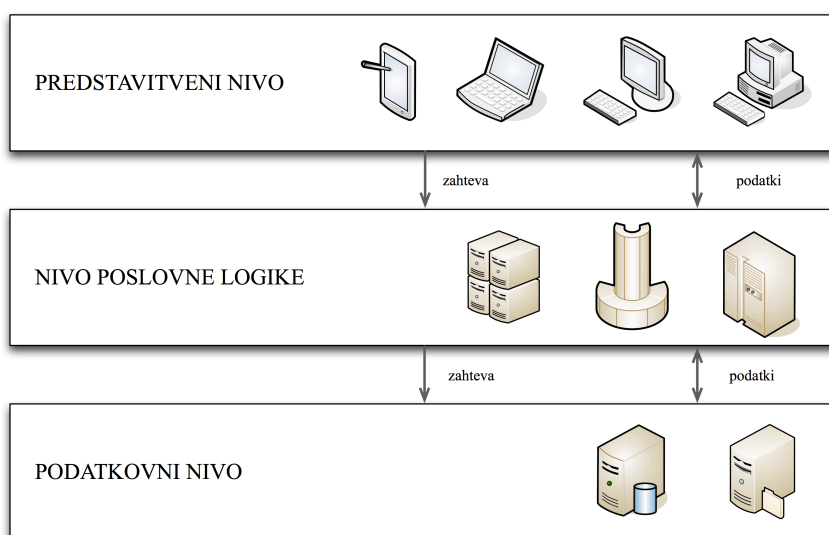
#### 4.4 Arhitektura

Osnovna arhitektura sistema je večnivojska v tipičnem načinu »odjemalec-strežnik«. Zanja sta značilni prilagodljivost in modularnost, saj omogočata skorajda poljuben razvoj, spreminjanje in spajanje, česar posledica je arhitektura, ki zadovolji zahteve tako razvijalca

kot končnega uporabnika. Sajko (1997) ugotavlja, da je eden od pomembnejših vzrokov za priljubljenost te arhitekture pojav in razmah interneta.

Za aplikacije »odjemalec-strežnik« je značilno zlasti naslednje (Lončarić et al., 2007):

- delitev procesiranja in podatkov med enim ali več odjemalčevimi računalniki (kjer se aplikacija izvaja) ter strežnikom (ki nudi storitve vsakemu od odjemalcev);
- računalniki so povezani v omrežja;
- okolje je heterogeno (neodvisno od strojne in programske opreme);
- komunikacija poteka s pomočjo natančno opredeljenih nizov API in RPC.



**Slika 4-2: Trinivojska arhitektura**

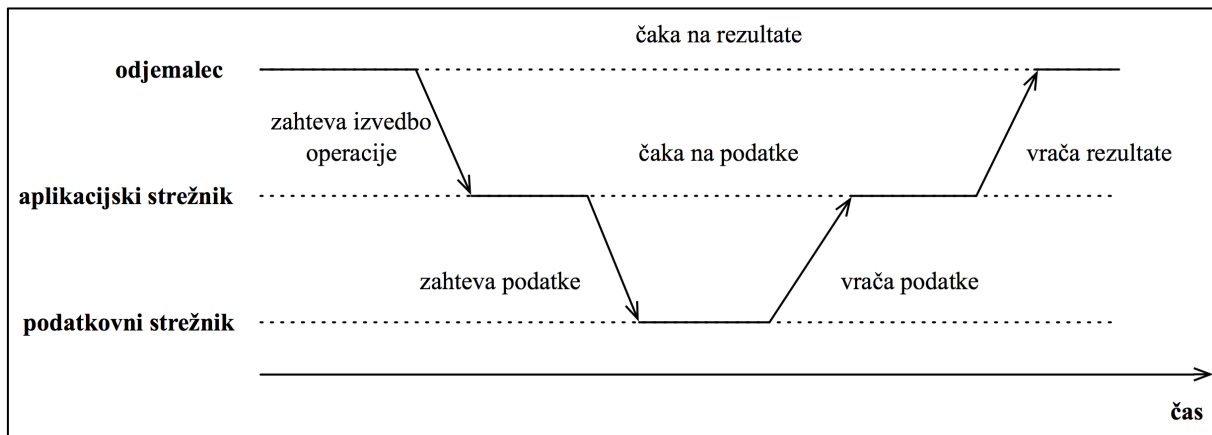
**Figure 4-2: 3-layered architecture**

Uporabljena je večnivojska arhitektura. V grobem gre za trinivojsko arhitekturo, po kateri ločimo (slika 4-2):

- predstavitveni nivo (odjemalec): najvišji nivo aplikacije, ki prikazuje podatke o uporabniku ali odjemalcu. Na splošno ta nivo skrbi za interakcijo s sistemom. Glavna vloga predstavitvenega nivoja oziroma vmesnika je prevajanje nalog v obliko, ki jo uporabnik lahko razume;
- nivo poslovne logike (aplikacijski strežnik): na tem nivoju se izvaja koordinacija, procesiranje informacij, logika, odločanje, ipd. Hkrati je to posredovalni nivo med predstavitvenim in podatkovnim nivojem;

- podatkovni nivo (podatkovni strežnik): skrbi za hrambo in posredovanje podatkov iz podatkovne baze ali datotečnega sistema. Ti podatki, ki so neodvisni od aplikacijskih strežnikov in/ali poslovne logike, se posredujejo logičnemu nivoju, kjer se obdelajo in pošljejo odjemalcu.

Trinivojska arhitektura je izključno linearna, kar pomeni, da predstavitevni nivo nikoli ne komunicira neposredno s podatkovnim, ampak vedno prek nivoja aplikacijske (poslovne) logike (glej prevzeto sliko 4-1). Na strani odjemalca se izvaja malo ali nič procesiranja (ki ga izvaja aplikacijski strežnik), za preverjanje veljavnosti podatkov in nadzor dostopa do njih pa skrbi podatkovni strežnik.



Prevzeta slika 4-1: Potek komunikacije med odjemalcem ter aplikacijskim in podatkovnim strežnikom (Lončarić et al., 2007)

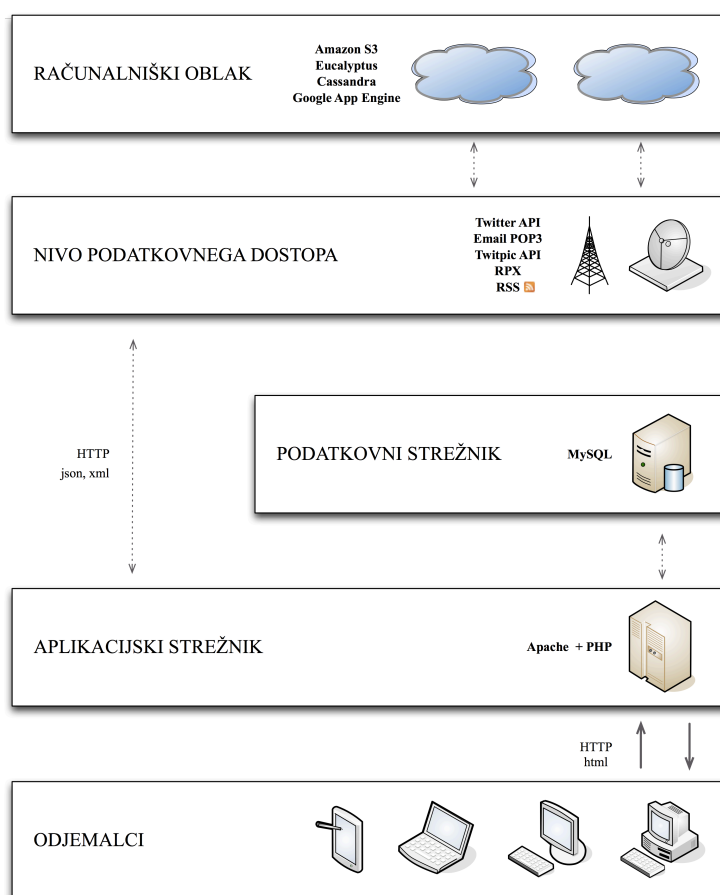
Adopted figure 4-1: Path of communication between client, application and data server (Lončarić et al., 2007)

V našem primeru uporabljena arhitektura mestoma prehaja v štiri- in večnivojsko, s povezavami z zunanjimi storitvami pa sledi načelom storitveno usmerjene arhitekture (SOA, glej poglavje 2.4.2.1). Dodatni nivoji se pojavijo predvsem znotraj podatkovnega nivoja (ki se razdeli na nivo dostopa do podatkov in nivo hrambe podatkov), saj naša aplikacija dostopa do podatkovnih virov samostojnih spletnih storitev, ki se nahajajo v računalniškem oblaku, dostop do njih pa je mogoč prek vmesnikov API. Prednost tovrstne zasnove je predvsem v vzdrževanju in morebitni nadgradnji, saj razdelitev na več (tehnološko neodvisnih) nivojev

omogoča hitrejšo prilagoditev novim tehnološkim in funkcionalnim zahtevam ter učinkovitejše vzdrževanje.

## 4.5 Implementacija

Jedro prototipa predlaganega decentralizirano-centraliziranega sistema deluje po principu odjemalec-strežnik in sledi zastavljeni n-nivojski arhitekturi (v osnovi gre za trinivojsko, mestoma pa kljub temu prehaja v štiri- in večnivojsko, kot prikazuje slika 4-3).



Slika 4-3: Arhitektura informacijsko-komunikacijskega sistema Prooject

Figure 4-3: Prooject system architecture

Na nivoju aplikacijske logike smo uporabili odprtokodni programski jezik PHP, ki teče na spletnem strežniku Apache, obdelane podatke pa vrne v obliki (X)HTML. Nalogo datotečnega strežnika opravlja relacijska podatkovna baza MySQL.



#### 4.5.1 Podatkovni strežnik

Skladno z razvojem spletnih aplikacij in razmahom socialnih mrež je naraščanje količin podatkov, ki jih uporabniki izmenjujejo, razkrilo vse slabosti klasičnih relacijskih podatkovnih baz SQL<sup>8</sup> (razširljivost, razpršenost itd.). Ena od rešitev so nerelacijske (imenovanih tudi postrelacijske) podatkovne baze NoSQL, ki so razmeroma hitro osvojile razvijalce sodobnih spletnih storitev.

NoSQL so podatkovne baze, ki za razliko od relacijskih podatkovnih baz za manipulacijo shranjenih podatkov ne uporabljajo vmesnika SQL. Bistvena prednost tovrstnih podatkovnih baz je v tem, da nimajo vnaprej določene sheme, kar je zlasti ugodno v primerih podatkovnih baz storitev za spletno druženje.

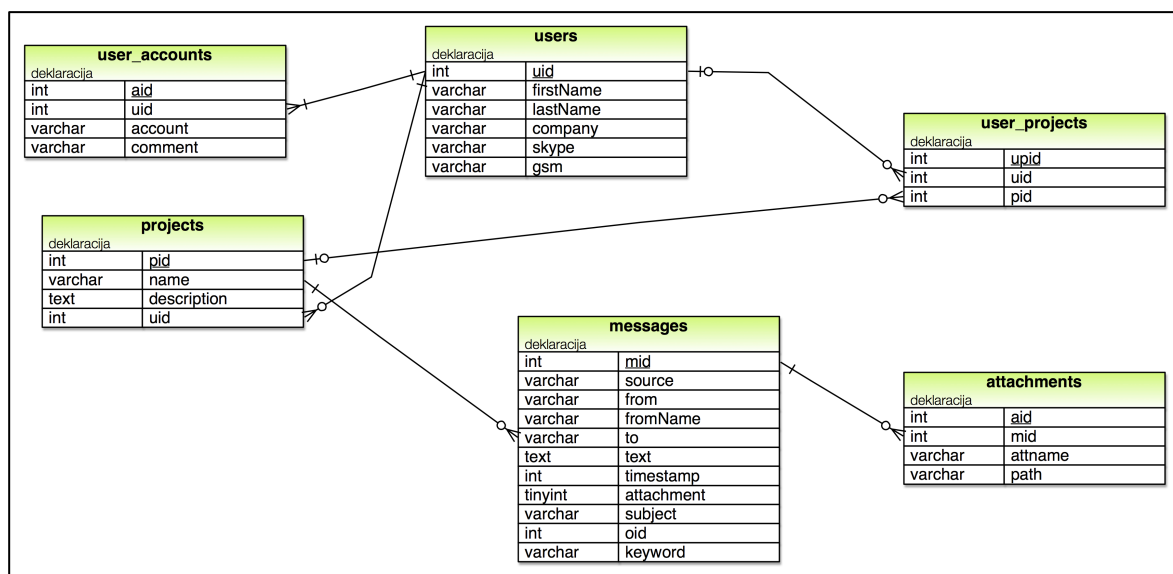
Kljub prednostim, ki jih tovrstne podatkovne baze prinašajo, je bila za sistem izbrana klasična relacijska podatkovna baza MySQL (verzija 5.1.37), nameščena na operacijski sistem Ubuntu server 9.10. Razlogi za vztrajanje pri klasični konfiguraciji so pomanjkanje dokumentacije, nestabilni vmesniki za dostop do pregledanih podatkovnih baz in potreba po dodatnem nastavljanju primarnega strežnika, kar v praksi ni vedno mogoče.

Rezultat izbrane konfiguracije je svoboda pri izbiri okolja, v katerem razvit sistem teče, saj je kombinacija PHP+MySQL trenutno ena od najbolj priljubljenih tako med razvijalci sodobnih spletnih storitev kot med ponudniki spletnih gostovanj, kar zagotavlja učinkovito vzdrževanje in prenosljivost kode med različnimi različicami aplikacijskih in podatkovnih strežnikov.

Zaradi prototipnega pristopa k razvoju smo shemo podatkovne baze določali in normalizirali iterativno v skladu z razvojem prototipa. Podatkovni model informacijskega sistema je predstavljen z modelom entitet in povezav na sliki 4-4, iz katere je poleg deklaracije vsakega atributa razvidna tudi kardinalnost posameznih relacij.

---

<sup>8</sup> SQL (Structured Query Language) je programski jezik za manipulacijo in upravljanje s podatki v sistemih za upravljanje podatkovnih baz.



Slika 4-4: ER-model podatkovne baze

Figure 4-4: ER-model of the database

Končni normaliziran model zagotavlja neodvisnost, saj omogoča optimalno implementacijo v poljubnem relacijskem sistemu za upravljanje s podatkovnimi bazami. Hkrati podatkovni model izpolnjuje tudi zahteve razširljivosti in prožnosti, saj v primeru dodatnih poslovnih zahtev omogoča enostavno dodajanje novih atributov, relacij in tabel.

#### 4.5.2 Aplikacijski strežnik

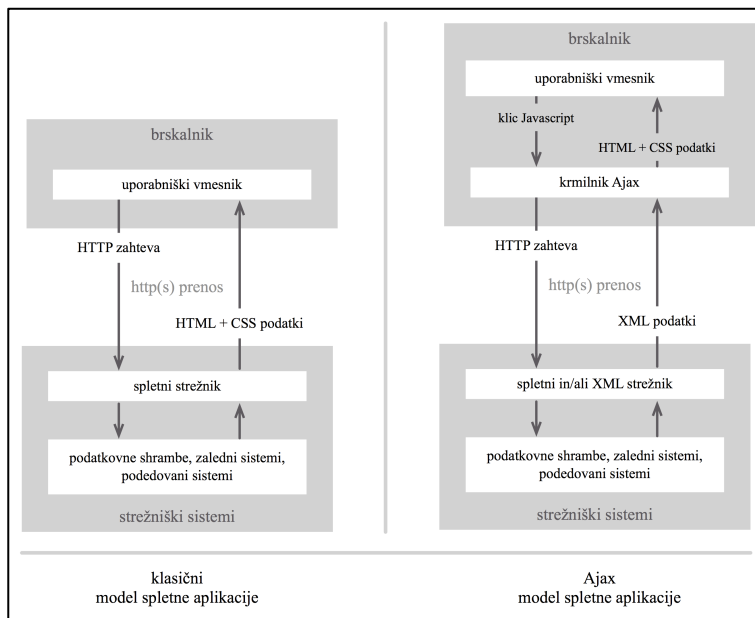
Za aplikacijski strežnik smo uporabili različico 2.2.12 strežnika Apache, pri čemer je programska koda prenosljiva in bi lahko tekla tudi na drugih spletnih aplikacijskih strežnikih.

Aplikacijski strežnik kot vhod bere izvorno kodo PHP (PHP Hypertext Preprocessor) in jo tolmači v (X)HTML oziroma spletno stran, kar vrne kot izhod.

#### 4.5.3 Uporabniški nivo

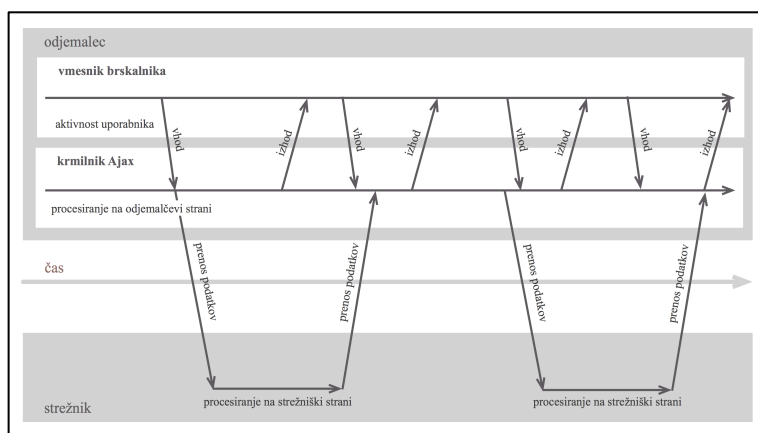
Predlagan informacijski sistem je spletna aplikacija in se pri odjemalcu izvaja znotraj spletnega brskalnika. Uporaba vrednotenega izhoda (X)HTML zagotavlja možnost uporabe v vseh sodobnih spletnih brskalnikih na široki paleti naprav (tudi mobilnih). Čeprav se poslovna opravila večinoma izvajajo na nivoju aplikacijskega strežnika, se jih del izvaja tudi pri odjemalcu. V ta namen je bila uporabljena razvojna tehnika spletnega programiranja Ajax (glej poglavje 2.4.1.2).

Določene komponente sistema smo razvili z uporabo razvojne tehnike spletnega programiranja Ajax, ki nam med drugim omogoča tudi asinhrono izvajanje opravil pri odjemalcu (glej sliko 4-5).



**Slika 4-5: Klasični in Ajax model spletne aplikacije**  
**Figure 4-5: Classic & Ajax web application model**

To pomeni, da se poizvedbe HTTP izvajajo tudi samo za dele strani, pri čemer se osveži le tisti del spletne strani, ki nas trenutno zanima. S to tehniko zmanjšamo količino prenosa podatkov iz strežnika do odjemalca, obenem pa do neke mere rešuje problem linearnosti tri- in večnivojske arhitekture tipa odjemalec-strežnik (glej sliko 4-6).

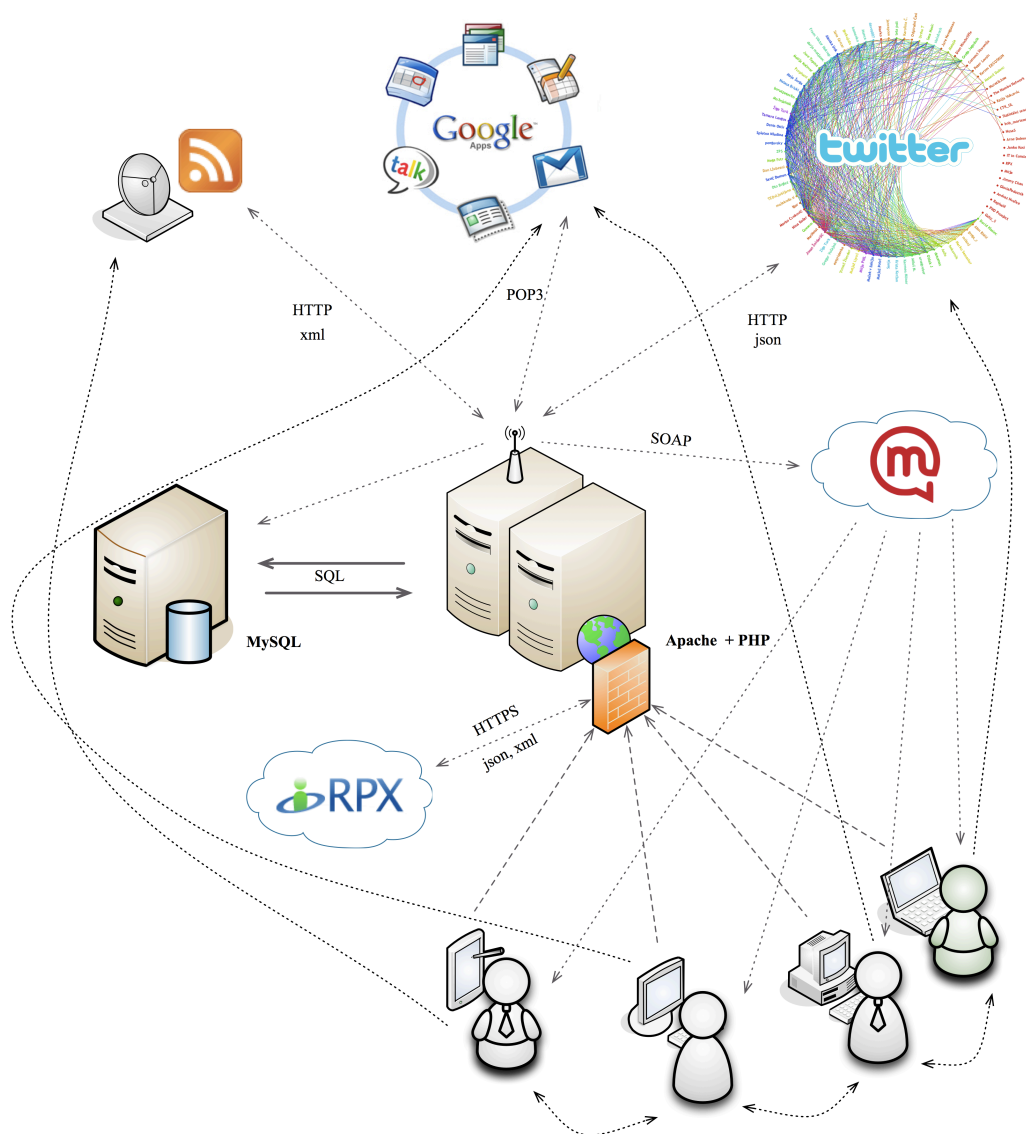


**Slika 4-6: Asinhroni Ajax model spletne aplikacije**  
**Figure 4-6: Asynchronous Ajax web application model**

Za izvajanje asinhronih opravil v skriptnem jeziku Javascript smo uporabili komponentno knjižnico jQuery (različica 1.4.2). Na določenih delih strani smo uporabili razširitev jQueryUI (različica 1.8rc3) in del programske kode jQuery Dynamic Form.

#### 4.6 Opis prototipnega sistema

Prototipni sistem je zasnovan kot centralna točka dostopa do podatkov porazdeljenih heterogenih (spletnih) storitev. Posamezni deli porazdeljenega dela prototipnega sistema so šibko povezani, komunikacija pa poteka prek različnih protokolov (HTTP, POP3 in SOAP; glej sliko 4-7).

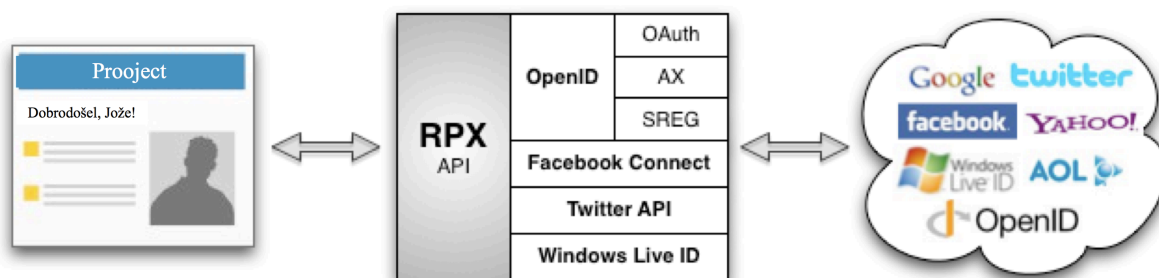


Slika 4-7: Shematski prikaz arhitekture prototipnega sistema Prooject  
Figure 4-7: Schematic view of the Prooject prototype system architecture

Kljub temu, da prototip prevzema nekatere lastnosti centraliziranih sistemov, je dejansko popolnoma decentraliziran in predstavlja zgolj eno vozlišče v polno povezani topologiji povezav med končnimi uporabniki (inženirji). Komponente za dostop do decentraliziranih storitev so šibko povezane, izmenjana sporočila pa se pojavljajo v več oblikah (XML, JSON ali golo besedilo). Komunikacija med uporabniki posameznih storitev na strani ponudnika storitve ostane popolnoma nespremenjena.

#### 4.6.1 Avtentikacija

Kot avtentikacijo v danem primeru razumemo proces, v katerem se naš sistem prepriča, da je uporabnik res oseba, za katero se izdaja. Na splošno se v spletnih aplikacijah avtentikacija izvaja na podlagi avtentikacijskega para uporabniško ime/geslo, ki je shranjen v podatkovnem strežniku, pri čemer je potrebno geslo običajno šifrirati. Prva težava tovrstnega pristopa je hramba, saj gre za varnostno občutljive podatke, druga pa preveliko število avtentikacijskih dvojic, ki s sodelovanjem v spletnih skupnostih in uporabo večjega števila storitev za spletno druženje in spoznavanje strmo narašča. Zato je bila za naš prototip izbrana avtentikacija s pomočjo spletnega servisa oziroma storitve RPX, ki omogoča uporabo avtentikacijskih mehanizmov zunanjih spletnih storitev v postopku preverjanja identitete uporabnika, ki se prijavlja v sistem. Pristnost uporabnika se preveri prek ponudnikov, kot so na primer Google, Facebook, Twitter, Yahoo! in drugi, za kar uporabniki uporabijo že ustvarjeno uporabniško ime. Celoten postopek avtentikacije teče na strežnikih ponudnika storitve RPX v računalniškem oblaku, do njega pa se dostopa s pomočjo klicev API (glej visokonivojsko shemo na prevzeti sliki 4-2). V grobem lahko ugotovimo, da je RPX posredovalni strežnik med sistemom in ponudnikom storitve OpenID, pri čemer ni odveč, da je za uporabnika popolnoma pregleden.



Prevzeta slika 4-2: Visokonivojska shema spletne storitve RPX (spletni vir)

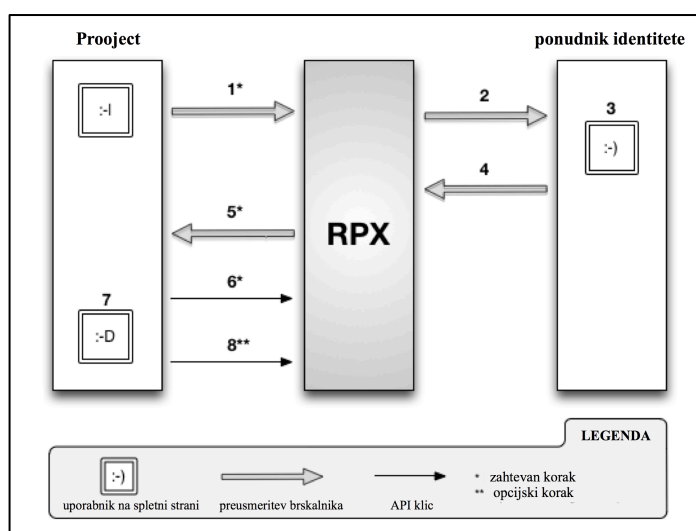
Adopted figure 4-2: High-level scheme of the RPX service (web source)

Uporaba storitve RPX ne zahteva sprememb v podatkovni bazi. Edina arhitekturna zahteva je sposobnost izvajanja varnih klicev in sposobnost razčlenjevanja vrnjenih podatkov, ki so v obliki JSON oz. XML. Storitve je za uporabo do 6 avtentikacijskih ponudnikov brezplačna.

#### 4.6.1.1 Potek avtentikacije RPX

Koraki v avtentikacijskem zaporedju so naslednji (glej prevzeto sliko 4-3):

- **korak 1:** vpis uporabnika na spletni strani. Prek vpisnega vmesnika si uporabnik izbere ponudnika identitete, vpisni vmesnik pa ga nato preusmeri na strežnik RPX, kjer se izbor obdela;
- **koraki 2–4:** RPX procesira in obdeluje podrobnosti o transakciji. RPX začne avtentikacijski postopek v imenu našega sistema in uporabnika preusmeri k izbranemu ponudniku identitete. Tam ponudnik uporabnika identificira in ga pozove, naj dovoli vpis v naš sistem;
- **korak 5:** RPX vrne avtenticiranega uporabnika na našo spletno stran. V ozadju naš sistem prejme žeton, ki ga bo uporabil v koraku 6;
- **korak 6:** uporaba žetona za dostop do podatkov o uporabniku. S pomočjo žetona iz koraka 5 se pokliče RPX API, ki nam, če je žeton pravi, vrne podatke o uporabniku;
- **korak 7:** pristnost uporabnika je potrjena;
- **korak 8:** v tem koraku lahko uporabnika našega sistema povežemo z uporabnikom na strani ponudnika identitete. Ta korak je izbirni in ga ne izvajamo.



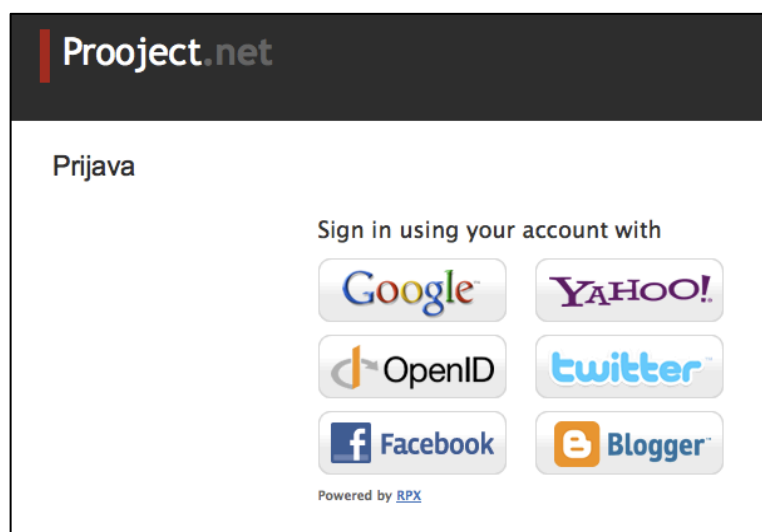
Prevzeta slika 4-3: Potek avtentikacije RPX po korakih (spletni vir)

Adopted figure 4-3: Step-by-step diagram of RPX authentication (web source)

#### 4.6.1.2 Vpisni obrazec

Storitev RPX za dodajanje in izvajanje vpisnega obrazca uporablja programsko kodo Javascript. Obrazec je prikazan na sliki 4-8.

Po odločitvi o uporabi spletne storitve RPX smo navezali stik s ponudniki storitve in ponudili prevod vpisnega obrazca v slovenščino. Po vzpostavljenem kontaktu je bil prevod v slovenski jezik opravljen, vendar v času pisanja disertacije še ni bil na voljo.



Slika 4-8: Vpisni obrazec storitve RPX

Figure 4-8: RPX sign-in interface

#### 4.6.2 Komponenta za dostop do spletne storitve Twitter

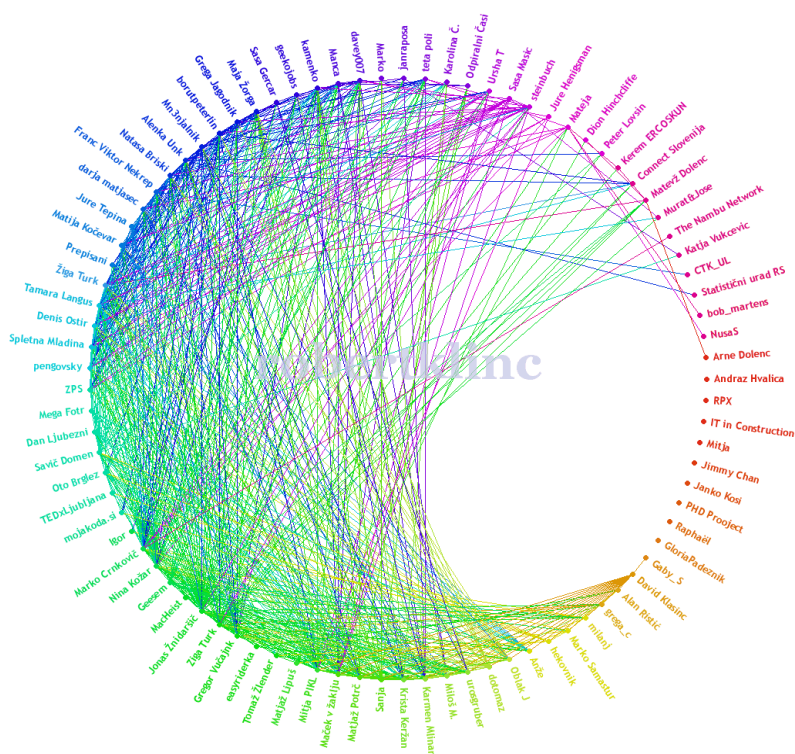
Twitter je storitev za spletno druženje in spoznavanje, ki ljudem omogoča pisanje kratkih sporočil oziroma statusov, dostopnih vsem, ki avtorja spremljajo. Storitev sodi v skupino mikrobloganja in je križanec med bloganjem ter takojšnjim sporočanjem, v zadnjem času pa so ji dodali etiketo socialnega sporočanja.

Storitev omogoča uporabnikom pošiljanje lastnih posodobitev in prejemanje posodobitev drugih uporabnikov (posodobitvam v angleškem jeziku pravimo »tweets«). Posodobitve so tekstovna sporočila, dolga 140 znakov ali krajša, ki jih uporabnik objavlja v okviru svojega profila (omejitev števila znakov izhaja iz Hillebrandove omejitve 160 znakov, ki je osnova za omejitev pri pošiljanju sporočil SMS). Vsaka posodobitev se posreduje avtorjevemu krogu sledilcev in je privzeto javna, krog sledilcev pa je mogoče tudi omejiti. Poleg javnih



posodobitev storitev omogoča tudi pošiljanje neposrednih sporočil, ki so vidna le pošiljatelju in prejemniku. Topologija povezav v okviru storitve je s stališča uporabnika decentralizirana in polno povezana (glej sliko 4-9), sama storitev pa je kljub dostopnim vmesnikom API in posledično široki paleti klientov za dostop do storitve centralizirana.

Priljubljenost, ki jo je storitev Twitter deležna že vse od leta 2007, izvira predvsem iz preprostosti uporabe in širokega spektra klientov (tudi oziroma predvsem na mobilnih napravah), s katerimi lahko storitev uporabljamo. Tako je Twitter idealno orodje za hiter prenos sporočila do skupine ljudi kadarkoli in kjerkoli, zaradi česar smo ga tudi vključili v naš prototip.



Slika 4-9: Topologija povezav znotraj storitve Twitter s stališča uporabnika @robertkline

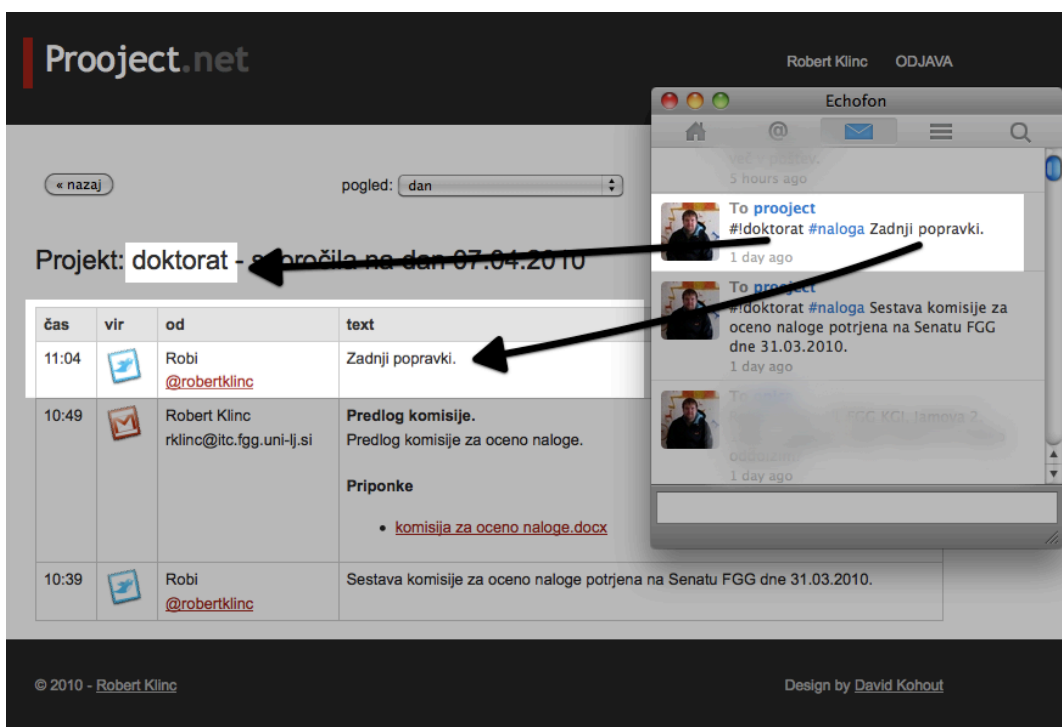
Figure 4-9: Twitter connection topology based on user @robertkline

Naša komponenta za dostop do posodobitev, ki jih uporabniki delijo s svetom in tudi med sabo, je bila razvita v programskem jeziku PHP. Za naš prototip smo uporabili komponentno knjižnico PHP twitterlibphp, ki predstavlja vmesnik do programskega vmesnika REST storitve Twitter. Knjižnica prek neposrednih preslikav med klici PHP in metodami programskega vmesnika Twitter poenostavi dostop do podatkov, saj sama poskrbi za



pravilnost klicev in obdelavo odgovorov. Pridobivanje podatkov poteka prek zahtev GET in protokola HTTP. Za opravljanje zahtev se znotraj komponentne knjižnice twitterlibphp uporablja knjižnica cURL, ki je orodje za prenos podatkov do strežnika ali od njega prek protokolov HTTP, HTTPS, FTP in podobnih (v našem primeru HTTP). Twitter API vrne odgovor v obliki JSON ali XML.

Storitev poizvedbe za novimi podatki opravlja samodejno (s pomočjo načrtovanih operacij na strežniku) ali na zahtevo. Omejena je z omejitvami programskega vmesnika Twitter (v času pisanja je omejitev 150 zahtev na uro), deluje pa povsem samostojno. Podatke, ki jih vmesnik API vrne v obliki JSON, obdela, rezultate (nova sporočila) pa zapiše v podatkovno bazo prototipa (glej sliko 4-10).



Slika 4-10: Preslikava podatkov iz storitve Twitter v storitev Prooject

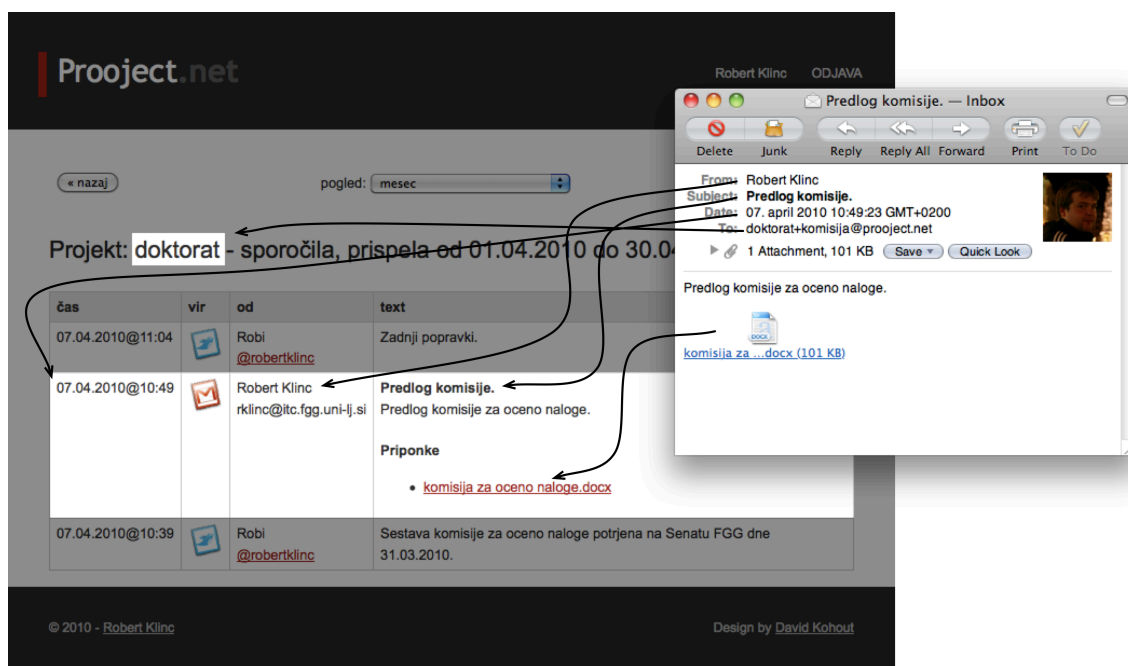
Figure 4-10: Mapping of data between Twitter and Prooject

Poleg samega dostopa do podatkov se izvaja tudi razčlenjevanje vsebine, saj iz samega sporočila izluščimo projekt, ki mu je sporočilo namenjeno, besedilo s povezavo spremenimo v aktivno povezavo, povezave do slik v spletnih storitvah pa prepoznamo kot pripombo in jo shranimo na naš strežnik (v ta namen smo napisali vmesnik API do storitve Twitpic).

### 4.6.3 Komponenta za dostop do predala elektronske pošte

Glede na rezultat naše raziskave o rabi informacijskih tehnologij v gradbeništvu, kjer smo ugotovili, da ima kar 88 % vprašanih službeni elektronski naslov (glej grafikon C-6), smo se odločili, da bomo v naš prototip vključili tudi storitev za dostop do predala elektronske pošte. Gre za samostojno storitev, ki do predala elektronske pošte dostopa prek standardnega protokola za dostop do elektronske pošte na oddaljenem poštnem strežniku, imenovanem POP3 (Post Office Protocol, različica 3). Odločitev za tovrstno zasnovo omogoča popolno prenosljivost storitve na kateregakoli ponudnika storitev elektronske pošte, ki ponuja tudi dostop POP3 (po grobi oceni je takšna večina storitev, tudi brezplačnih).

Storitev smo razvili v programskem jeziku PHP. Za dostop do predala elektronske pošte smo uporabili komponentno knjižnico pop3class, za razčlenitev sporočila v obliki MIME pa komponentno knjižnico mimeparser. Storitev dostopa do poštnega predala preveri elektronsko pošto in vrne vso novo pošto. Ker je ta v obliki MIME, jo razčlenimo in shranimo v našo podatkovno bazo. Če ima elektronska pošta priponko (eno ali več), ustvarimo mapo na našem strežniku in datoteke shranimo, v podatkovno bazo pa shranimo metapodatke o priponkah (glej sliko 4-11).



Slika 4-11: Preslikava podatkov iz predala e-pošte v storitev Prooject

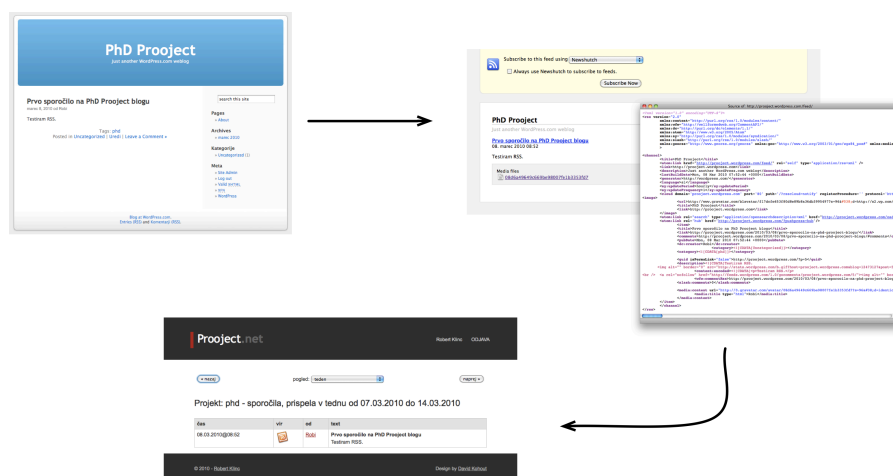
Figure 4-11: Mapping of data between email account and Prooject

Za naš prototipni sistem smo kot poštni strežnik izbrali brezplačno storitev Google Apps, ki omogoča uporabo strežnika za elektronsko pošto z lastno domeno. Strežnik smo nastavili tako, da ujame vso pošto, ki na strežnik zaide, nato pa jo razvrščamo naprej na podlagi predpone. Prototip omogoča razvrščanje po projektu in ključnih besedah, med katerima je znak +. Tako je sporočilo, poslano na elektronski naslov doktorat+komisija@domena.tld, shranjeno v projekt »doktorat«, dodana pa mu je ključna beseda »komisija«.

#### 4.6.4 Komponenta za dostop do virov RSS

Razvita storitev za zajemanje vsebin v obliki RSS nam omogoča zajemanje iz širokega spektra virov RSS. RSS je ena od temeljnih tehnologij spleta 2.0, saj ponuja možnost deljenja vsebin v standardnem formatu, ki ga lahko obdelamo s pomočjo programske opreme. Standardni format je hkrati njegoval največja prednost, saj je tako popolnoma neodvisen od uporabljenih programskih jezikov.

Za dostop in razčlenitev vsebin virov RSS smo uporabili komponentno knjižnico SimplePie, ki nam zagotavlja hitro, preprosto in učinkovito storitev, obenem pa je skladna tudi s standardi. Z uporabo omenjene knjižnice je naša storitev sposobna zajemati spletne vire (RSS in Atom) v vsaj osmih različnih oblikah (RSS 0.90, RSS 0.91 Netscape, RSS 0.91 Userland, RSS 0.92, RSS 1.0, RSS 2.0, Atom 0.3 in Atom 1.0), kar zagotavlja uporabo z veliko večino spletnih virov, ki so na voljo. Po zajemu virov podatke obdelamo ter jih shranimo v podatkovno bazo (glej sliko 4-12).



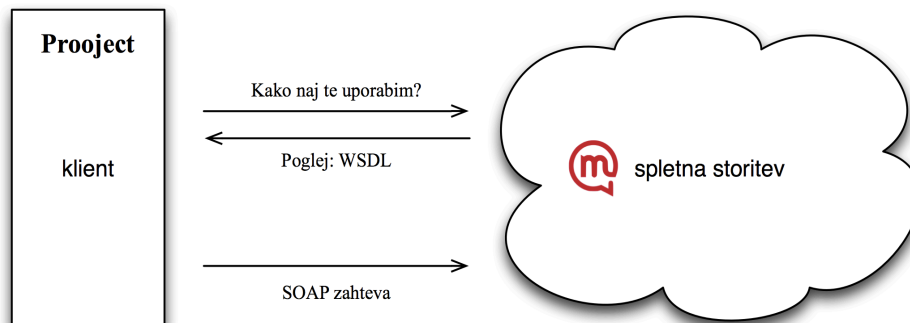
Slika 4-12: Preslikava podatkov iz poljubnega vira RSS v storitev Project

Figure 4-12: Mapping of data between any existing RSS feed and Project service

Med pripravo disertacije se je na spletu pojavila ideja spleta »v realnem času«, pri katerem se po vsebinah iz virov RSS ne sprašuje, ampak namenska vozlišča novo vsebino potisnejo do uporabnikov, ki se na vsebino naročijo. V ta namen sta se uveljavili dve razširitvi protokola RSS (in tudi Atom): rssCloud in PubSubHubbub. Razlika med njima je v načinu obveščanja o novi vsebini, saj gre pri razširitvi rssCloud za lahek ping (odjemalec je obveščen o novi vsebini, vendar jo mora kljub temu poiskati sam), pri razširitvi PubSubHubbub pa za debeli ping (odjemalec skupaj z obvestilom o novi vsebini slednjo tudi prejme). Kljub temu, da smo obe razširitvi preizkusili, se za uporabo nismo odločili. Razlog tiči predvsem v tem, da velik delež virov RSS po omenjenih razširitvah še ne deluje ali pa ne deluje dovolj zanesljivo.

#### 4.6.5 Komponenta za pošiljanje SMS sporočil

Za povezavo do najbolj razširjenega omrežja uporabnikov (omrežje uporabnikov mobilne telefonije) smo se odločili implementirati komponento za pošiljanje sporočil SMS. V ta namen smo izkoristili spletno storitev, ki jo v okviru spletne strani Moj Mobitel in povezane namizne aplikacije MobiDesktop ponuja družba Mobitel (shema je prikazana na sliki 4-13).



Slika 4-13: Delovanje klienta/komponente za pošiljanje sporočil SMS

Figure 4-13: Operation of SMS sending component/client

Komunikacija med ponudnikom spletne storitve in našim odjemalcem poteka prek protokola SOAP, katerega prednost je njegova neodvisnost od programskih jezikov, prenosnega protokola ter programskega in strojnega okolja. Storitev deluje po načelu klica oddaljene procedure (RPC) in uporablja sintakso XML.

Žal uporaba storitve ni brezplačna. Vsako poslano sporočilo SMS se obračuna po ceniku operaterja.

## 4.7 Primeri uporabe

Najprimernejši način prikaza informacijskega sistema je s pomočjo primerov uporabe. Žal semantika UML (Rational, 1997) dopušča precej svobode, saj dovoljuje opis primerov uporabe v tekstovni obliki, z diagrami aktivnostmi, opisi stanja in drugimi opisnimi tehnikami ter tudi diagrami sodelovanja. Ker natančnih predpisov oblike zapisov uporabe ni (obstajajo samo smernice), smo se odločili, da bomo sledili priporočilu Colemana (1998). Ta priporočila uporabo Jacobsonovega načina opisa v naravnem jeziku, vključenega v tabelo z vnaprej predpisanim ogrodjem in neformalno semantiko. Predloga tabele primera uporabe je predstavljena v preglednici 4-1.

**Preglednica 4-1: Predloga primerov uporabe**

**Table 4-1: Use case template**

<b>Št. PU</b>	<enolično ime, ki podaja cilj primera uporabe>	
<b>Opis</b>	<opis cilja in konteksta izvajanja primera uporabe>	
<b>Predpogoji</b>	<pričakovana stanja sistema pred pričetkom izvajanja primera uporabe>	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	<stanje sistema po uspešnem zaključku primera uporabe>	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	<stanje sistema, če primer uporabe ni uspešno zaključen>	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	<vloga in opis primarnega akterja> <drugi sistemi, PU, ki so potrebni za izvajanje tega PU>	
<b>Prožilec</b>	<dejanje, na podlagi katerega sistem sproži PU>	
<b>Scenarij</b>	Korak	Dejanje
	1	<opis dejanja>
	2	
<b>Razširitve</b>	Korak	Vejitveno dejanje
	1a	<pogoj, ki sproži vejitev> : <dejanje ali izvajanje odvisnega primera uporabe>
<b>Podrejeni PU</b>	<seznam vključenih PU>	
<b>Nadrejeni PU</b>	<seznam PU, ki ta primer uporabe uporabljajo >	

#### 4.7.1 Primer uporabe 1: registracija uporabnika

**Preglednica 4-2: Primer uporabe 1: registracija uporabnika**

**Table 4-2: Use case 1: User registration**

<b>PU1</b>	Registracija uporabnika	
<b>Opis</b>	Uporabnik se želi registrirati za uporabo sistema.	
<b>Predpogoji</b>	Predpogojev ni.	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	Vneseni vsi zahtevani podatki.	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	Eno ali več zahtevanih vnosnih polj je praznih.	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	Uporabnik (primarni).	
<b>Prožilec</b>	Pritisk na gumb »Registriraj«.	
<b>Scenarij</b>	<b>Korak</b>	<b>Dejanje</b>
	1	Uporabnik odpre spletno stran in izbere podstran »registracija«.
	2	Pojavi se spletna stran z obrazcem za registracijo.
	3	Uporabnik izpolni obrazec za registracijo.
	4	Uporabnik pritisne gumb »registriraj«.
	5	Sistem obdela vnesene podatke in jih shrani v podatkovno bazo.
	6	Uporabnik je preusmerjen na stran za prijavo v sistem.
<b>Razširitve</b>	<b>Korak</b>	<b>Vejitveno dejanje</b>
	5a	Vneseni podatki manjkajo ali pa niso pravilni.
	6a	Uporabnik je preusmerjen na registracijsko stran z obvestilom o napaki.
<b>Podrejeni PU</b>	Jih ni.	
<b>Nadrejeni PU</b>	Jih ni.	

#### 4.7.2 Primer uporabe 2: prijava uporabnika

**Preglednica 4-3: Primer uporabe 2: prijava uporabnika**

**Table 4-3: Use case 2: User login**

<b>PU2</b>	Prijava uporabnika	
<b>Opis</b>	Uporabnik se želi prijaviti v sistem ter tako potrditi svojo identiteto.	
<b>Predpogoji</b>	Predpogoj je opravljena registracija uporabnika iz PU1.	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	Uporabnik avtenticiran pri enem od ponudnikov identitete.	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	Uporabnik se ne avtenticira pri enem od ponudnikov identitete.	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	Uporabnik (primarni).	
<b>Prožilec</b>	Izbira ponudnika identitete na prijavnih strani.	
<b>Scenarij</b>	<b>Korak</b>	<b>Dejanje</b>
	1	Uporabnik odpre spletno stran.
	2	Uporabnik izbere enega od ponudnikov identitete.
	3	Uporabnik se prijavi pri ponudniku identitete.
	4	Uporabnik dovoli, da ponudnik identitete pošlje njegove podatke informacijskemu sistemu.
	5	Sistem obdela vnesene podatke.
	6	Sistem uporabnika preusmeri v uporabniški del.
<b>Razširitve</b>	<b>Korak</b>	<b>Vejitveno dejanje</b>
	4a	Uporabnik ne dovoli izbranemu ponudniku identitete pošiljanje podatkov informacijskemu sistemu.
	5a	Uporabnik je preusmerjen na prijavno stran z obvestilom o napaki.
	5b	Sistem obdela vnesene podatke, a uporabnika ni med registriranimi uporabniki.
	6b	Uporabnik je preusmerjen na registracijsko stran.
<b>Podrejeni PU</b>	Vsi razen PU1.	
<b>Nadrejeni PU</b>	PU1.	

### 4.7.3 Primer uporabe 3: dodajanje novega projekta

**Preglednica 4-4: Primer uporabe 3: dodajanje novega projekta**

**Table 4-4: Use case 3: Adding new project**

<b>PU3</b>	Dodajanje novega projekta	
<b>Opis</b>	Uporabnik se je prijavil v sistem in želi dodati nov projekt.	
<b>Predpogoji</b>	Predpogoj je opravljena prijava v sistem iz PU2.	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	Nov projekt dodan.	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	Nov projekt ni dodan, ker niso pravilno vneseni vsi zahtevani podatki.	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	Uporabnik (primarni).	
<b>Prožilec</b>	Pritisk na gumb »Dodaj nov projekt«.	
<b>Scenarij</b>	<b>Korak</b>	<b>Dejanje</b>
	1	Uporabnik pritisne gumb »Dodaj nov projekt«.
	2	Pojavi se obrazec za vnos novega projekta.
	3	Uporabnik vpiše okrajšavo in opis projekta.
	4	Uporabnik pritisne gumb »Dodaj«.
	5	Sistem obdela vnesene podatke in jih zapiše v podatkovno bazo.
	6	Sistem uporabnika preusmeri na prvo stran z obvestilom o uspešnem dodajanju projekta.
<b>Razširitve</b>	<b>Korak</b>	<b>Vejitveno dejanje</b>
	5a	Sistem obdela vnesene podatke, ki so nepopolni.
	6a	Uporabnik je preusmerjen na prvo stran z obvestilom o napaki.
<b>Podrejeni PU</b>	PU4 in PU5.	
<b>Nadrejeni PU</b>	PU1 in PU2.	



#### 4.7.4 Primer uporabe 4: dodajanje uporabnikov k projektu

Preglednica 4-5: Primer uporabe 4: dodajanje uporabnikov k projektu

Table 4-5: Use case 4: Adding users to project

<b>PU4</b>	Dodajanje uporabnikov k projektu	
<b>Opis</b>	Uporabnik, ki je dodal nov projekt, želi nekaterim registriranim uporabnikom omogočiti pregled sporočil novo dodanega projekta.	
<b>Predpogoji</b>	Predpogoj je dodan projekt iz PU3.	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	Uporabniki dodani.	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	/	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	Uporabnik (primarni), ostali registrirani uporabniki (sekundarni).	
<b>Prožilec</b>	Pritisk na gumb »Dodaj uporabnike«.	
<b>Scenarij</b>	<b>Korak</b>	<b>Dejanje</b>
	1	Uporabnik pritisne gumb »Dodaj uporabnike«.
	2	Odpre se seznam uporabnikov, ki jih lahko doda k projektu, ki ga je ustvaril.
	3	Uporabnik označi tiste uporabnike, ki jim želi omogočiti dostop do informacij, izmenjanih v okviru projekta, ki ga je ustvaril.
	4	V trenutku, ko je uporabnik označen, ga sistem doda v podatkovno bazo.
<b>Razširitve</b>	<b>Korak</b>	<b>Vejitveno dejanje</b>
	/	/
<b>Podrejeni PU</b>	PU5.	
<b>Nadrejeni PU</b>	PU1, PU2, PU3.	

#### 4.7.5 Primer uporabe 5: pregled izmenjanih sporočil v okviru projekta

**Preglednica 4-6: Primer uporabe 5: pregled izmenjanih sporočil**

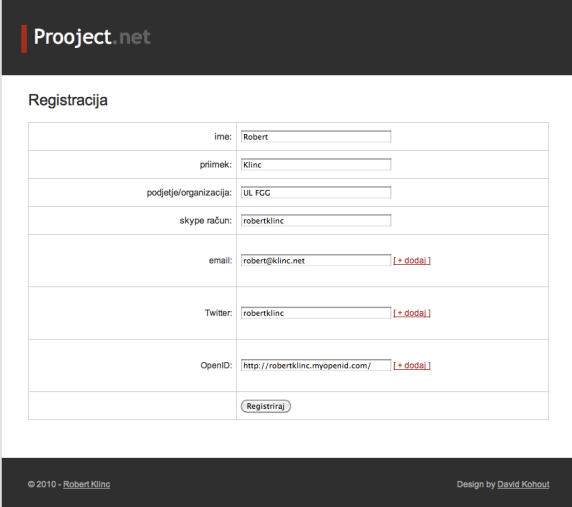
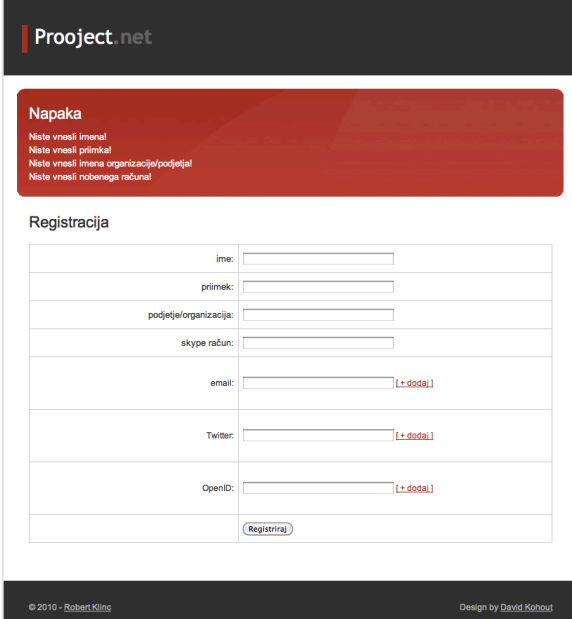
**Table 4-6: Use case 5: Overview of exchanged messages**

<b>PU5</b>	Pregled izmenjanih sporočil v okviru projekta	
<b>Opis</b>	Uporabnik si želi ogledati izmenjana sporočila v okviru projekta.	
<b>Predpogoji</b>	Predpogoj je opravljena prijava v sistem iz PU2 ter ustvarjen projekt iz PU3.	
<b>Pogoj uspešnega zaključka</b>	/	
<b>Pogoj neuspešnega zaključka</b>	Uporabnik nima pravice ogleda izmenjanih sporočil v določenem projektu.	
<b>Primarni in sekundarni akterji</b>	Uporabnik (primarni).	
<b>Prožilec</b>	Pritisk na okrajšavo projekta s povezavo.	
<b>Scenarij</b>	<b>Korak</b>	<b>Dejanje</b>
	1	Uporabnik sledi povezavi z okrajšavo/imenom projekta.
	2	Odpre se podstran s pregledom sporočil za zadnji mesec.
<b>Razširitve</b>	<b>Korak</b>	<b>Vejitveno dejanje</b>
	2a	Uporabnik nima pravice ogleda sporočil v okviru projekta, zato je preusmerjen na vstopno stran z obvestilom o napaki.
	2b	Uporabnik si lahko ogleda sporočila, ki so prispela v zadnjem tednu.
	2c	Uporabnik si lahko ogleda sporočila, ki so prispela na določen dan.
<b>Podrejeni PU</b>	/	
<b>Nadrejeni PU</b>	PU1, PU2, PU3, PU4.	

## 4.8 Uporabniški scenarij

Janez je univ. dipl. inž. gradb., lastnik majhnega gradbenega podjetja s 5 zaposlenimi. Njegovo podjetje pri gradbenih projektih v okviru VO običajno nastopa kot projektivni biro, pri čemer je Janez odgovorni projektant. Ker ima podjetje zgolj 5 zaposlenih, za informacijsko-komunikacijsko infrastrukturo skrbijo zaposleni sami in ne najemajo zunanje pomoči. S projektnimi partnerji in naročniki običajno komunicirajo prek elektronske pošte, v zadnjem času pa tudi s pomočjo brezplačnih spletnih storitev. Vsak zaposleni ima namreč svoje lastno uporabniško ime in je uporabe storitev navajen.

Pred kratkim je Janez izvedel za novo spletno storitev Prooject, ki omogoča preprosto komunikacijo tako s stalnimi kot občasnimi sodelavci pri projektih. Zato se je registriral (glej sliko 4-14) in njegovo podjetje je storitev začelo uporabljati. Sam se v storitev prijavlja s svojim računom Google.

 <p>© 2010 - Robert Klinc Design by David Kohout</p>	 <p>© 2010 - Robert Klinc Design by David Kohout</p>
a) obrazec za registracijo	b) napaka pri registraciji

Slika 4-14: Registracija uporabnika

Figure 4-14: User registration

Ko se Janez dogovori za sodelovanje v okviru VO, v spletno storitev Prooject doda nov projekt (glej sliko 4-15). Dovoljenje za ogled sporočil v okviru projekta vedno dodeli vsem svojim sodelavcem, po potrebi pa tudi partnerjem VO, v okviru katere se projekt izvaja. Kadar je na sestankih, si prek mobilnega telefona v storitev pošilja kratke opombe, kar mu omogoča sledenje odločitvam.

Kadar sestanek gosti sam, zapisnik piše v blog podjetja, ki ga je prek vira RSS povezal s storitvijo Prooject, kjer se bo zapisnik kmalu po objavi tudi pojavil.



**Slika 4-15: Dodajanje novega projekta**

**Figure 4-15: Adding new project**

V tem trenutku se je pojavila težava na gradbišču enodružinske hiše v okolici Celja, kjer je nadzornik Franci opazil napačne dimenzije in pozicije armature v eni od preklad. Ker je beton že na poti, je treba takoj najti ustrezno rešitev. Franci z mobilnim telefonom posname fotografije preklade in jih prek storitve Twitter pošlje v projektni sistem. Po mobilnem telefonu o dogodku obvesti Janeza ter ga prosi, naj zadevo preveri. Janez zadevo takoj preveri in ugotovi, da so bile dimenzije preklade na investitorjevo željo naknadno spremenjene, o čemer je nadzornika Francija na skupnem sestanku že obvestil, kar je razvidno iz sporočila, ki ga je poslal v sistem. Ker ve, da se nadzornik trenutno ne nahaja v pisarni, ampak na terenu, ga o svoji ugotovitvi obvesti kar iz sistema, od koder mu pošlje sporočilo SMS.

## 4.9 Diskusija

Razviti prototip opravlja vlogo informacijsko-komunikacijskega sistema, za svoje delovanje pa izkorišča samostojna orodja in storitve spleta 2.0, povezane po principu SOA in načelu šibke povezanosti. Pri razvoju prototipnega sistema smo se oprli na odprtokodne in brezplačne storitve, izbirali pa smo med storitvami, ki so strokovnim delavcem v gradbeni stroki poznane ali pa pričakujemo, da se bodo z njimi seznanili v prihodnjih letih. V pomoč pri izbiri so bili tudi rezultati raziskave o rabi IKT v Sloveniji, ocene o razširjenosti posamezne storitve v Sloveniji ter preprostost uporabe.

### 4.9.1 Glavne ugotovitve

Glavne težave pri uvajanju šibko povezanih, porazdeljenih aplikacij so varnost, trajnost podatkov in zagotavljanje konsistence med različnimi uporabljenimi viri. Zaradi narave prototipa in uporabljenih storitev problem konsistence v našem primeru ni merodajen, večje težave pa predstavljata vprašanji varnosti in trajnosti. V okviru arhitekture porazdeljenih aplikacij namreč uporabljamo dele in storitve, ki so avtonomni in pripadajo različnim ponudnikom oziroma organizacijam, kar pomeni, da največkrat na varnost podatkov do trenutka, ko so preneseni k nam, nimamo vpliva. Težava v primeru neformalnih podatkov ni posebej pereča, vendar je prisotna. Bolj težaven je problem trajnosti podatkov. V primeru uporabe spletnih storitev za spoznavanje in druženje, katerih uporaba je običajno brezplačna, trajnost podatkov v nobenem primeru ni zagotovljena, čeprav so arhivi pogosto prisotni. Prototip navedeno težavo delno rešuje, saj podatke arhivira.

Za ustrezno se je izkazala tehnologija RSS, prek katere lahko v naše aplikacije povežemo že obstoječe vsebine. Format je standardiziran, temelji pa na tehnologiji XML, ki je tako v informatiki kot tudi v gradbeništvu prisotna že dolgo. S pomočjo virov RSS lahko prenašamo informacije, podatke in vsebine med porazdeljenimi, precej raznovrstnimi viri, s posebnimi tehnikami pa je možna tudi izmenjava binarnih datotek. Nekaj težav povzročata široka paleta oblik zapisa (vendar se lahko tudi temu izognemo z uporabo namenskih programskih knjižnic) in varnost izmenjanih informacij. Oblika zapisa RSS je namreč v osnovi odprta in vidna vsem. Rešitve, ki dostop do virov omejujejo, tako niso standardne in uporabo zgolj otežujejo. Po drugi strani je uporaba spletnih orodij in storitev prek vmesnikov API udobna in lahko nadgradi uporabniško izkušnjo pri uporabi v poslovnem okolju. Dostop do vsebin je

običajno dovoljen samo avtenticiranim uporabnikom, ki do njih dostopajo, hkrati pa je odvisen od politike podjetja, ki storitev nudi.

Odsotnost poslovnega odnosa med ponudnikom in uporabnikom brezplačnih storitev je obenem največja ovira za uporabo v poslovnem okolju, saj je politika povsem odvisna od ponudnika, ki ne daje nobenih zagotovil. Tako se je med samo gradnjo prototipa zgodilo, da je storitev Facebook večkrat spremenila svojo politiko varovanja podatkov uporabnikov, zato smo jo v končni fazi nadomestili s storitvijo Twitter, kar nam je modularna zasnova tudi omogočala. Prav distribuirana modularna zasnova arhitekture informacijsko-komunikacijskega sistema odstopa od vzorcev, ki so se v raziskavah pojavljali doslej (na primer v okviru projektov InteliGrid in ISTforCE), saj ni vezana na nobeno temeljno tehnologijo in je povsem neodvisna od uporabljene infrastrukture.

Predlagana rešitev upošteva večino ključnih zahtev za inženirske informacijske sisteme v okviru VO (poglavje 4.1). Zlasti dobro odgovarja funkcionalnim in arhitekturnim zahtevam, nekoliko več vprašanj pa ostaja odprtih na področju tehničnih zahtev.

Varnost kljub uporabi protokola HTTPS in varnih zahtev SOAP ostaja težava. Člani VO lahko namreč za varnost izmenjanih podatkov skrbijo šele takrat, ko so podatki shranjeni na njihovih strežnikih, do takrat pa so odvisni od ponudnika storitve, ki jo uporabljajo. Zato se vprašanje varnosti v okviru socialnih omrežij in storitev za spletno druženje in spoznavanje prevede na vprašanje zaupanja. Uporaba tovrstnih sistemov je namreč v največji meri odvisna od posameznikov in organizacij, ki jih v okviru VO uporabljajo. V okolju, kjer organizacije ne delijo istih ciljev in kjer je stopnja medsebojnega zaupanja nizka, takšen sistem ne more funkcionirati.

#### **4.9.2 Predlagane izboljšave**

Preizkusi so pokazali, da je potencial vključitve predlaganega prototipnega sistema v socialno omrežje udeležencev posamezne VO velik. Njegova bistvena prednost je, da se v posameznikovo delovno okolje vključuje brez posebnega prilagajanja, kar pomeni, da delovni procesi ostajajo enaki, orodja in storitve, ki jih posamezniki uporabljajo, pa so dobro izkoriščeni.

Kljub temu bi bile potrebne izboljšave predvsem na področju formalne komunikacije med partnerji v VO. Osredotočiti bi se bilo treba zlasti na deljenje strukturiranih inženirskih podatkov. V tem kontekstu bi bilo treba reševati predvsem problem konsistence izmenjanih podatkov, ki v okviru trenutnega prototipa ni prisotna (oblika in vsebina izmenjanih podatkov se s časom ne spreminja), vendar bi se zaradi distribuirane arhitekture zagotovo pojavila.

#### **4.9.3 Analiza SWOT predlagane arhitekture informacijsko-komunikacijskega sistema**

Glavni namen analize je na jasn in natančen način predstaviti bistvene prednosti in slabosti v primerjavi z rešitvami, ki so že znane, ter priložnosti in nevarnosti, ki izhajajo tako iz okolja gradbene industrije kot iz tehnoloških omejitev predlaganih konceptov:

- **prednosti:**
  - modularna zasnova (možnost prilagajanja);
  - preprosta uporaba in nizka vstopna cena;
  - ni klasičnega razvoja (malo ali nič vzdrževanja);
  - podpora za neformalno komunikacijo;
  - prilagojenost obstoječim delovnim procesom;
  - spodbujanje navdušenosti končnih uporabnikov;
- **slabosti:**
  - uporaba odvisna od informacijsko-komunikacijske pismenosti in navdušenosti končnih uporabnikov;
  - odvisnost od zunanjih spletnih storitev (varnost);
  - ni podpore za strukturirane inženirske podatke;
  - neformalen sistem;
- **priložnosti:**
  - hitrejša izmenjava podatkov in informacij neposredno z mesta dogajanja;
  - dodatna raven hrambe podatkov porazdeljenih spletnih storitev;
  - uporaba s pomočjo sodobnih mobilnih naprav;
- **nevarnosti:**
  - pomanjkanje znanja in navdušenja pri starejših uporabnikih;
  - ni objektivnega načina merjenja koristi in prednosti takšnega sistema;
  - ni poslovnega odnosa s ponudniki spletnih storitev.

## 5 SKLEP

Uporaba obstoječih spletnih storitev v gradbeniškem poslovnem okolju 2.0 bi lahko pomembno vplivala na komunikacijski odnos med posameznimi člani VO. Potencial se kaže predvsem pri uporabi v malih in srednje velikih gradbenih podjetjih, ki sama po sebi niso sposobna velikih vložkov v namensko informacijsko-komunikacijsko infrastrukturo.

V predstavljeni disertaciji so bile raziskane možnosti za komunikacijo in sodelovanje v VO, ki sodelujejo v okviru gradbeniških projektov, s pomočjo informacijsko-komunikacijskih orodij in storitev spleta 2.0.

V teoretičnih izhodiščih smo se najprej opredelili do tega, kaj komunikacija sploh je. Vprašanje smo osvetlili z gradbeniškega in tudi sociološkega stališča, opredelili model komunikacije v gradbeništvu, raziskali vpliv organizacijske strukture na komunikacijo ter predstavili razliko v topologiji komunikacijskih povezav med tradicionalnim pristopom in informacijsko-komunikacijskim pristopom k sodelovanju. Izkazalo se je, da obstoječi informacijsko-komunikacijski sistemi neformalne komunikacije večinoma ne podpirajo.

Raziskovanje informacijsko-komunikacijskih tehnologij za komunikacijo in sodelovanje smo obravnavali z vidika trenutnih socialnih, tehnoloških in poslovnih trendov. Raziskali smo splet 2.0, pregledali ter obdelali temeljne trende in tehnologije, se opredelili do vpliva informacijskih tehnologij na produktivnost in prikazali slabosti uporabe IKT. Ugotovili smo, da je gradbeništvo industrija, ki je večino informacijsko-komunikacijskih orodij osvojila razmeroma zgodaj, v zadnjem času pa razvoju ne sledi več tako hitro. Obenem smo opozorili na posredno nevarnost zdrsa v tehnološki determinizem in ugodne vplive tehnološkega populizma na komunikacijske in sodelovalne navade. Nazadnje smo raziskali prednosti uporabe IKT in ovire pri njihovi vpeljavi v gradbeništvo.

V okviru teoretičnih izhodišč smo pregledali rezultate 49 evropskih projektov s področja inženirske komunikacije in sodelovanja. Ugotavljamo, da je večina projektov predlagala centraliziran informacijski sistem, in to kljub temu, da je komunikacija v tradicionalnih inženirskih poklicih, kot je na primer gradbeništvo, izrazito porazdeljena. To je predvsem



posledica poslovnih modelov in arhitekturnih zasnov iz obdobja pred pojavom spleta 2.0. Kljub temu smo ugotovili, da so se raziskovalci v okviru nekaterih projektov (ISTforCE, InteliGrid itd.) zavedali problemov takšne zasnove, vendar jim takratne tehnologije niso omogočale ustreznega pristopa k rešitvi. Z vidika uporabe tehnologij poslovnega okolja 2.0 veliko obetajo predvsem novejši projekti (CoVES, CoSpaces itd.), a pravih rezultatov v trenutku pisanja disertacije še ni. Predvidevamo, da bodo na industrijo programske opreme ter njihovo uporabo v domačem in poslovnem okolju v naslednjih letih vplivali predvsem štirje ključni dejavniki: storitveno usmerjena arhitektura (SOA), računalništvo v oblaku, poslovno okolje 2.0 in semantični splet.

Zaradi primerjave s podobnimi starejšimi raziskavami ter ocene vpliva tehnološkega populizma na strokovne delavce v gradbeništvu smo izvedli raziskavo, ki je pokazala, da zaposleni v gradbeni industriji, zajeti v raziskavi, v domačem okolju sledijo novostim na področju spleta 2.0, spletnih socialnih omrežij in storitev za spletno druženje in spoznavanje, ki jih delno tudi že prenašajo v delovno okolje. Izkazalo se je, da so ovire za širšo uporabo IKT še vedno predvsem v vztrajanju pri starem načinu dela, precej manj pa zaposlene skrbi varnost izmenjanih informacij. Rezultate smo primerjali s podobnimi raziskavami ter kljub časovni oddaljenosti in nereprezentativni metodi izbire vzorca ugotovili precej dobro ujemanje.

V zadnjem delu disertacije smo na podlagi teoretičnih izhodišč in rezultatov raziskave rabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v slovenski gradbeni industriji zasnovali arhitekturo neformalnega in porazdeljenega informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje. Ugotovili smo, da večnivojska modularna arhitektura omogoča hitro prilagajanje novim okoliščinam in problemom v dinamični VO, vendar storitve spleta 2.0 trenutno nudijo zgolj rešitve za medosebno komunikacijo in komunikacijo med skupinami, ne pa za komunikacijo na ravni strukturiranih inženirskih podatkov. Dodatna težava je varnost izmenjanih podatkov, saj se pretakajo znotraj računalniških oblakov in med njimi, kjer nimamo pregleda nad njihovo potjo.

## 5.1 Povzetek bistvenih prispevkov

- Podrobno so bili razdelani komunikacija, vrste komunikacije in komunikacijski modeli, predstavljen pa je bil tehnološki razvoj medijev in topologije komunikacijskih povezav. Splošne ugotovitve smo nadgradili z rezultati o komunikaciji in sodelovanju v gradbeništvu. Preučili smo značilnosti komunikacije v gradbeni industriji ter opredelili ključne ovire za učinkovito komuniciranje.
- Opredelili smo odnos med informacijsko-komunikacijskimi tehnologijami in produktivnostjo ter opozorili na paradoks produktivnosti.
- Opredelili in preučili smo sodobne socialne, poslovne in tehnološke standarde, trende in tehnologije, katerih upoštevanje narekuje hitro razvijajoče poslovno okolje 2.0, ter predstavili njihove prednosti.
- Raziskali smo zgodovinski razvoj uporabe IKT v gradbeništvu, pripravili pregled evropskih projektov s področja inženirskega sodelovanja ter predstavili razlike med tradicionalno komunikacijo in komunikacijo z IKT v gradbeništvu. Poleg tega smo predstavili tudi prednosti uporabe in ovire pri uporabi IKT v gradbeništvu ter opozorili na nevarnosti zdrsa v tehnološki determinizem.
- Preučili smo značilnosti VO v gradbeništvu in ugotovili ključne zahteve informacijsko-komunikacijske infrastrukture za komunikacijo in sodelovanje v takšni VO.
- Z raziskavo smo preverili vpliv popularizacije spleta, spletnih storitev, tehnologij in mobilnih naprav na zaposlene v slovenskih gradbenih podjetjih, rezultate pa smo primerjali s podobnimi raziskavami, opravljenimi v Sloveniji, Evropi in drugod po svetu. Na ta način smo ocenili stopnjo tehnološkega populizma med strokovnimi delavci v slovenski gradbeni industriji.
- Zasnovali smo večnivojsko arhitekturo porazdeljenega neformalnega informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje med strokovnjaki v gradbeniških VO. Pri tem smo upoštevali smernice za vzpostavitev poslovnega okolja 2.0.
- Na zasnovani arhitekturi smo z uporabo tehnologij in storitev spleta 2.0 zgradili prototip, s katerim smo preverili predlagane koncepte ter posredno potrdili delovno hipotezo.

## 5.2 Nadaljnje delo

Ključnega pomena za uspešnost gradbeniške organizacije in uspeh gradbeniških projektov je poznavanje lastnosti komunikacijske interakcije med sodelujočimi. Gre za zapleten sociološki proces, ki se mu raziskovalna sfera ne posveča dovolj, skladno z razvojem sodobnih spletnih tehnologij in spremembami v informacijski družbi pa postaja še pomembnejši.

V prihodnosti bi bilo ključno prototip, katerega funkcionalnost je trenutno razmeroma omejena, preizkusiti v dejanskem okolju VO (načrtuje se preizkus v okviru manjšega projekta). Sistem potrebuje dodaten razvoj, predvsem na področju dodajanja novih funkcionalnosti v skladu s pojavljajočimi se potrebami. Problem, ki se pojavlja, je povezan z metodologijo ocenjevanja dodane vrednosti takšnega informacijsko-komunikacijskega sistema, ki je v vseh informacijskih sistemih, zlasti pri neformalnih, izjemno zapletena.

Za gradbeno industrijo bo v prihodnosti ključnega pomena spremljati raziskave s področja tehnološkega populizma in dognanja prenašati tudi med svoje strokovne delavce. Posebno zanimive spremembe za grajeno okolje se obetajo na področju mobilnega računalništva, ki je v zadnjih letih nekoliko zamrlo, s konvergenco računalnika in mobilnega telefona, tehnološkim razvojem (manjšanje zunanjih dimenzij, večanje pomnilniške kapacitete, izboljšave na področju velikosti in ločljivosti zaslonov) ter penetracijo med prebivalstvom pa zopet pridobiva na veljavi. Področje bo zlasti zanimivo za mlade, ki bodo sčasoma prevzeli ključne položaje v gradbeniških organizacijah.

Nadaljnje delo je potrebno tudi na področju informacijsko-komunikacijske infrastrukture. Pomembno bo spremljati razvoj računalništva v oblaku, katerega model prav v tem trenutku prevzema večina za gradbeništvo ključnih ponudnikov paketov programske opreme. Spremembe bi lahko pomembno vplivale na organiziranost gradbeniških podjetij, finančno konstrukcijo strateških investicij ter evolucijo tradicionalnih poslovnih modelov, ki so v veljavi že desetletja.

## 6 POVZETEK

Doktorska disertacija obravnava možnosti za komunikacijo in sodelovanje v virtualnih organizacijah s pomočjo informacijsko-komunikacijskih orodij in storitev spleta 2.0. Za industrijo, ki se ukvarja z grajenim okoljem, so značilna mala in srednje velika podjetja, ki se hitro spreminjajo, so porazdeljena, zaznamujejo pa jih tudi različno strukturirani podatki ter neenake programske rešitve. V takšnem okolju konkurenčno sposobnost določa informacijsko-komunikacijska infrastruktura, na kateri temeljijo tako prednosti kot slabosti razširjene (virtualne) organizacije. Virtualne organizacije potrebujejo orodja ter infrastrukturo za koordinacijo in sodelovanje geografsko razpršenih delovnih skupin, ki krepijo zaupanje in socialno vključenost. Informacijsko-komunikacijske tehnologije danes povezujejo vse vrste aktivnosti v gradbenih projektih tako v procesu načrtovanja kot v procesu gradnje in vzdrževanja.

V zadnjem desetletju se je velika večina delovne sile (iz raziskovalne sfere in industrije) priučila uporabe interneta in spletnih tehnologij. Spletna orodja so prisotna v vsakdanjem življenju večine ljudi, saj so prosto dostopna, obenem pa vsak trenutek nudijo želeno funkcionalnost s pomočjo preprostih, intuitivnih, samoopisnih in k uporabniku usmerjenih vmesnikov, ki vedno delujejo. Za razliko od kompleksnih informacijsko-komunikacijskih sistemov se uveljavljajo preproste, vendar učinkovite storitve sodobnega spleta, imenovanega tudi splet 2.0. Splet 2.0 predstavlja drugo generacijo svetovnega spleta, zanj pa je značilen prehod od klasičnih statičnih spletnih strani k dinamičnim spletnim stranem, deljenju vsebine in socialnemu mreženju ter posledično strmemu naraščanju priljubljenosti pri končnih uporabnikih. Delo zagovarja tezo, da so storitve spleta 2.0 dobra osnova za učinkovito komunikacijo in sodelovanje, vendar na nekaterih področjih zahtevajo dodaten razvoj.

Vprašanje komunikacije osvetljujemo z gradbeniškega in tudi sociološkega stališča. Predstavljamo Thompsonov in McHughov model komunikacijskega procesa v gradbeništvu, ki za razliko od tradicionalnih modelov upošteva pomen zunanjih dejavnikov okolja na komunikacijo. Prav tako raziskujemo vpliv organizacijske strukture na komunikacijo ter predstavljamo razliko v topologiji komunikacijskih povezav med tradicionalnim pristopom in informacijsko-komunikacijskim pristopom k sodelovanju. Ob prehodu iz tradicionalne

komunikacije in sodelovanja v z IKT podprto komunikacijo in sodelovanje v gradbeništvu se je namreč spremenil način interakcije med udeleženci. Tako se je topologija iz polno povezane, kjer je lahko vsak udeleženec neposredno komuniciral z vsakim, s pomočjo informacijsko-komunikacijskih orodij spremenila v zvezdasto, kjer udeleženci skoraj vedno komunicirajo prek posrednika.

Zaradi vpliva informacijsko-komunikacijskih tehnologij na komunikacijo in sodelovanje ugotavljamo povezavo med IKT in produktivnostjo. Zanimivo je, da še danes ni povsem znano, kakšen je dejanski vpliv informacijskih tehnologij (vzrok gre iskati predvsem v paradoksu produktivnosti). Velja zgolj pavšalna ocena, da vpliv obstaja in je izrazito pozitiven. Zaradi ugodnih vplivov tehnološkega populizma na komunikacijske in sodelovalne navade predstavljamo problem zdrsa v tehnološki determinizem ter prikažemo prednosti uporabe IKT in ovire pri njihovi vpeljavi v gradbeništvu.

Čeprav IKT nudijo veliko možnosti na področju komunikacije, sodelovanja ter upravljanja in je gradbena industrija informacijsko in komunikacijsko precej zahtevna, še vedno zaostaja pri uvajanju novih produktov, procesov in tehnologij. Ključno vlogo pri tem ima »fenomen enkratnosti«. Prednosti uporabe IKT se kljub temu kažejo na strateškem in operativnem področju. Ugotovljamo, da obstoječi informacijsko-komunikacijski sistemi neformalne komunikacije večinoma ne podpirajo, zato raziskujemo trenutne socialne, tehnološke in poslovne trende na področju informacijsko-komunikacijskih tehnologij za komunikacijo in sodelovanje.

Predvideva se, da bodo na industrijo programske opreme ter njihovo uporabo v domačem in poslovnem okolju v naslednjih letih vplivali predvsem štirje ključni dejavniki: storitveno usmerjena arhitektura (SOA), računalništvo v oblaku, poslovno okolje 2.0 in semantični splet. Socialna omrežja in z njimi povezane tehnologije postajajo prednostna izbira za komuniciranje in sodelovanje med prijatelji in družinskimi člani ter tudi sodelavci, poslovnimi partnerji, strankami, podjetji in organizacijami. Zaposleni, večši digitalnih opravil, tudi v svojem poslovnem okolju pričakujejo enake (preproste, učinkovite, splet 2.0) metode in orodja za komuniciranje, saj so ta prav s pojavom socialnih omrežij prvič omogočila uporabno ter preprosto tehnološko podprto komunikacijo in sodelovanje, dostopno

širšim množicam. Naraščanje priljubljenosti digitalnih računalniških okolij za ustvarjanje, deljenje in filtriranje informacij na internetu kot posledico nezadovoljstva nad zastarelimi tehnologijami v poslovnem okolju združuje krovni pojem poslovno okolje 2.0. Poslovno okolje 2.0 združuje tehnologije in računalniška okolja spleta 2.0, ki jih lahko strokovni delavci, katerih primarna naloga je ustvarjanje ter uporaba znanja in informacij, pri svojem delu uporabljajo.

Kljub temu, da je uporaba IKT med podjetji v industriji, ki oblikuje grajeno okolje, pregovorno nizka, je raziskav, ki bi to empirično dokazale, izjemno malo. V slovenskem gradbenem sektorju je bila po zbranih podatkih opravljena zgolj ena z raziskavo podkrepljena analiza uporabe IKT (v letih 2003–2004 v okviru evropskega projekta prodAEC). Zaradi primerjave z omenjeno raziskavo in podobnimi raziskavami ter zaradi ocene vpliva tehnološkega populizma na strokovne delavce v gradbeništvu smo v okviru disertacije izvedli kvantitativno raziskavo s pomočjo elektronskega vprašalnika. Rezultati kažejo, da so znaki tehnološkega populizma prisotni tudi med zaposlenimi v slovenski gradbeni industriji, vendar primerjava z rezultati analize uporabe iz leta 2004 kaže, da se kljub boljši infrastrukturi in večji ozaveščenosti uporabnikov uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij v poslovnem gradbenem okolju ni bistveno spremenila. Med prednostmi uporabe IKT v gradbeništvu respondenti na prvo mesto postavljajo hitrejši dostop do informacij, pri čemer kot glavno oviro za širšo uporabo IKT še vedno izpostavljajo predvsem vztrajanje pri starem načinu dela. Primerjava s podobnimi tujimi raziskavami kaže, da slovenski gradbeni sektor po uporabi informacijsko-komunikacijskih tehnologij ne zaostaja za sektorjem v tujini.

V zadnjem delu disertacije na podlagi teoretičnih izhodišč in rezultatov raziskave rabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v slovenski gradbeni industriji zasujemo arhitekturo neformalnega in porazdeljenega informacijsko-komunikacijskega sistema za komunikacijo in sodelovanje.

Zasnovana arhitektura je podlaga za zgrajeni prototip, s katerim preverjamo predlagane koncepte. Demonstracijski prototip, ki temelji na tehnologijah in storitvah spleta 2.0, posredno potrjuje delovno hipotezo. Pri zasnovi in implementaciji sistema upoštevamo značilnosti in ključne karakteristike virtualnih organizacij v gradbeništvu.

Sistem zasnujemo kot porazdeljeni informacijski sistem za podporo dela v skupini kot odgovor na ad-hoc informacijske in komunikacijske potrebe. Porazdeljena zasnova je izbrana zato, ker modularnost bolj ustreza tipologiji komunikacijskih povezav kot v primeru centraliziranega sistema. Ker nima trdne strukture, urejenega procesa ter vnaprej določenih oziroma predpisanih podatkov, je zasnovan kot neformalni informacijski sistem. Osnovna arhitektura sistema je večnivojska v tipičnem načinu »odjemalec-strežnik«. Zanj sta značilni prilagodljivost in modularnost, saj omogočata skorajda poljubni razvoj, spreminjanje in spajanje, česar posledica je arhitektura, ki zadovolji zahteve tako razvijalca kot končnega uporabnika.

Prototipni sistem predstavlja centralno točko dostopa do podatkov porazdeljenih heterogenih (spletnih) storitev. Posamezni deli porazdeljenega dela prototipnega sistema so šibko povezani, komunikacija pa poteka prek različnih protokolov (HTTP, POP3 in SOAP). Čeprav prototip prevzema nekatere lastnosti centraliziranih sistemov, je popolnoma decentraliziran in predstavlja zgolj eno vozlišče v polno povezani topologiji povezav med končnimi uporabniki. Komponente za dostop do decentraliziranih storitev so šibko povezane, izmenjana sporočila pa se pojavljajo v več oblikah (XML, JSON ali golo besedilo). Komunikacija med uporabniki posameznih storitev na strani ponudnika storitve ostane popolnoma nespremenjena. Preizkusi kažejo, da je potencial vključitve predlaganega prototipnega sistema v socialno omrežje udeležencev posamezne VO velik. Njegova bistvena prednost je, da se v posameznikovo delovno okolje vključuje brez posebnega prilagajanja, kar pomeni, da delovni procesi ostajajo enaki, orodja in storitve, ki jih posamezniki uporabljajo, pa so dobro izkoriščeni.

## 7 SUMMARY

This PhD dissertation discusses various possibilities for communication and collaboration in virtual organizations with the help of ICT tools and Web 2.0 services. Distributed small and medium enterprises (SME), which are typical for the AEC industry, are changing fast and are characterised by various structured data and software solutions. In such environment the competitiveness is based on the information and communication infrastructure which is also responsible for advantages and disadvantages of the extended (virtual) organization. Virtual organizations require tools and infrastructure for coordination and collaboration among geographically dispersed working groups. Currently, information and communication technologies connect all activities and phases in the AEC projects.

In the last decade most of the workforce started using Internet and Internet technologies. At present web tools are used in everyday tasks, they are available free of charge and they offer the desired functionalities through simple, intuitive, self descriptive and user-oriented interfaces that always work. Unlike the complex information and communication systems, modern tools are oriented towards simple and effective solutions called Web 2.0. Web 2.0 represents the second generation of the World Wide Web and is characterised by the move from the classical static web pages to dynamic web services, data sharing and social networking. That is why it has quickly gained its popularity among end users. The dissertation defends the thesis that Web 2.0 services present the appropriate grounds for an efficient communication and collaboration, but they still require additional development in some fields.

The thesis enlightens the problem of communication from the viewpoint of civil engineering and sociology. Thompson & McHugh's model of interaction process in the AEC is presented. Unlike traditional models (liner and interactive) Thompson and McHugh take into consideration the impact of external (environmental) factors on the communication process. The influence of organizational hierarchy as well as the difference in the topology of the traditional and ICT supported communication is presented. The reason for this is the transformation of the method of interaction between participants in the interaction process because the topology has evolved from the fully connected topology (where participants have



the option to communicate with each other directly) to the star-shaped topology (where participants always communicate through the intermediary).

Because of the impact of information and communication technologies on communication and collaboration, the connection between the ICT and productivity was investigated. Results show that the actual influence of the ICT remains unknown, mostly due to the productivity paradox, although one can claim there is an impact and that it is positive. On the basis of the beneficial impact of technological populism on information and communication habits the problem of technological determinism is outlined and the benefits of the ICT usage and barriers for the ICT adoption in the AEC is presented.

Despite the numerous possibilities of the ICT in the fields of communication, collaboration and management and the information intensive nature of the AEC industry, there is still a wide gap between theory and practice in introducing new products, processes and technologies, mostly due to one-of-a-kind nature of the industry. Nevertheless, benefits of the ICT usage can be seen on the strategic as well as operational field. It is shown that the existing ICT systems generally do not support the informal communication. Therefore the existing social, technological and business trends in the field of information and communication technologies for collaboration are investigated.

It is expected that the key factors that will affect the software industry in the subsequent years are the following: service-oriented architecture (SOA), cloud computing, Enterprise 2.0 and semantic web. Social networks together with the associated technologies are becoming a priority choice for communication and collaboration not only between friends and family but also between co-workers, business partners, clients, companies and enterprises. Technology-aware employees today expect simple, intuitive, Web 2.0 methods and tools for communication and social networking that they use at home to be incorporated in their business environment since these tools have enabled for the first time a practical and simple technologically supported and widely accessible communication and collaboration. The popularity of the emerging digital environments for the creation, sharing and filtering of the information on the Internet as the consequence of the outdated technologies currently used in business environments is summarised under the keyword Enterprise 2.0.

Enterprise 2.0 connects technologies and computer environments of the Web 2.0 that can be used by the knowledge workers in their everyday tasks.

Despite the AEC being notoriously known for the poor adoption of the ICT, the number of surveys supporting this statement is relatively small. According to the collected data, only one survey on the ICT usage in the Slovene AEC industry was conducted (in the years 2003–2004 in the context of the European project prodAEC). Because of the comparison with the existing surveys and the assessment of the impact of technological populism on knowledge workers in civil engineering, we have carried out a survey focused on our research agenda. The results indicate that the signs of technological populism are present. However, the comparison with the pre-existing results shows a minor improvement of the ICT usage in the AEC business environment despite significantly improved infrastructure and higher technological awareness of the employees. According to the respondents, the faster access to information is one of the key benefits of the ICT usage in the AEC. Meanwhile, the main barrier remains the common attitude suggesting that the old ways of performing tasks have worked well throughout the years and changes are not necessary. Further comparisons result in the conclusion that the Slovene AEC industry copes well with the ICT in comparison to the results of surveys that have been conducted in other countries.

The final section presents the architecture of informal and distributed ICT system for collaboration which is based on the theoretic grounds and the results obtained from the survey on the ICT usage in the Slovene construction industry. The designed architecture is the outline for the developed prototype and consequently for the verification of the work hypothesis. The design as well as the implementation follow most of the key characteristics of the virtual organizations in the AEC.

The system is designed as a distributed information system for team collaboration as an answer to the ad-hoc information and communication demands because its modularity fits better to the topology of the communication paths than in the case of the centralised system. The lack of the solid structure, well regulated process and pre-set data results in the informal information system. The basic system follows a typical n-tier, client-server architecture the main advantages of which being flexibility and modularity. Such architecture enables

flexibility, modularity, open development, modulation and integration, and that is why it is suitable for both the developer and the end user.

The prototype system presents a central point of access to the distributed data of the distributed heterogeneous (Web) services. The individual parts of the system are loosely coupled while the communication is realised through various communication protocols (HTTP, POP3 & SOAP). Despite the fact that the developed prototype follows some of the characteristics of the centralised systems, it is mostly decentralised and represents a single node in the fully interconnected topology of the communication paths among end-users. Decentralised system components are loosely coupled and communicate via messages in different formats (XML, JSON, plain text). The communication between users using services managed by service providers remains intact. The preliminary tests show a considerable potential for the integration of the introduced prototype into the social network of the VO users. Its main advantage is the ability of integration into the working environment without specific adaptation. This results in the unaltered working tools, processes and services as well as high labour utilisation.

## VIRI

### Uporabljeni viri

Alesso, H.P. in Smith, C.F. 2006. Thinking on the Web: Berners-Lee, Gödel and Turing. Hoboken, New Jersey, ZDA, Wiley-Interscience: 290 str.

Atkinson R.D. & McKay A.S. 2007. Digital prosperity - Understanding the economic benefits of the information technology revolution, <http://www.itif.org/index.php?id=34> (3. 11. 2009).

Barnatt, C. 1995. Office space, cyberspace & virtual organization. Journal of General Management 20, 4: 78–91, <http://www.nottingham.ac.uk/cyber/jgm-cy.htm> (15. 1. 2010).

Becerik, B. 2004. A review on past, present and future of web based project management & collaboration tools and their adoption by the US AEC industry. International Journal of IT in Architecture, Engineering and Construction 2, 3: 233–248.

Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lassila, O. 2001. The semantic web: A new form of web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. Scientific American 284, 5: 34–43.

Bowden, S.L. 2005. Application of mobile IT in construction. Doktorska disertacija. Loughborough, Loughborough University, Centre for Innovative and Collaborative Engineering (CICE): 171 str.

Bregar, L. 2004. Produktivnost dela. Študijsko gradivo, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, [http://www.ef.uni-lj.si/predmeti/statzt/mag/gradiva/Bregar\\_predavanja/Produktivnost%20dela\\_mag\\_04.doc](http://www.ef.uni-lj.si/predmeti/statzt/mag/gradiva/Bregar_predavanja/Produktivnost%20dela_mag_04.doc) (4. 11. 2009).

Bruegge, B. in Dutoit, A.H. 2000. Object-Oriented Software Engineering: Conquering Complex and Changing Systems. New Jersey, ZDA, Prentice Hall International: 553 str.

Brynjolfsson, E. & Hitt, L. M. 1998. Beyond the Productivity Paradox: Computers are the Catalyst for Bigger Changes, Communications of the ACM 41, 8: 49–55.

Brynjolfsson, E. in Yang, S. 1996. Information Technology and Productivity: A Review of the Literature. Advances in Computers (Academic Press) 43: 179–214.

Buytendijk, F., Cripe, B., Henson, R. in Pulverman, K. 2008. Business Management in the Age of Enterprise 2.0: Why Business Model 1.0 Will Obsolete You. Oracle Corporation,  
[http://www.oracle.com/solutions/business\\_intelligence/docs/epm-enterprise20-whitepaper.pdf](http://www.oracle.com/solutions/business_intelligence/docs/epm-enterprise20-whitepaper.pdf) (17. 12. 2009).

Camarinha-Matos, L.M., Afsarmanesh, H. in Lima, C. 1999. Hierarchical coordination in Virtual Enterprise infrastructures. Journal of Intelligent and Robotic Systems 26, 3-4: 267–287.

CCUCDG, 2009a. Cloud computing use cases. A white paper, Draft 3, 20. 7. 2009,  
[http://cloud-computing-use-cases.googlegroups.com/web/Whitepaper\\_Draft\\_3.pdf](http://cloud-computing-use-cases.googlegroups.com/web/Whitepaper_Draft_3.pdf) (15. 12. 2009).

CCUCDG, 2009b. Cloud computing use cases. A white paper, Version 2.0, 30. 10. 2009,  
[http://cloud-computing-use-cases.googlegroups.com/web/Cloud\\_Computing\\_Use\\_Cases\\_Whitepaper-2\\_0.pdf](http://cloud-computing-use-cases.googlegroups.com/web/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-2_0.pdf)  
(15. 12. 2009).

Cerovšek, T. 2002. Distribuirana računalniško integrirana gradnja pri pogojih necelovitosti. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 308 str.

Chandler, D. 1995. Technological or Media Determinism,  
<http://www.aber.ac.uk/media/Documents/tecdet/tecdet.html> (25. 8. 2009).

Chui, M., Miller, A., Roberts, R.P. 2009. Six ways to make Web 2.0 work. Business technology, The McKinsey Quarterly, <http://www.tmf.no/wp-content/uploads/Sixwaystomakewebwork.pdf> (24. 5. 2010)

CMS 2008. Selecting a development approach. Centers for medicare & medicaid services,  
<http://www.cms.hhs.gov/SystemLifecycleFramework/Downloads/SelectingDevelopmentApproach.pdf>  
(8. 3. 2010).

Coleman, D. 1998. A Use Case Template: draft for discussion. Hewlett-Packard Software Initiative,  
<http://www.docstoc.com/docs/2636868/A-Use-Case-Template> (12. 3. 2010).

Cook, N. 2008. Enterprise 2.0 : How social software will change the future of work. Social media and social software (del 1), London, Gower Publishing Ltd: 1–33.

Dainty, A., Moore, D. in Murray, M. 2006. Communication in Construction: Theory and practice. London, VB, Taylor & Francis: 263 str.

Dale, S. 2009. Discovering the value of social networks and communities of practice. Communities and collaboration (Steve Dale blog), objavljeno: 30. 9. 2009, <http://steve-dale.net/2009/12/30/discovering-the-value-of-social-networks-and-communities-of-practice/> (11. 1. 2010).

Dolenc, M., Katranuschkov P., Gehre A., Kurowski K., Turk Ž. 2007. The InteliGrid platform for virtual organisations interoperability. ITcon - J. inf. tech. constr. 12: 459–477, <http://www.itcon.org/2007/30> (15. 1. 2010).

Dolenc, M., Klinc, R., Turk, Ž. 2007. InteliGrid - Semantična grid tehnologija za podporo inženirskim virtualnim organizacijam = InteliGrid - Semantic grid technology in support of engineering virtual organisations. Gradb. vestnik 56, 11: 297–304.

Dolenc, M., Klinc, R., Turk, Ž., Katranuschkov, P., Kurowski, K. 2008. Semantic Grid Platform in Support of Engineering Virtual Organisations. Informatica 32, 1: 39–50, [http://www.informatica.si/PDF/32-1/13\\_Dolenc-Semantic%20Grid%20Platform%20in%20Support%20of...pdf](http://www.informatica.si/PDF/32-1/13_Dolenc-Semantic%20Grid%20Platform%20in%20Support%20of...pdf) (16. 2. 2010).

Easynet, 2008. Outlook cloudy as SMBs not ready for hosted apps, A study of UK Small and Medium sized Business' readiness for cloud computing and Software as a Service (SaaS), Easynet connect.

Emmit, S. in Gorse, C. 2003. Construction Communication. VB, Blackwell Publishing Ltd., 212 str.

Emmit, S. in Gorse, C. 2007. Communication in construction teams. ZDA, Taylor & Francis, 298 str.

Feigenbaum, L., Herman, I., Hongsermeier, T., Neumann, E., in Stephen, S. 2007. The Semantic Web in Action. Scientific American 297, 6: 90–96.

Flanagan, R. 2004. The future forces of change for the construction sector - a global perspective. V: Dikbas, A. (ur.), Scherer, R. (ur.). ECPPM 2004 eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction, Nizozemska, A.A. Balkema Publishers: 3–10.

Florjančič, N. 2006. Komunikacijski priročnik kot orodje za izboljšanje komunikacije v podjetju SAOP. Specialistično delo, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 65 str.

Forrester, 2008. Enabling the future of collaboration. A commissioned study conducted by Forrester Consulting on behalf of Adobe, Forrester Consulting, december 2008.

Froese, T. in Han, Z. 2009. Project information management and complexity in the construction industry. V: Dikbas, A. (ur.), Ergen, E. (ur.), Giritli, H. (ur.). *Managing IT in construction / Managing construction for tomorrow – Keynote papers*, London, VB, Taylor & Francis Group: 1–10.

Fuller, D., Achtermann, D., McLeod, C. 2009. High-Tech Tools for the Library Media Center: The Future from a Low-tech Point of View. *ZDA, Springer US, Educational Media and Technology Yearbook 34*: 189–197

Garret, J.J., 2005. Ajax: A new approach to web applications. Adaptive path essay, objavljeno: 18. 2. 2005, <http://www.adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php> (9. 12.2009).

Gartner 2008. Gartner Highlights Key Predictions for IT Organisations and Users in 2008 and Beyond. Gartner Newsroom, objavljeno: 31. 1. 2008, <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=593207> (17. 8. 2009).

Goh, B.H. 2005. IT barometer 2003: survey of the Singapore construction industry and a comparison of results. *ITcon - J. inf. tech. constr.* 10: 1–13, <http://www.itcon.org/2005/1> (25. 1. 2010).

Goh, B.H. 2006. Creating intelligent enterprises in the Singapore construction industry to support a knowledge economy. *Building and environment* 41, 3: str. 367–379.

Gradišar, M. in Resinovič, G. 1993. *Osnove informatike (učbenik, 1. izdaja)*. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Enota za založništvo: 334 str.

Gradišar, M. in Resinovič, G. 2001. *Informatika v poslovnem okolju (učbenik, 3. dopolnjena izdaja)*. Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Enota za založništvo: 508 str.

Griffen, E. 2006. *Mapping the Territory (Seven traditions in the field of communication theory)*. V: Griffen, E. *A first look at communication theory*. 6. izdaja, Boston, ZDA, McGraw Hill: 21–36.

Groznik, A. in Kovačič, A. 2003. Do IT Investments Have a Real Business Value? *Uporabna informatika* 11, 4: 180–188.

Guevara, J.M. in Boyer, T. 1981. Communication problems within construction. *Journal of the Construction Division, American Society of Civil Engineers* 107, 4: 551–557.

Hannus, M. in Silen, P. 2002. Islands of Automation, <http://cic.vtt.fi/hannus/islands/> (12. 8. 2009).

Haralambos, M. in Holborn, M. 1995. Metodologija. V: Sociologija – teme in perspektive. Interno gradivo, prevedla: Aleš-Luznar, H. in Koltaj, P., strokovni pregled: Mežnarič, S., Metode sociološko kulturološkega raziskovanja, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za sociologijo.

Hartman, T. in Beck, L. 2009. Defining the business value of cloud computing. Avanade Point of View, [http://www.avanade.be/\\_uploaded/pdf/thoughtleadership/cloudpovfinalrevised090909874764.pdf](http://www.avanade.be/_uploaded/pdf/thoughtleadership/cloudpovfinalrevised090909874764.pdf) (24. 5. 2010)

Hinchcliffe, D. 2006. Enable richer business outcomes: Free your intranet with Web 2.0. ZDnet.com, objavljeno: 26. 7. 2009, <http://blogs.zdnet.com/Hinchcliffe/?p=57> (17. 12. 2009).

Howard, R., Kiviniemi, A. in Samuelson, O. 1998. Surveys of IT in the Construction Industry and Experience of the IT Barometer in Scandinavia. ITcon - J. inf. tech. constr. 3: 47–59, <http://www.itcon.org/1998/4> (25. 1. 2010).

Howard, R., Kiviniemi, A. in Samuelson, O. 2002. The latest developments in communications and e-commerce – IT barometer in 3 nordic countries. V: Agger, K. (ur.), Christiansson, P. (ur.), Howard, B. (ur.). Proceedings of the CIB W78 conference 2002, [http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?\\_id=w78-2002-7](http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?_id=w78-2002-7) (29. 1. 2010).

InteliGrid, 2006. InteliGrid : interoperability of virtual organizations on a complex semantic grid, D11.2 - State of the art and market watch report. Ljubljana, University of Ljubljana: InteliGrid Consortium.

Iskold, A. 2007a. Semantic Web: Difficulties with the Classic Approach. ReadWriteWeb, objavljeno: 19.9.2007, [http://www.readriteweb.com/archives/semantic\\_web\\_difficulties\\_with\\_classic\\_approach.php](http://www.readriteweb.com/archives/semantic_web_difficulties_with_classic_approach.php) (4. 1. 2010).

Iskold, A. 2007b. Top-Down: A New Approach to the Semantic Web. ReadWriteWeb, objavljeno: 20. 9. 2007, [http://www.readriteweb.com/archives/the\\_top-down\\_semantic\\_web.php](http://www.readriteweb.com/archives/the_top-down_semantic_web.php) (4. 1. 2010) .

Iskold, A. 2008. Semantic Web Patterns: A Guide to Semantic Technologies. ReadWriteWeb, objavljeno: 25. 3. 2008, [http://www.readriteweb.com/archives/semantic\\_web\\_patterns.php](http://www.readriteweb.com/archives/semantic_web_patterns.php) (4. 1. 2010).

Issa, R. R. A., Flood, I., Caglasin, G. 2003. A survey of e-business implementation in the US construction industry. ITcon - J. inf. tech. constr. 8: 15–28, <http://www.itcon.org/2003/2> (25. 1. 2010).

Jewell, H. 2007. The Future of the Web – 7 Reasons to Become Web 2.0 Compatible. EzineArticles, <http://ezinearticles.com/?The-Future-of-the-Web---7-Reasons-to-Become-Web-2.0-Compatible&id=778096> (7. 12.2009).



- Jurič, M.B. 2003. Storitvene arhitekture, ki temeljijo na modelih. Objektna tehnologija v Sloveniji – OTS'2003, [http://lisa.uni-mb.si/~juric/SOA\\_MDA.pdf](http://lisa.uni-mb.si/~juric/SOA_MDA.pdf) (14. 12. 2009).
- Jurič, M.B. 2005. Storitvena arhitektura (SOA) - zgolj kompozicija spletnih storitev? Objektna tehnologija v Sloveniji OTS'2005, [http://lisa.uni-mb.si/~juric/SOA\\_ss.pdf](http://lisa.uni-mb.si/~juric/SOA_ss.pdf) (14. 12. 2009).
- Jurič, M.B. 2007. Storitveno usmerjena arhitektura. V: Informacijske tehnologije za najzahtevnejše uporabnike, infosrc.si 2007, 49: 14–20, [http://www.src.si/library\\_si/pdf/infosrc/2007-49/InfoSRC.SI-2007-49.pdf](http://www.src.si/library_si/pdf/infosrc/2007-49/InfoSRC.SI-2007-49.pdf) (14. 12. 2009).
- Kalay, Y.E. 1999. The Future of CAAD: From Computer-aided Design to Computer-aided Collaboration. V: Eastman, C.M. (ur.), Augenbroe, G. (ur.). Proceedings of the Eighth International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures: 14–30.
- Katranuschkov, P., Scherer, R. and Turk, Ž. 2001. Intelligent services and tools for concurrent engineering – An approach towards the next generation of collaboration platforms. ITcon - J. inf. tech. constr. 6, Special Issue Information and Communication Technology Advances in the European Construction Industry: 111–128, <http://www.itcon.org/2001/9> (16. 2. 2010).
- Kazi, A. S., Hannus, M., Laitinen, J. in Nummelin, O. 2001. Distributed engineering in construction: findings from the IMS GLOBEMEN project. ITcon - J. inf. tech. constr. 6: 129–148, <http://www.itcon.org/2001/10> (12. 2. 2010).
- Kazi, A. in Charoenngam, C. 2003. Facilitating inter-enterprise information exchange in one-of-a-kind settings, ITcon - J. inf. tech. constr. 8, Special Issue eWork and eBusiness: 319–340, <http://www.itcon.org/2003/24> (15. 1. 2010).
- Kempiners, J. in Beck, L. 2007. Service–Oriented Architecture. Avande Point of View, [http://www.avande.com/\\_n\\_/uploaded/pdf/thoughtleadership/soapovsept07460866.pdf](http://www.avande.com/_n_/uploaded/pdf/thoughtleadership/soapovsept07460866.pdf) (24. 5. 2010)
- Klinc, R., Dolenc, M. in Turk, Ž. 2009. Engineering collaboration 2.0: requirements and expectations. ITcon - J. inf. tech. constr. 14: 473–488, <http://www.itcon.org/2009/31> (19. 1. 2010).
- Komisija Evropskih skupnosti, 2007. i2010 – Letno poročilo o informacijski družbi za leto 2007. Sporočilo komisije evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij, Bruselj: 11 str., <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0146:FIN:SL:PDF> (7. 12.2009).

Komisija Evropskih skupnosti, 2008a. Unleashing the Potential of the European Knowledge Economy, Value Proposition for Enterprise Interoperability, Final Version (Version 4.0), Bruselj: 69 str.

Komisija Evropskih skupnosti, 2008b. Ustvarjanje digitalne prihodnosti Evrope, Vmesni pregled strategije i2010. Sporočilo komisije evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij, Bruselj: 12 str., <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0199:FIN:SL:PDF> (7. 12.2009).

Komisija Evropskih skupnosti, 2009a. Software 2.0: Rebooting Europe's software industry, report of an industry expert group on a European software strategy. Version 3.0.

Komisija Evropskih skupnosti, 2009b. Opinion 5/2009 on online social networking. Article 29 data protection working party. Prevezeto dne 12. 6. 2009.

Kürümlüoğlu, M., Eichert, J., Finger, J., Kazi, A. S., Sari, B. 2008. Requirements for collaborative virtual engineering for SMEs with special focus on mobility aspects. V: Proceedings of the 14th ICE 2008. Lisbon, Portugal, 23.-25. June 2008, Nottingham University Business School: 507–514.

Kvan, T., West, R. in Vera, A. 1998. Tools and channels of communication: dealing with the effects of computer mediation on design communication. International Journal of Virtual Reality 3, 3: 21–33.

Leskovec, J. 2009. Velika socialna omrežja: od Instant Messengerja do Facebooka. Kvarkadabra, predstavitev v Hiši eksperimentov, Ljubljana, 15. 4. 2009.

Lihteneger, D. 2001. Izzivi za skupinsko delo v svetovnem spletu. Seminarska naloga pri predmetu "Računalniško podprto skupinsko delo in sodelovanje na daljavo", Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana: 40 str.

Liu, Y., Baldwin, R. N. in Shen, L. Y. 2006. Identification of factors influencing communication between participants in construction projects. V: Advancement of Construction Management and Real Estate, CRIOCM 2006, <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB5733.pdf> (15. 12. 2009).

Logar, P. 2005. Novi mediji – nova javnost? Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede: 47 str.

Lončarić, T., Vehovec, A., Kastelic, M., Drogenik, D., Divjak, S., Kavčič, A., Marolt, M. in Privošnik, M. 2007. ERI – E-gradiva za predmet računalništvo, verzija: 070320, <http://colos.fri.uni-lj.si/ERI/RACUNALNISTVO/> (8. 3. 2010).

Lorbek, M. 2005. Medijske umetnosti. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede: 92 str.

Löfgren, A. 2005. Socio-technical management of collaborative mobile computing in construction. V: Scherer, R.J. (ur.), Katranuschkov, P. (ur.), Schapke, S.E. (ur.). Proceedings of CIB W78 22nd Conference on Information Technology in Construction, Dresden, Nemčija, 19–21. 7. 2005: 137–146.

Magdič, A. 2007. Dinamični informacijsko komunikacijski sistem za učinkovito obvladovanje nepredvidenih dogodkov v procesu gradnje gradbenega objekta. Doktorska disertacija. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: 84 str.

Manyika, J., Sprague, K. in Yee, L. 2009. Using technology to improve workforce collaboration. What Matters, McKinsey&Company, objavljeno: 27. 10. 2009, <http://whatmatters.mckinseydigital.com/internet/using-technology-to-improve-workforce-collaboration> (3. 12.2009).

McAfee, A. 2006a. Enterprise 2.0: The Dawn of Emergent Collaboration. MIT Sloan Management Review 47, 3: 21–28.

McAfee, A. 2006b. Enterprise 2.0 vs. SOA. The Business Impact of IT. Andrew McAfee's Blog, objavljeno: 20. 5. 2006, [http://andrewmcafee.org/2006/05/enterprise\\_20\\_vs\\_soa/](http://andrewmcafee.org/2006/05/enterprise_20_vs_soa/) (16. 12. 2009).

McAfee, A. 2006c. Enterprise 2.0, version 2.0. The Business Impact of IT. Andrew McAfee's Blog, objavljeno: 27. 5. 2006, [http://andrewmcafee.org/2006/05/enterprise\\_20\\_version\\_20/](http://andrewmcafee.org/2006/05/enterprise_20_version_20/) (16. 12. 2009).

Medeot, T. 2007. Uporaba sodobnih pristopov pri upravljanju poslovnih procesov. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 43 str.

Mell, P. in Grance, T. 2009. The NIST Definition of Cloud Computing (Version 15). National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory, objavljeno: 10. 7. 2009, <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-def-v15.doc> (15. 12. 2009).

Menzel, K., Keller, M. 2006. Distributed model management for collaborative networks in AEC. V: Camarinha-Matos, L. (ur.), Afsarmanesh, H. (ur.), Ollus, M. (ur.). Network centric collaboration and supporting fireworks, IFIP International Federation for Information Processing 224: 245–252.

Mesarić, D. 2007. The impact of information technology on business strategy development in construction companies – case study of SCT and Mota-Engil. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 79 str.

Miller, P. 2005. Web 2.0: Building the New Library. Ariadne 45, <http://www.ariadne.ac.uk/issue45/miller/> (7. 12.2009).

Nivi, B. 2005. What is Web 1.0? Osebni blog Babaka Nivija, objavljeno: 16. 10. 2005, <http://www.nivi.com/blog/article/what-is-web-10> (7. 12.2009).

O'Reilly, T. 2005. What is Web 2.0 – Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. O'Reilly Media, objavljeno: 30. 9. 2005, <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html> (7. 12.2009).

O'Reilly, T. 2006. Web 2.0 Compact Definition: Trying Again. O'Reilly Radar, objavljeno: 10. 12. 2006, <http://radar.oreilly.com/archives/2006/12/web-20-compact-definition-tryi.html> (7. 12. 2009).

Otter den, A. 2005. Design Team Communication and Performance Using a Project Website. Doktorska disertacija. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven University Press: 176 str.

Otter den, A. in Emmitt, S. 2007. Exploring effectiveness of team communication – Balancing synchronous and asynchronous communication in design teams. Engineering, Construction and Architectural Management 12, 5: 408–419.

Pazlar, T., Dolenc, M. in Duhovnik, J. 2003. prodAEC – evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu. Gradb. vestn. 52, 8: 193–202.

Pazlar, T., Dolenc, M. in Duhovnik, J. 2004. Rezultati raziskave prodAEC o rabi informacijskih tehnologij v arhitekturi, inženirstvu in gradbeništvu v Sloveniji. Gradb. vestn. 53, 9: 223–229.

Pazlar, T. 2008. Preslikave med arhitekturnimi in računskimi aspekti v informacijskih modelih zgradb. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 218 str.

Peansupap, V. in Walker, D. H. T. 2005a. Factors enabling information and communication technology diffusion and actual implementation in construction organisations. ITcon - J. inf. tech. constr. 10: 193–218, <http://www.itcon.org/2005/14> (21. 1. 2010).

Peansupap, V. in Walker, D. H. T. 2005b. Factors affecting ICT diffusion: A case study of three large Australian construction contractors. Engineering Construction and Architectural Management 12, 1: 21–37.

- Peansupap, V. in Walker, D. H. T. 2006. Information communication technology (ICT) implementation constraints: A construction industry perspective. *Engineering Construction and Architectural Management* 13, 4: 364–379.
- Petrinja, E. 2007. Upravljanje z izvornimi podatki v navideznih organizacijah inženirskega načrtovanja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 253 str.
- PRdomain 2006. Nokia study finds companies' investment in right mobile technology ensures high morale in teams, <http://www.prdomain.com/companies/N/Nokia/newsreleases/2006112237533.htm> (3. 11.2009).
- Rational, 1997. UML Semantics version 1.1, Rational Software Corporation, <http://www.jeckle.de/files/uml1.0/Semantic.pdf> (12. 3. 2010).
- Rivard, H. 1999. A survey of information technology in the canadian construction industry – information technology survey in Canada. Ottawa, Institute for Research in Construction, Durability of Building Materials and Components 8: 2338–2347.
- Sajko, U. 1997. Razvoj sistemov tipa odjemalec/strežnik z orodjem PowerBuilder. Diplomski naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, FERi – Fakulteta za elektrotehniko računalništvo in informatiko: 80 str.
- Samuelson, O. 2008. The IT-barometer – a decade's development of IT use in the Swedish construction sector. *ITcon - J. inf. tech. constr.* 13: 1–19, <http://www.itcon.org/2008/1> (25. 1. 2010).
- Sanchez-Silva, M. 2009. Applicability of network clustering methods for risk analysis. V: Topping, B.H.V. (ur.), Tsompanakis, Y. (ur.). *Soft computing in civil and structural engineering, Computational science, engineering and technology series* 23: 283–306.
- Shuen, A. 2008. *Web 2.0: A Strategy Guide*. Sebastopol, Kanada, O'Reilly Media: 272 str.
- Spivack, N. 2007a. How the WebOS evolves? Nova Spivack blog, objavljeno: 9. 2. 2007, <http://www.novaspivack.com/technology/how-the-webos-evolves> (4. 1. 2010).
- Spivack, N. 2007b. Diagram: Beyond Keyword (and Natural Language) Search. Nova Spivack blog, objavljeno: 1. 3. 2007, <http://www.novaspivack.com/technology/diagram-beyond-keyword-and-natural-language-search> (4. 1. 2010).
- Spivack, N. 2008. Making sense of the semantic web. Predstavitev na konferenci "The next web conference 2008", Amsterdam, 3. 4. 2008.

Spivack, N. 2009. The Evolution of the Web: Past, Present, Future. Nova Spivack blog, objavljeno: 21. 12. 2009, <http://www.novaspiavack.com/uncategorized/the-evolution-of-the-web-past-present-future> (5. 1. 2010).

SSKJ 2000. Slovar slovenskega knjižnega jezika, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, spletna izdaja, <http://bos.zrc-sazu.si/sskj.html> (16. 1. 2010).

Stankovski, V. 2009. Tehnologije semantične mreže pri računalniško integrirani graditvi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 217 str.

Stone, B. 2009. Spam Back to 94% of All E-Mail, NY Times blog, objavljeno: 31. 3. 2009, <http://bits.blogs.nytimes.com/2009/03/31/spam-back-to-94-of-all-e-mail/> (4. 11.2009).

SURS 2009. Statistični letopis 2009. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije 48, <http://www.stat.si/letopis/LetopisPrvaStran.aspx?lang=sj> (22. 1. 2010).

Šercar, T. M. 2001. Priloga h kritiki tehnološkega determinizma in globalizma. Cobiss obvestila 6, 3: 9–49, [http://home.izum.si/cobiss/cobiss\\_obvestila/2001\\_3/index.html](http://home.izum.si/cobiss/cobiss_obvestila/2001_3/index.html) (21. 8. 2009).

Škerlavaj, M. 2003. Vpliv informacijsko-komunikacijskih tehnologij in organizacijskega učenja na uspešnost poslovanja: teoretična in empirična analiza. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta: 81 str., <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/skerlavaj273.pdf> (4. 11.2009).

Škerlavaj, M. in Dimovski, V. 2004. Model vpliva informacijsko-komunikacijskih tehnologij in organizacijskega učenja na uspešnost poslovanja podjetij. V: Klanjšek, M. (ur.). Publish or perish (e-knjiga), Društvo mladih raziskovalcev Slovenije 2004: 595–605.

Škerlep, A. 1998. Model računalniško posredovane komunikacije: tehnološka matrica in praktična raba v družbenem kontekstu. V: Vehovar (ur.). Internet v Sloveniji, projekt RIS '96–98'. Ljubljana, Fakulteta za družbene vede: 24–53.

Šuman, N. 2008. Priprava in gradnja objektov v gradbenih podjetjih s poudarkom na konceptu reinženiringa. Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: 134 str.

Tam, C.M. 1999. Use of the internet to enhance construction communication: Total Information Transfer System. International Journal of Project Management 17, 2: 107–111.

Tenah, K.A. 1986. Construction personnel role and information needs. *Journal of Construction Engineering and Management* 112, 1: 33–48.

Titus, S. in Brochner, J. 2005. Managing information flow in construction supply chains. *Construction Innovation: Information, Process, Management* 5, 2: 71–82.

Tredinnick, L. 2006. Web 2.0 and business: A pointer to the intranets of the future? *Business Information Review* 23, 4: 228–234.

Turk, Ž. 1992. Okolje za računalniško integrirano projektiranje gradbenih konstrukcij. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: 176 str.

Turk, Ž. 1998. Hermeneutic constructivism and engineering decision making. V: Miresco, E. T. (ur.). *First international conference on new information technologies for decision making in civil engineering*. Montréal, École de technologie supérieure: 115–124.

Turk, Ž. 1999. Four questions about construction information technology. V: Berkeley-Stanford CE&M Workshop, *Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond*, <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/CEMworkshop.htm> (7. 1. 2010).

Turk, Ž. in Lundgren, B. 1999. Communication workflow perspective on engineering work. V: Hannus, M. (ur.). *Concurrent engineering in construction: challenges for the new millennium (CIB Proceedings, publication 236)*, Espoo, Finska, VTT: 347–356.

Turk, Ž., in Fruchter, R. 2000. Sodobno usposabljanje za neusmiljeno tekmovanje na globalnem trgu - učenje gradbeništva in arhitekture prek www. Ljubljana, Delo (9. 8. 2000), *Znanost* 42, 184: 11.

Turk, Ž. 2000. What is construction information technology. V: *Informační technologie ve stavebnictví 2000*, 26–27.6.2000, Praha.

Turk, Ž. 2001a. Gradbena informatika – definicija področja, teme, problemi. V: Duhovnik, J., (ur.) Turk, Ž. (ur.), Cerovšek, T. (ur.). *Gradbena informatika 2001*, Zbornik seminarja, Ljubljana. [www.zturk.com/data/works/att/d24c\\_fullText.00031.pdf](http://www.zturk.com/data/works/att/d24c_fullText.00031.pdf) (16. 1. 2010)

Turk, Ž. 2001b. Internet Information and Communication Systems for Civil Engineering – A Review. V: Topping, B.H.V. (ur.). *Civil and Structural Engineering Computing*, Saxe-Coburg Publications: 1–26.

Turk, Ž. in Cerovšek, T. 2001. A Prototype Portal to Web Based Collaborative Engineering. V: Amarjit Singh (ur.). Creative Systems in Structural and Construction Engineering, Brookfield, Rotterdam, A.A. Balkema: 247–352.

Turk, Ž. 2006. Construction informatics: Definition and ontology. Advanced Engineering Informatics 20, 2: 187–199.

Ule, M. 2009. Psihologija komuniciranja in medosebnih odnosov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Družbene Vede, Založba FDV: 430 str.

UMAR, 2009. Poročilo o razvoju 2009. Ljubljana, Urad za makroekonomske analize in razvoj – UMAR, [http://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo\\_o\\_razvoju/publikacija/zapisi/porocilo\\_o\\_razvoju\\_2009/](http://www.umar.gov.si/publikacije/porocilo_o_razvoju/publikacija/zapisi/porocilo_o_razvoju_2009/) (4. 11. 2009).

Vakola, M. in Wilson, I.E. 2004. The challenge of virtual organisation: critical success factors in dealing with constant change. Team Performance Management 10, 5: 112–120, <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/13527590410556836> (15. 3. 2010).

Verdonik, D. 2005. Nesporazumi v komunikaciji. Jezik in slovstvo 50, 1: 51–63, [http://www.jezikinslovstvo.com/pdf/2005-01-Darinka\\_Verdonik.pdf](http://www.jezikinslovstvo.com/pdf/2005-01-Darinka_Verdonik.pdf) (16. 11. 2009).

Verdonik, D. 2006. O vrstah pomenov, posredovanih v komunikaciji. Zofijini ljubimci, Društvo za razvoj humanistike, [http://www.zofijini.net/online\\_pomeni.html](http://www.zofijini.net/online_pomeni.html) (16. 11. 2009).

Weiß, P. 1999. Virtual Business Networking - State of the art, assorted results of an empirical study, [http://www.neu.fzi.de/images/files/pub/968-FZI\\_state-of-the-art\\_vo\\_092002.pdf](http://www.neu.fzi.de/images/files/pub/968-FZI_state-of-the-art_vo_092002.pdf) (16. 1. 2010)

Wilkinson, P. 2005. Construction collaboration technologies: the extranet evolution. VB, Taylor & Francis: 219 str.

Wilson, I., Harvey, S., Vankeisbelck, R. in Kazi, A.S. (2001). Enabling the construction Virtual Enterprise: The OSMOS approach. ITcon - J. inf. tech. constr. 6: 83–110, <http://www.itcon.org/2001/8> (19. 1. 2010).

Witczyński, M. in Pawlak, A. 2002. Virtual Organisations Enabling Net-based Engineering. V: Stanford-Smith B. et al. (ur.). Challenges and Achievements in E-business and E-work, Amsterdam, IOS Press, <http://www.ecolleg.org/public/2002eBusiness-eWork-Prague.pdf> (15. 1. 2010).



Yeomans, S. 2005. ICT-enabled collaborative working methodologies in construction. Doktorska disertacija. Loughborough, Loughborough University, Centre for innovative and collaborative engineering (CICE): 193 str.

Young, O. 2007. Selling Web 2.0: A Quantitative Look at Web 2.0 in the Enterprise, prezentacija preko telekonference, <http://www.forrester.com/Events/Content/0,5180,1800,00.ppt> (11. 8. 2009).

Zupan, G. 2009. Uporaba interneta v podjetjih, Slovenija, 2009. Statistični urad Republike Slovenije, [http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=2675](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=2675) (25. 1. 2010).

## Spletni viri

cURL, <http://curl.haxx.se/> (1. 5. 2010).

MIME E-mail message parser, <http://www.phpclasses.org/browse/package/3169.html> (1. 5. 2010).

PHP, <http://php.net/> (1. 5. 2010).

POP3 e-mail client class, <http://www.phpclasses.org/browse/package/2.html> (1. 5. 2010).

PubSubHubbub - A simple, open, web-hook-based pubsub protocol, <http://code.google.com/p/pubsubhubbub/> (1. 5. 2010).

RPX - User engagement made easy, <https://rpxnow.com/> (1. 5. 2010).

SimplePie, <http://simplepie.org/> (1. 5. 2010).

Twitpic.com - Share photos on Twitter, <http://twitpic.com/> (1. 5. 2010).

Twitter, <http://twitter.com/> (1. 5. 2010).

Twitterlibphp, <http://jdp.github.com/twitterlibphp/> (1. 5. 2010).

Wikipedia, <http://www.wikipedia.org/> (1. 5. 2010).

## PRILOGA A: Seznam evropskih projektov s področja inženirskega sodelovanja

Kratika	Ime projekta	Začetek	Konec
<b>MICC</b>	Mobile integrated communication in construction	09/1995	09/1998
<b>COVEN</b>	Collaborative Virtual Environment	10/1995	09/1999
<b>ToCEE</b>	Towards a Concurrent Engineering Environment in the Building and Engineering Structures Industry	01/1996	04/1998
<b>Prodnet II</b>	Production Planning and Management in an Extended Enterprise	10/1996	10/1999
<b>CONCUR</b>	Concurrent Design and Engineering in Building and Civil Engineering	02/1997	07/2001
<b>VIVE</b>	Virtual Vertical Enterprise	01/1998	02/2000
<b>CONNET</b>	CONstruction information service NETwork	01/1999	01/2000
<b>PROCURE</b>	ICT at work for the LSE Procurement Chain	01/1999	04/2002
<b>BIDSAVER</b>	Business Integrator Dynamic Support Agents for Virtual Enterprise	01/2000	06/2002
<b>DIVERCITY</b>	Distributed Virtual Workspace for Enhancing Communication within the Construction Industry	01/2000	06/2002
<b>E-Colleg</b>	Advanced Infrastructure for Pan-European Collaborative Engineering	01/2000	12/2002
<b>External</b>	Extended Enterprise Resources, Network Architectures and Learning	01/2000	12/2002
<b>GLOBEMEN</b>	Global Engineering and Manufacturing in Enterprise Networks	01/2000	01/2003
<b>ICSS</b>	intelligent Client Server Systems	01/2000	12/2002
<b>ISTforCE</b>	Intelligent Services and Tools for Concurrent Engineering	01/2000	03/2002
<b>OSMOS</b>	Open System for inter-enterprise information Management in dynamic virtual envirOnmentS	01/2000	03/2002
<b>I-SEEC</b>	Information Services to Enable European Construction Enterprises	03/2000	04/2001
<b>COVE</b>	CO-operation infrastructure for Virtual Enterprises and Electronic Business	07/2000	06/2002
<b>eLEGAL</b>	Specifying Legal Terms of Contract in ICT Environment	11/2000	11/2002
<b>e-COGNOS</b>	Methodology, tools and architectures for electronic consistent knowledge management across projects and between enterprises in the construction domain	01/2001	06/2003
<b>EXPIDE</b>	Extended Products in Dynamic Enterprises	01/2001	12/2003
<b>ICCI</b>	Innovation co-ordination, transfer and deployment through networked Co-operation in the Construction Industry	09/2001	02/2004

Kratika	Ime projekta	Začetek	Konec
<b>SYMPHONY</b>	A dynamic management methodology with modular and integrated methods and tools for knowledge-based, adaptive SMEs	12/2001	11/2004
<b>VOSTER</b>	Virtual Organisations Cluster	12/2001	05/2004
<b>prodAEC</b>	European Network for Product and Project Data Exchange, e-Work and e-Business in Architecture, Engineering and Construction	02/2002	02/2004
<b>PRODCHAIN</b>	Development of a decision support methodology to improve logistics performance of globally acting production network	03/2002	08/2004
<b>COCONET</b>	Context-Aware Collaborative Environments for Next Generation Business Networks	06/2002	05/2003
<b>Vomap</b>	Roadmap design for collaborative virtual organizations in dynamic business ecosystems	06/2002	05/2003
<b>IDEAS</b>	Thematic Network Interoperability Development for Enterprise Applications and Software - Roadmaps	09/2002	06/2003
<b>DBE</b>	Digital Business Ecosystem	01/2003	02/2007
<b>ARICON</b>	Standardised Assessment of Readiness and Interoperability for Cooperation in New Product Development in Virtual Organisations	07/2003	07/2005
<b>ATHENA</b>	Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Application	02/2004	01/2007
<b>TrustCoM</b>	Trust and Contract Management framework enabling secure collaborative business processing in on-demand created, self-managed, scalable, and highly dynamic Virtual Organisations	02/2004	05/2007
<b>NO-REST</b>	The Networked Organisations - REsearch into STandards and Standardisation Project	03/2004	11/2005
<b>ECOLEAD</b>	European Collaborative Networked Organisations Leadership Initiative	04/2004	06/2008
<b>CASCOM</b>	Context-aware Business Application Service Co-ordination in Mobile Computing Environments	09/2004	08/2007
<b>InteliGrid</b>	Interoperability of Virtual Organisations on a Complex Semantic Grid	09/2004	02/2007
<b>SWOP</b>	Semantic Web-based Open engineering Platform	09/2005	08/2008
<b>InAmI</b>	eCollaboration to Support Assembly and Manufacturing Systems	10/2005	09/2008
<b>FUSION</b>	Business process FUSION based on Semantically-enabled Service-Oriented Business Applications	02/2006	07/2008
<b>GENESIS</b>	Enterprise Application Interoperability – Integration for SMEs, Governmental Organizations and Intermediaries in the New European Union	03/2006	08/2008
<b>ECOSPACE</b>	eProfessional Collaborative Workspace	05/2006	04/2009
<b>inContext</b>	Interaction and Context Based Technologies for Collaborative Teams	05/2006	10/2008

<b>Kratika</b>	<b>Ime projekta</b>	<b>Začetek</b>	<b>Konec</b>
<b>ImportNET</b>	Intelligent modular open source Platform for intercultural and cross-domain SME Networks	07/2006	06/2009
<b>CoSpaces</b>	Innovative Collaborative Work Environments for Design and Engineering	09/2006	03/2010
<b>CoVES</b>	Collaborative Virtual Engineering for SMEs	09/2006	06/2009
<b>STASIS</b>	SoftWare for Ambient Semantic Interoperable Services	09/2006	08/2009
<b>COIN</b>	Enterprise Collaboration & Interoperability	01/2008	12/2011
<b>SOA4ALL</b>	Service Oriented Architectures for All	03/2008	02/2011

Klinc, R. 2010. Spletne storitve nove generacije kot infrastruktura za obvladovanje virtualnih organizacij.  
Doktorska disertacija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, Mednarodni podiplomski študij gradbene informatike.

---

## **PRILOGA B: Raziskava o rabi IKT v gradbeništvu – VPRAŠALNIK**

### **OSNOVNA VPRAŠANJA**

V prvem sklopu nas zanima nekaj osnovnih podatkov o vas. Podatke potrebujemo le za potrebe obdelave ankete in ne bodo posredovani nikomur. Vsa vprašanja so obvezna.

**Letnica rojstva:** \_\_\_\_\_ (Vpišite prosim letnico vašega rojstva.)

### **V kateri regiji ste zaposleni?**

- Osrednjeslovenska
- Gorenjska
- Goriška
- Obalno-kraška
- Notranjsko-kraška
- Jugovzhodna Slovenija
- Spodnjeposavska
- Zasavska
- Savinjska
- Koroška
- Podravska
- Pomurska

### **Katera od naštetih je glavna dejavnost podjetja, kjer ste zaposleni?**

- proizvajalec gradbenih izdelkov
- glavni izvajalec
- cenilec
- izvajalec obrtniških del
- posrednik nepremičnin
- arhitekturni biro
- dobavitelj gradbenih izdelkov
- inženirski biro
- javna uprava

- interdisciplinarna dejavnost
- gradbeno podjetje
- drugo: \_\_\_\_\_

**Velikost podjetja, kjer ste zaposleni (po številu zaposlenih)?**

- $\leq 10$
- 11–20
- 21–50
- 51–250
- 251–500
- $> 500$

**Kakšno delo pretežno opravljate? (Izberete lahko več odgovorov.)**

- inženir
- arhitekt
- obračun del
- prodajalec
- informacijska podpora
- vodja projekta ali nadzora
- vodja gradbišča
- upravljalec objektov
- cenilec
- planer
- zagotavljanje kakovosti, varnost, zdravstvena zaščita
- drugo: \_\_\_\_\_

**Kje navadno opravljate svoje delo?**

- na gradbišču
- v glavnem uradu podjetja
- v območnem uradu podjetja

## UPORABA INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ

### Kaj od naštetega poznate oz. imate doma?

Pri vprašanju o telefonskem in mobilnem priključku mislimo na število telefonskih linij oziroma števil.

	ne poznam, nimam	imam ( 1 )	imam ( > 1 )
osebni računalnik	•	•	•
stacionarni telefon	•	•	•
mobilni telefon	•	•	•
dlančnik	•	•	•
prenosni računalnik	•	•	•
kakšno drugo napravo, ki omogoča povezovanje v internet	•	•	•

### Kakšen dostop do interneta imate doma? (Možnih je več odgovorov.)

- telefonski dostop
- ISDN dostop
- ADSL priključek
- kabelski internet
- satelitski internet
- širokopasovni dostop do interneta preko mobilnega telefona
- nimam dostopa do interneta
- drugo: \_\_\_\_\_

### Kako pogosto doma uporabljate:

	ne uporabljam	redko	večkrat na teden	vsak dan
osebni računalnik	•	•	•	•
prenosni računalnik	•	•	•	•



	ne uporabljam	redko	večkrat na teden	vsak dan
internet	•	•	•	•
elektronsko pošto	•	•	•	•
dlančnik	•	•	•	•
internet preko mobilnega telefona	•	•	•	•
dostop do elektronske pošte preko mobilnega telefona	•	•	•	•
mobilni telefon kot fotoaparāt	•	•	•	•
storitve za takojšnje sporočanje (npr. Windows Live Messenger, Google Talk, Yahoo! Messenger, ...)	•	•	•	•

### Kaj od naštetega poznate?

	ne poznam	poznam, a ne uporabljam	poznam in uporabljam
wiki	•	•	•
blog	•	•	•
Facebook	•	•	•
Skype	•	•	•
GMail	•	•	•
Google Dokumenti	•	•	•
Twitter	•	•	•
YouTube	•	•	•
Google Wave	•	•	•
Hotmail	•	•	•
Yahoo mail	•	•	•

## INFORMACIJSKA INFRASTRUKTURA V PODJETJU, KJER STE ZAPOSLENI

### Nekaj osnovnih vprašanj o vašem podjetju.

	da	ne	ne vem
Ali kdaj za službo delate od doma?	•	•	•
Ali imate v službi vzpostavljeno lokalno omrežje (LAN)?	•	•	•
Ali imate v službi dostop do interneta?	•	•	•
Lahko na delovnem mestu dostopate do vseh spletnih strani?	•	•	•
Ima vaše podjetje svojo lastno spletno stran?	•	•	•
Ali v službi kdaj uporabljate projektne portale za izmenjavo dokumentov o projektu?	•	•	•
Ali sestanki v vašem podjetju kdaj potekajo na daljavo?	•	•	•
Ima vaše podjetje IT strategijo?	•	•	•
Ima vaše podjetje zaposleno kakšno osebo, ki se ukvarja izključno z IT?	•	•	•
Ali kdaj za komuniciranje s sodelavci uporabljate storitve za takojšnje sporočanje (MSN, GTalk, Skype, Yahoo Messenger, ...)?	•	•	•
Ali ste kdaj uporabili svoj osebni račun elektronske pošte za posredovanje službenih datotek?	•	•	•
Ali vaše podjetje kdaj ponuja izobraževanja prek interneta?	•	•	•
Ali pri svojem vsakdanjem delu uporabljate elektronsko pošto?	•	•	•
Ali ste zadovoljni z orodji IT, ki so vam na voljo na delovnem mestu?	•	•	•

### Ali vaše podjetje ima oziroma uporablja katero od naslednjih tehnologij?

	nima, ne poznam, ne vem	ima	uporablja
sisteme CAD	•	•	•
orodja za vodenje projektov	•	•	•
digitalna fotografija na gradbišču	•	•	•
telefonska konferenca	•	•	•
videokonferenca	•	•	•
elektronske usluge tretjih oseb	•	•	•
druga informacijska oprema na gradbišču	•	•	•
internet	•	•	•
VoIP telefonija	•	•	•
mobilna telefonija	•	•	•
programe za urejanje besedil (MS Word, OpenOffice.org Writer, ...)	•	•	•
preglednice (MS Excel, OpenOffice.org Calc)	•	•	•
podatkovne baze	•	•	•
sisteme GIS	•	•	•
rešitve BIM	•	•	•

### Kako najpogosteje poteka vaša komunikacija s sodelavci?

- osebno
- telefonsko
- preko elektronske pošte
- v skupini, na sestankih
- drugo: \_\_\_\_\_

**Na delovnem mestu imam:** (Prosim, označite, kaj od naštetega imate na delovnem mestu.)

	imam svoj	si delim s sodelavci	nimam
osebni računalnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tiskalnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
prenosni računalnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
služben elektronski naslov	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mobilni telefon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
dlančnik ali drugo mobilno napravo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
fotoaparati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Kako si najpogosteje izmenjujete naslednje dokumente?**

	digitalno	papir	telefon	osebno	si ne izmenjujemo
skice, osnutke, načrte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
uradne dokumente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
poročila o opravljenem delu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
navodila za delo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zapisnike s sestankov	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kalkulacije in obračune	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
naročila, račune	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rezultate preiskav	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vabila na sestanke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## VPLIV IT NA DELOVNI PROCES

Ali so informacijske tehnologije v zadnjih letih vplivale na delovni proces in če so, kako?

	zmanjšano	brez sprememb	povečano	ne vem	ni pomembno
napake v dokumentaciji	•	•	•	•	•
napake pri gradnji	•	•	•	•	•
napake pri dokumentaciji za upravljanje objektov	•	•	•	•	•
kvaliteta dokumentov	•	•	•	•	•
hitrost dela	•	•	•	•	•
zapletenost, kompleksnost procesa izdelave projektov	•	•	•	•	•
težavnost projektov	•	•	•	•	•
potreba po administraciji	•	•	•	•	•
delež dela, ki se opravlja na novo	•	•	•	•	•

Na katerih področjih namerava vaše podjetje povečati vlaganja v IT v naslednjih letih?

(Če ne veste, lahko pustite prazno. Možnih je več odgovorov.)

- CAD
- računovodstvo
- projektni portali
- navidezna resničnost
- upravljanje z dokumenti
- obračuni izvedenih del
- novi poslovni modeli
- trženje
- mobilni sistemi
- sistemi za vodenje projektov
- produktni modeli

- upravljanje z znanjem
- drugo: \_\_\_\_\_

**Katere so po vašem mnenju bistvene prednosti uporabe IT?** (Možnih je več odgovorov.  
Če je mogoče, se omejite na tri prednosti, ki se vam zdijo najpomembnejše.)

- boljši nadzor nad financami
- izboljšana komunikacija
- boljša kvaliteta dela
- hitrost opravljanja dela
- deljenje informacij
- hitrejši dostop do informacij
- razvoj novih poslov
- zmanjšanje števila zaposlenih
- zadovoljstvo naročnikov/investitorjev
- delo od doma
- obvladovanje velikih količin podatkov
- privlači nove kadre
- drugo: \_\_\_\_\_

**Katere so po vašem mnenju bistvene ovire za uporabo IT oziroma slabosti uporabe IT?**  
(Možnih je več odgovorov. Če je mogoče, se omejite na tri ovire, ki se vam zdijo najpomembnejše za vaše delo.)

- prevelika investicija
- stalne potrebe po nadgradnji
- nekompatibilno programje
- preveč informacij
- tveganje neučinkovitosti zaradi IT
- potrebno več znanja
- zmanjšanje varnosti
- pomanjkanje standardov/koordinacije
- pomanjkanje spodbud s strani vodstva
- težavnost merjenja koristi uporabe IT

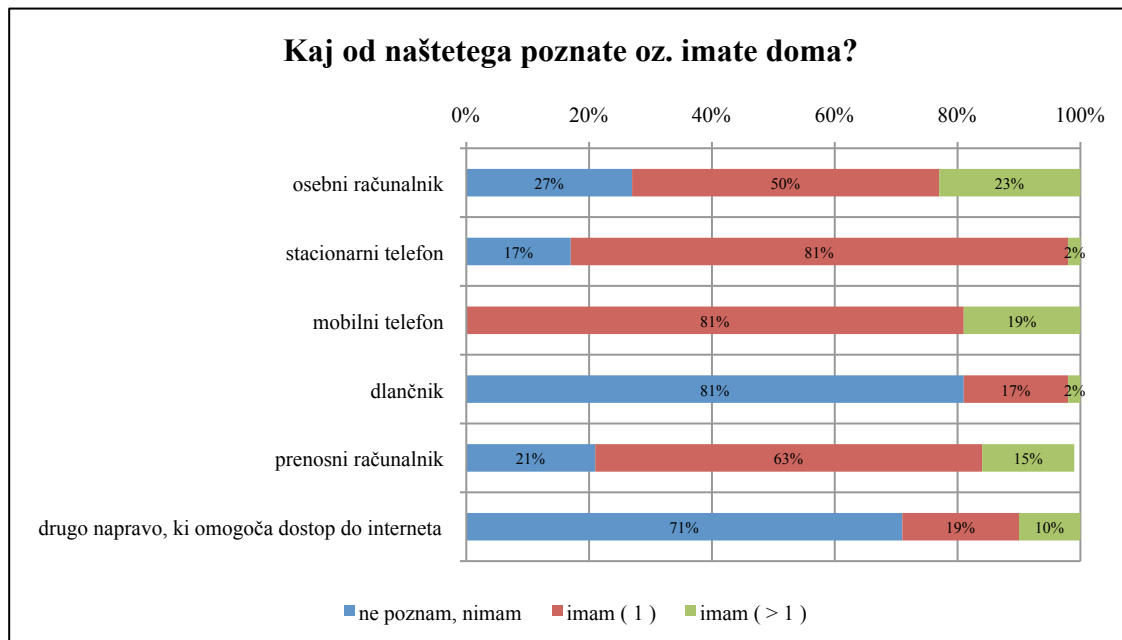
- vztrajanje pri starem načinu dela, ker bi naj bilo boljše
- premalo časa za odločitve
- zastarela in okorna IT infrastruktura, ki je na voljo
- drugo: \_\_\_\_\_

**Kakšno je, glede na vaše izkušnje, IT znanje novih mladih kadrov, ko pridejo na delo?**

	preslabo	zadovoljivo	odlično	preveč splošno	preveč specializirano
diplomirani gradbeni inženir	•	•	•	•	•
strokovni sodelavec	•	•	•	•	•
gradbeni tehnik	•	•	•	•	•
ostali	•	•	•	•	•

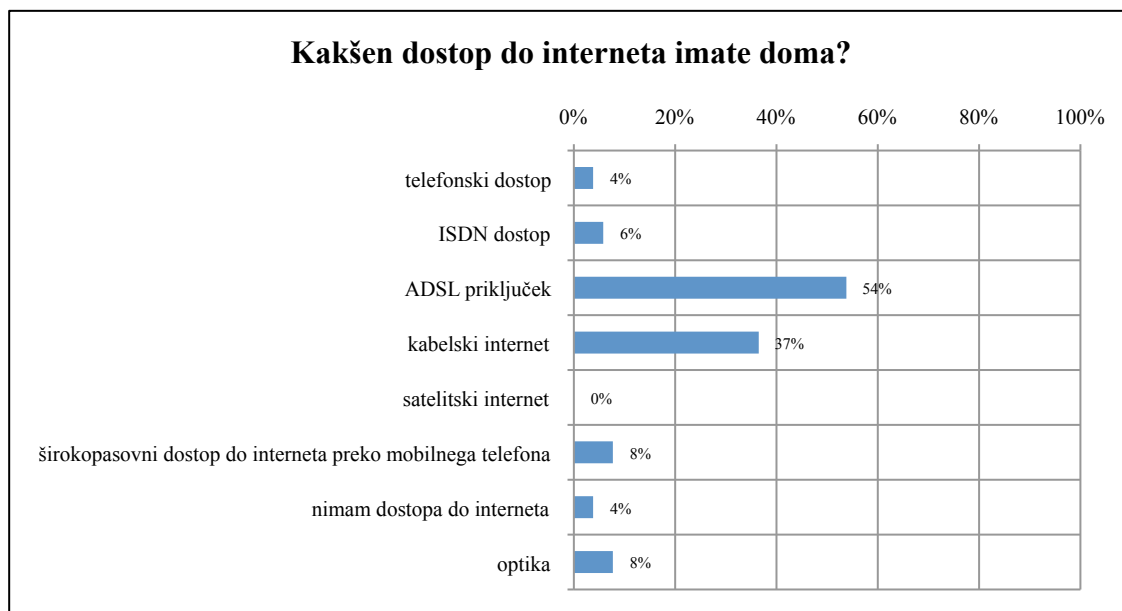
## PRILOGA C: Raziskava o rabi IKT v gradbeništvu – REZULTATI

### UPORABA INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ



**Grafikon C-1: Poznavanje in posedovanje IKT naprav**

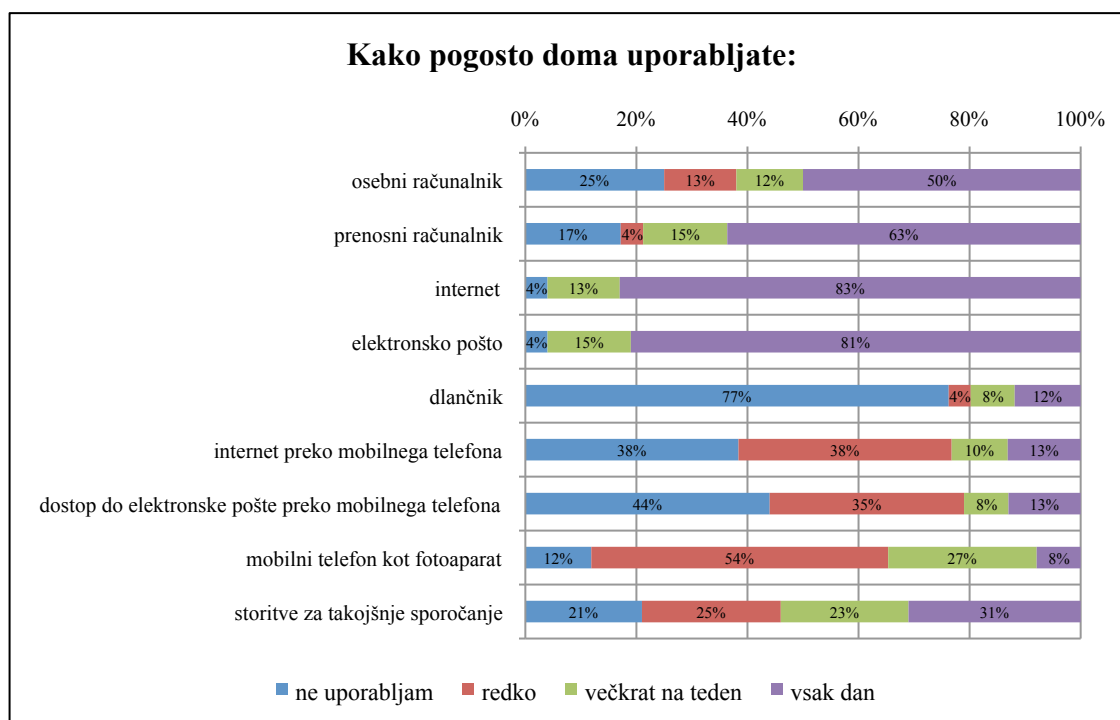
**Graph C-1: Knowledge and possession of the ICT devices**



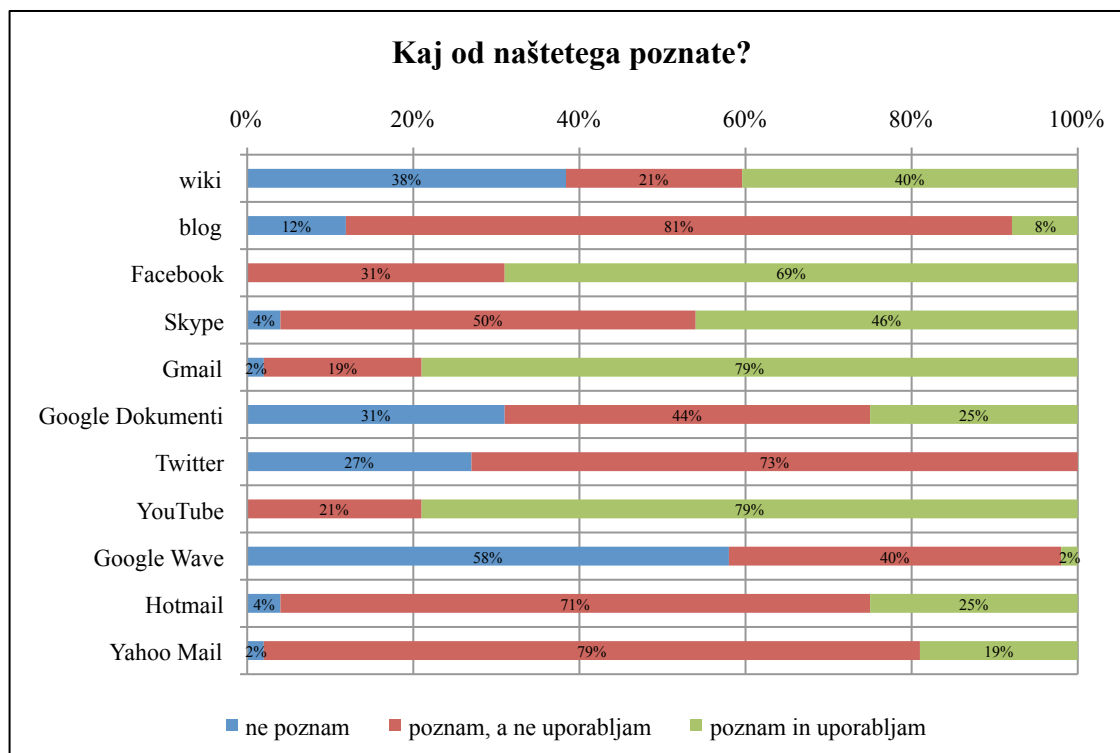
**Grafikon C-2: Vrsta dostopa do interneta od doma**

**Graph C-2: Type of the internet access from home**



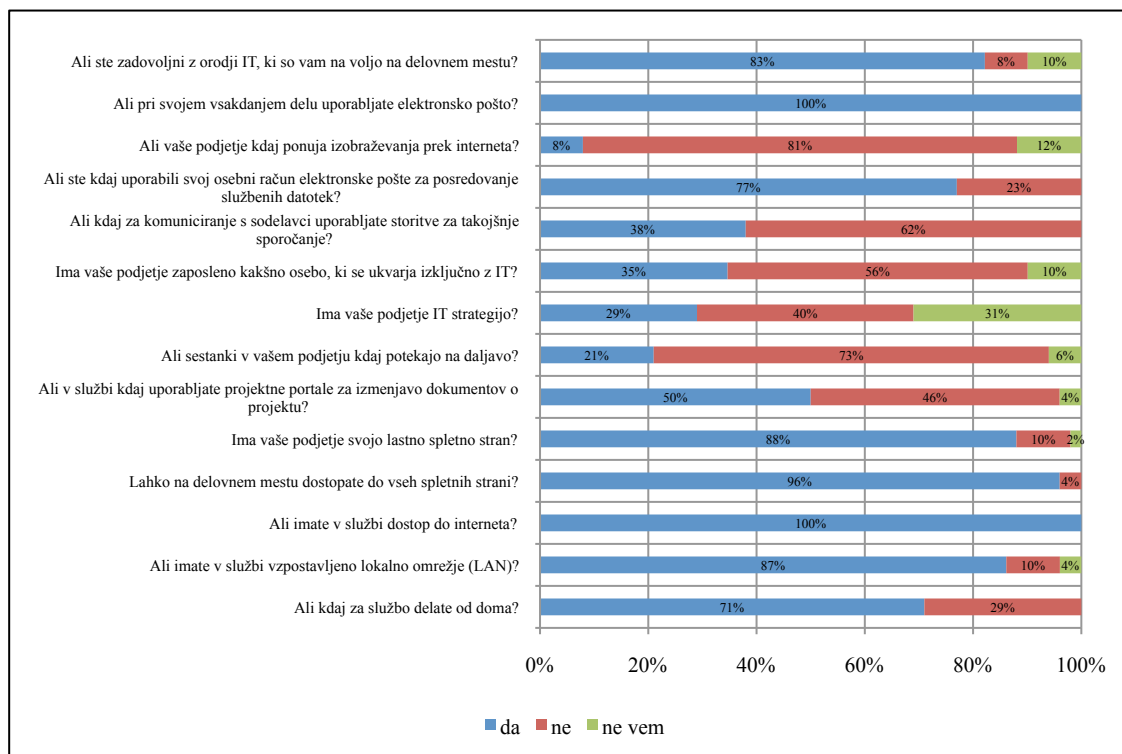


**Grafikon C-3: Pogostost uporabe IKT naprav doma**  
**Graph C-3: Frequency of the usage of the ICT devices from home**

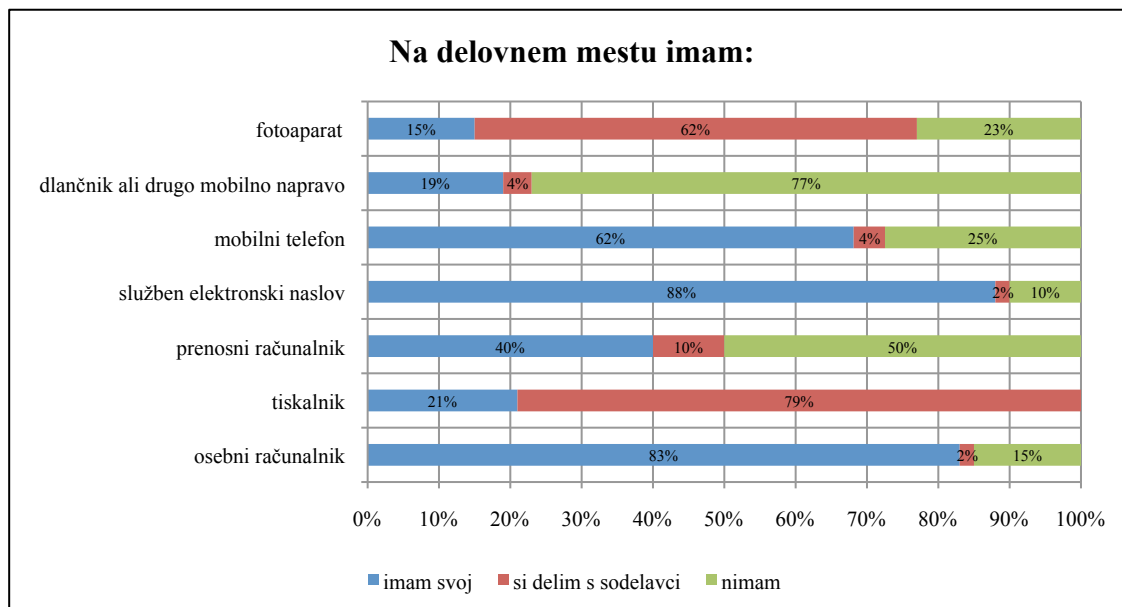


**Grafikon C-4: Poznavanje in uporaba IKT storitev spleta 2.0**  
**Graph C-4: Knowledge and usage of the ICT services of web 2.0**

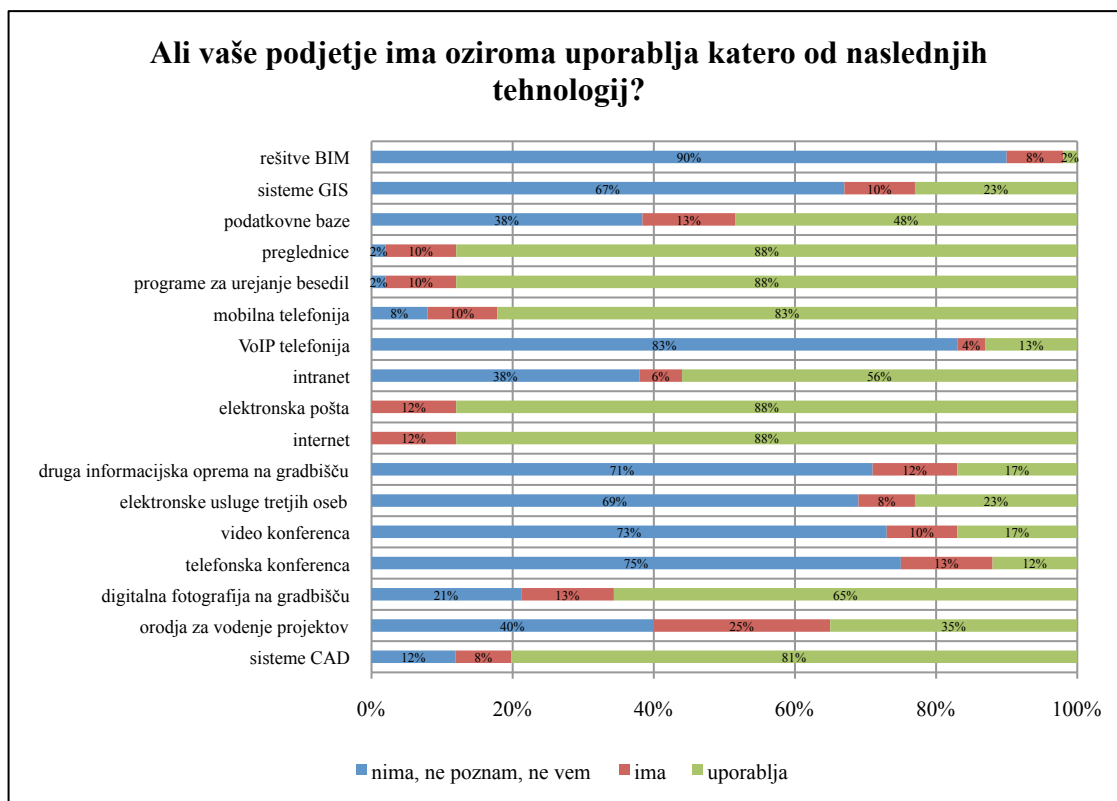
## INFORMACIJSKA INFRASTRUKTURA V PODJETJU



**Grafikon C-5: Osnovna vprašanja o IKT infrastrukturi v podjetju**  
**Graph C-5: Basic question regarding the ICT infrastructure in organization**

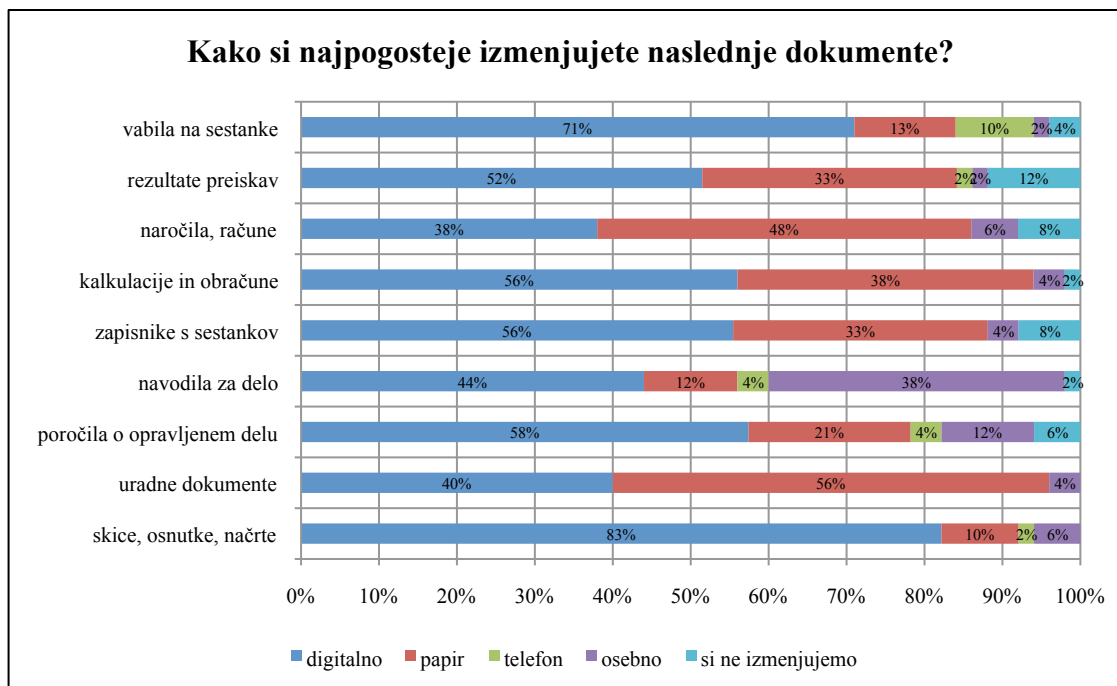


**Grafikon C-6: Dostopnost informacijsko-komunikacijskih naprav na delovnem mestu**  
**Graph C-6: Access to ICT devices on workplace**



Grafikon C-7: Posedovanje in uporaba tehnologij

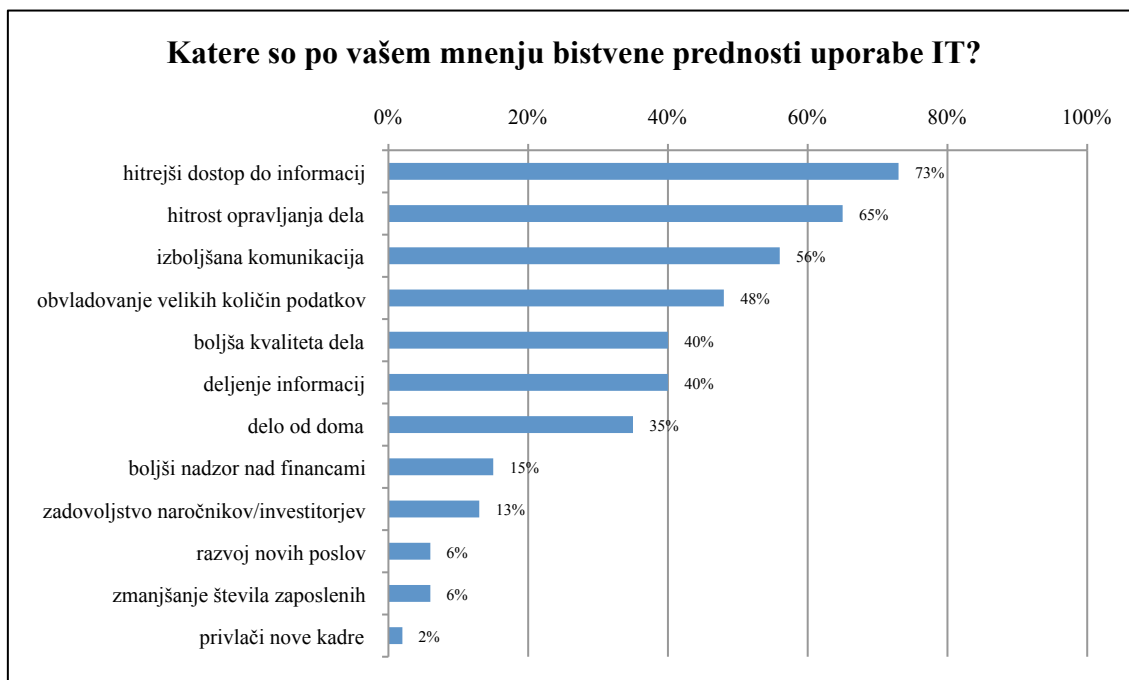
Graph C-7: Possession and usage of technologies



Grafikon C-8: Način izmenjave dokumentov

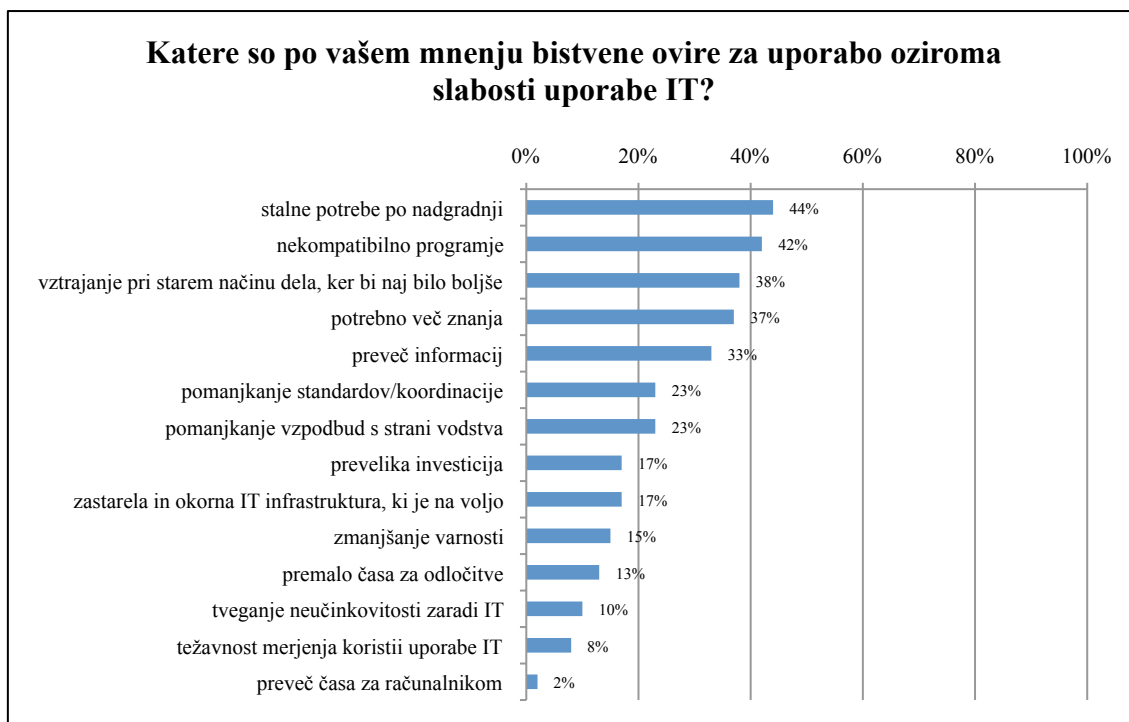
Graph C-8: Type of document exchange

## VPLIV IKT NA DELOVNI PROCES



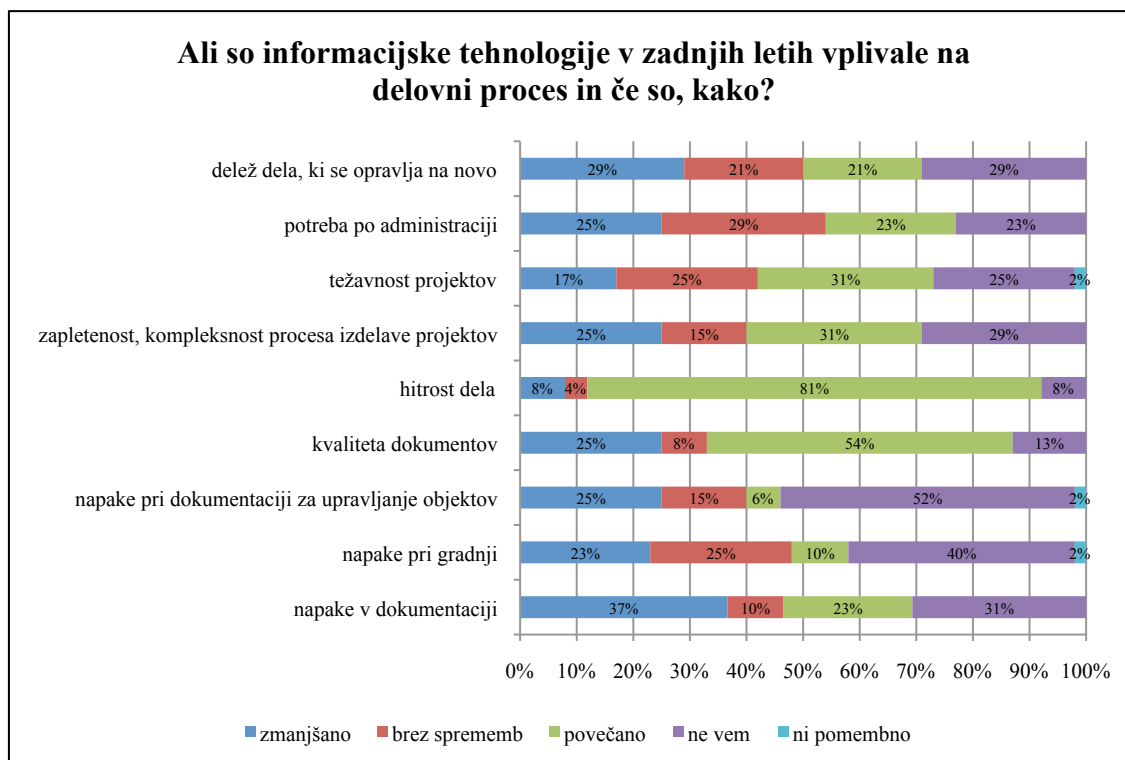
**Grafikon C-9: Prednosti uporabe IT**

**Graph C-9: Benefits of IT usage**



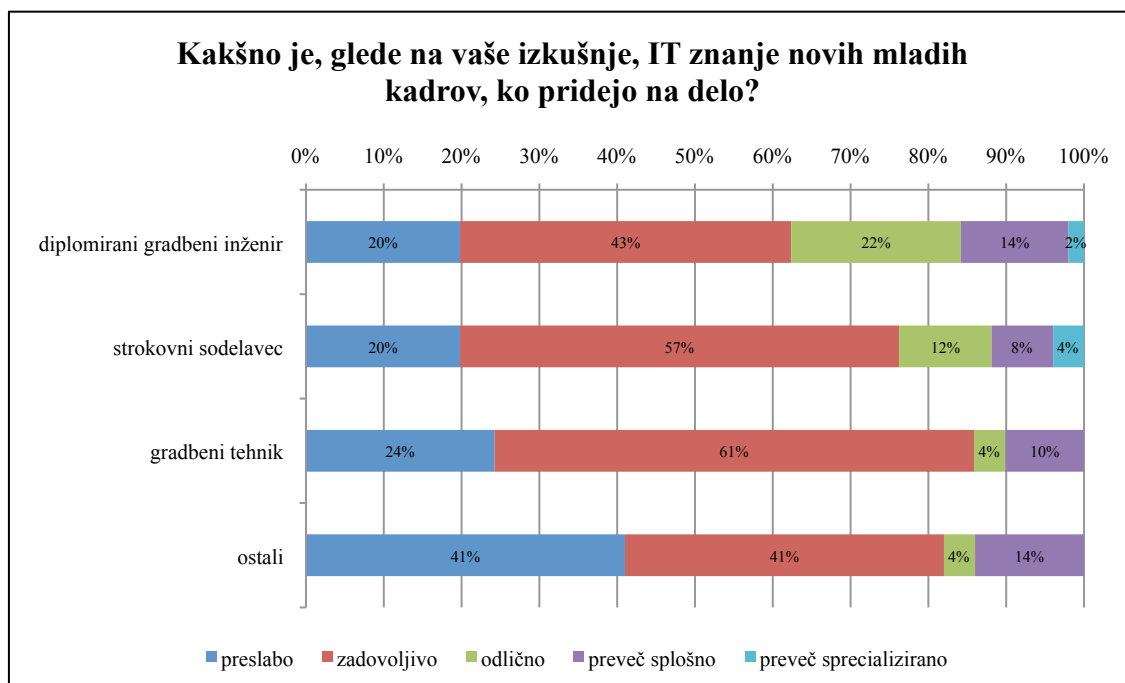
**Grafikon C-10: Ovire za uporabo IT oz. slabosti uporabe IT**

**Graph C-10: Barriers and weaknesses of IT usage**



**Grafikon C-11: Vpliv informacijskih tehnologij na delovni proces**

**Graph C-11: IT influence on working practice**



**Grafikon C-12: IT znanje novih gradbenih kadrov**

**Graph C-12: IT knowledge of fresh AEC workers**