



Zbornik referatov

Osemindvajseta
delavnica o telekomunikacijah

PAMETNA MESTA

12. in 13. november 2012

Brdo pri Kranju

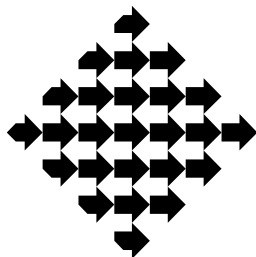


Organizira

Elektrotehniška zveza Slovenije

Slovensko društvo za elektronske komunikacije SIKOM

ELEKTROTEHNIŠKA ZVEZA SLOVENIJE
SLOVENSKO DRUŠTVO ZA ELEKTRONSKE KOMUNIKACIJE



WTAL

Osemindvajseta delavnica o telekomunikacijah

PAMETNA MESTA

ZBORNİK REFERATOV

12. in 13. november 2012

Brdo pri Kranju, Slovenija



© 2012 Elektrotehniška zveza Slovenije
Stegne 7
1521 Ljubljana, Slovenija

Organizira:

Elektrotehniška zveza Slovenije
<http://www.ezs-zveza.si>
Slovensko društvo za elektronske komunikacije
<http://www.sikom.si>

Pokrovitelj:

IEEE Communications Society

Uredili: Nikolaj Simič

Priprava za tisk: Nikolaj Simič

Oblikovanje naslovnice: Filip Samo Balan in Aleksander Vreže

Izdajatelj: Elektrotehniška zveza Slovenije

Tisk: Borut Verhovec s. p., Ljubljana

Število izvodov: 100

ISSN 1581–6737

Kazalo

Kazalo	iii
Zgodovina delavnic VITEL in mednarodnih simpozijev VITEL	v
Uvodna beseda	vi
Programsko – organizacijski odbor delavnice	vii
Programski odbor dogodkov VITEL	vii

Ponedeljek, 12. november 2012

SMART CITY AS AN INNOVATION ENGINE: CASE OULU	2
<i>Mika Rantakokko, Center for Internet Excellence, Oulu, Finland</i>	
IoT TEHNOLOGIJE IN APLIKACIJE	8
<i>Urban Sedlar, Luka Mali, Mojca Volk, Janez Sterle, Andrej Kos, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za telekomunikacije</i>	
VPLIV REGULACIJE NA PAMETNA MESTA	12
<i>Katja Mohar Bastar, Agencija za pošto in elektronske komunikacije, Ljubljana</i>	
VLOGA OPERATERJEV TELEKOMUNIKACIJSKIH OMREŽIJ PRI RAZVOJU PAMETNIH ELEKTRO-ENERGETSKIH OMREŽIJ	14
<i>Simeon Lisec, Radovan Serbec, Fedor Gabrovšek, Blaž Peternel, Telekom Slovenije d.d.</i>	
VLOGA EKSPERIMENTALNEGA SENZORSKEGA OMREŽJA LOG-a-TEC PRI RAZVOJU SENZORSKE INFRASTRUKTURE IN STORITEV	17
<i>Miha Smolnikar, Mihael Mohorčič, Odsek za komunikacijske sisteme, Institut "Jožef Stefan"</i>	
LEVERAGING TECHNOLOGY EVOLUTION FOR BETTER, SUSTAINABLE CITIES	22
<i>Roberto Saracco, EIT ICT Labs</i>	
"SAFE CITY" – AN OPEN AND RELIABLE SOLUTION FOR A SAFE AND SMART CITY	28
<i>Fedorov Vitalij, ZAO IskraUralTEL, Ana Robnik, Terekhov Alexey, Iskratel, d.o.o., Kranj</i>	
VSEPRISOTNOST GEOLOKACIJE IN GEOVIZUALIZACIJE V KONCEPTU PAMETNIH MEST ...	33
<i>Dalibor Radovan, Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana</i>	
PAMETNA ZGRADBA – OSNOVNI GRADNIK PAMETNEGA MESTA	36
<i>Robert Rozman, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana</i>	
NAČRTOVANJE PAMETNEGA DOMA V FUNKCIJI DOSEGANJA VIŠJE STOPNJE E-VKLJUČENOSTI IN SOCIALNE VKLJUČENOSTI	40
<i>Vesna Dolničar, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana</i>	
PROJEKT INNOVAge	45
<i>Gregor Steklačič, Center za razvoj Litija</i>	

SMARTSANTANDER – A SMART CITY EXPERIMENTAL PLATFORM	48
<i>Srdjan Krčo¹, Stevan Jokić¹, Joao Fernandes², Luis Sanchez³, Michele Natti⁴, Evangelos Theodoridis⁵, Divna Vučković¹, ¹Ericsson, Serbia; ²Alexandra Institute, Denmark; ³University of Cantabria, Spain; ⁴University of Surrey, UK; ⁵CTI, Greece</i>	
PREOBRAZBA MESTA ZA DIGITALNO PRIHODNOST	52
<i>Ana Seliškar, Mestna občina Ljubljana</i>	
NADGRADNJA IN AVTOMATIZACIJA CESTNEGA PROMETA V MO MARIBOR	56
<i>Tomaž Vrčko, Iskra Sistemi, d.d., Ljubljana</i>	
PREDSTAVITEV PROJEKTA Wi—Fi MOL	64
<i>Rudolf Sušnik, Ljubomir Oberski, Telekom Slovenije d.d.</i>	
SODOBNE STORITVE MESTNIH OMREŽIJ - PRIMER MOL	69
<i>Damijan Markovič, NIL d.o.o., Ljubljana</i>	
eCall – NE SAMO KLIC V SILI	73
<i>Boštjan Tavčar, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana</i>	
PAMETNA UPORABA VIROV IN VAROVANJE (VARSTVO) OKOLJA	75
<i>Gregor Lončar, IBM Smart Cities Smart Water Management</i>	
URBANOST IN SAP	82
<i>Tomaž Breznik, SAP Slovenija</i>	
NAPREDNO UPRAVLJANJE STVARI V PAMETNIH MESTIH	84
<i>Andrej Planina, Gašper Pintarič, Špica International, d.o.o.; Mihael Mohorčič, Miha Smolnikar, Institut "Jožef Stefan"</i>	
FROM SENSORS TO REAL-TIME ANALYTICS	88
<i>Carolina Fortuna, Marko Grobelnik, Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia</i>	
SISTEM VIDEO DETEKCIJE ZA RAZPOZNAVANJE KARAKTERISTIK PROMETNEGA TOKA V KRIŽIŠČIH	92
<i>Jure Pirc, Traffic design d.o.o., Ljubljana</i>	
UPORABA VIDEO SENZORJEV IN VIDEO ANALIZE PRI SPREMLJANJU PRETOKA PROMETA IN LJUDI V PAMETNIH MESTIH	95
<i>Janez Zaletelj, Jurij F.Tasič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, Robert Rijavec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana</i>	

Zgodovina delavnic VITEL

- 1993: 1. *ISDN omrežja in storitve v Sloveniji*, Brdo pri Kranju
- 1994: 2. *Mobilne in brezvrvične telekomunikacije*, Brdo pri Kranju
- 1995: 3. *Podatkovna omrežja in storitve v Sloveniji*, Brdo pri Kranju
- 1995: 4. *Načrtovanje, upravljanje in vzdrževanje komunikacijskih omrežij*, Brdo pri Kranju
- 1997: 5. *Varnost in zaščita v telekomunikacijskih omrežjih*, Brdo pri Kranju
- 1997: 6. *Zbliževanje fiksnih in mobilnih omrežij ter storitev*, Brdo pri Kranju
- 1998: 7. *Telekomunikacije in sprejetje Slovenije v Evropsko unijo*, Brdo pri Kranju
- 1999: 8. *Omrežja IP, internet, intranet, ekstranet*, Brdo pri Kranju
- 1999: 9. *Upravljanje omrežij in storitev*, Brdo pri Kranju
- 2000: 10. *Mobilnost v telekomunikacijah*, Brdo pri Kranju
- 2001: 11. *Dostop do telekomunikacijskih storitev*, Brdo pri Kranju
- 2002: 12. *Poslovne telekomunikacije*, Ljubljana
- 2002: 13. *Kakovost storitev*, Brdo pri Kranju
- 2003: 14. *Varnost v telekomunikacijskih sistemih*, Brdo pri Kranju
- 2003: 15. *Mobilni internet*, Brdo pri Kranju
- 2004: 16. *Pametne stavbe*, Brdo pri Kranju
- 2005: 17. *Telefonija IP (VoIP)*, Brdo pri Kranju
- 2005: 18. *Storitve trojček = Triple play*, Ljubljana
- 2007: 19. *Brezžični širokopasovni dostop*, Brdo pri Kranju
- 2007: 20. *Optična dostopovna omrežja*, Brdo pri Kranju
- 2008: 21. *Povsem IP-omrežja*, Brdo pri Kranju
- 2009: 22. *Širokopasovna mobilna omrežja*, Brdo pri Kranju
- 2009: 23. *Konvergenčne storitve v mobilnih in fiksnih omrežjih*, Brdo pri Kranju
- 2010: 24. *Prehod na IPv6*, Brdo pri Kranju
- 2011: 25. *Internet stvari*, Brdo pri Kranju
- 2011: 26. *Komunikacije in računalništvo v oblaku*, Brdo pri Kranju
- 2012: 27. *Telekomunikacije in zasebnost*

Zgodovina mednarodnih simpozijev VITEL (International Telecommunications Symposium)

- 1992: *VITEL*, Ljubljana
- 1994: *Subscriber Access*, Ljubljana
- 1996: *Broadband Communications Prospects and Applications*, Ljubljana
- 1998: *Mobility and Convergence Communication Technologies*, Ljubljana
- 2000: *Technologies and Communication Services for the Online Society*, Ljubljana
- 2002: *NGN and Beyond*, Portorož
- 2004: *Next Generation User*, Maribor
- 2006: *Content and Networking*, Ljubljana
- 2008: *DVB-T and MPEG4*, Bled
- 2010: *Digital Television Switchover Process*, Brdo pri Kranju

Uvodna beseda

Julija 2012 je Evropska komisija izdala Sporočilo, ki govori o pametnih mestih in skupnostih ter o evropskih partnerstvih za inovacije.

V sedanjem stanju gospodarske recesije si Evropa prizadeva, da bi čimprej vzpostavila primerne mehanizme za izhod iz krize in vzpostavila trdne temelje za trajnosten razvoj in stabilne gospodarske temelje. V ta namen je pripravila strategijo Evropa 2020, v kateri predlaga celovito strategijo za zagotovitev teh ciljev.

Ključni sestavni del te strategije so inovacije, saj bo konkurenčna sposobnost Evrope in njenih članic odvisna predvsem od vgrajene dodane vrednosti, ki dandanes temelji predvsem na širokem polju znanja. Pri tem ne gre več le za proizvodnjo izdelkov z visoko dodano vrednostjo, ampak predvsem za celovito obvladovanje celotnega človekovega življenjskega prostora, ki vključuje tako izboljšanje bivalnih pogojev na mikro ravni kot globalno upravljanje z viri in okoljem in s tem zmanjšanje vpliva na podnebne spremembe.

V teku je ustanovitev evropskih partnerstev za inovacije, ki bodo pospešila sodelovanje vseh sektorjev, ki delujejo na področju inovacij. Eden večjih izzivov je vsekakor povečanje energijske učinkovitosti s hkratnim izboljšanjem človekovega bivalnega okolja.

V Evropi živita okoli dve tretjini prebivalstva v urbanih okoljih in ta delež se s časom še povečuje. Zato je bilo ustanovljeno partnerstvo za inovacije "Pametna mesta in skupnosti" (PMS), ki deluje na področju energije, prometa ter informacijskih in komunikacijskih tehnologij. V okviru tega partnerstva si bodo akterji prizadevali za spodbujanje napredka in konvergence na področju proizvodnje, prenosa in rabe energije, prometa, mobilnosti ter informacijskih in komunikacijskih tehnologij. Zato že v več evropskih mestih izvajajo programe, ki združujejo omenjene sektorje.

Seveda so informacijske in komunikacijske tehnologije eden ključnih elementov tega povezovanja. Te tehnologije so pomembne tako pri analizah in upravljanju energije, prometa in drugih virov kot pri zagotavljanju komunikacijskih povezav za industrijo in končne uporabnike. Vse bolj postaja jasno, da lahko le združevanje razvojnih kapacitet z vseh področij in multidisciplinarni pristop k inovacijam prinesejo zelene rezultate.

28. delavnico o telekomunikacijah VITEL smo zato posvetili vprašanju razvoja in upravljanja pametnih mest. Vrsta prispevkov obravnava opis značilnosti pametnih mest, način upravljanja z viri, gradnjo informacijske in komunikacijske infrastrukture, postopke in algoritme za prepoznavanje slik in upravljanje prometa, pa tudi gradnjo človeku prijaznega bivanjskega okolja v obliki pametnih domov. Prispevki opisujejo nekatere že izvedene projekte pametnih mest ter izkušnje in koristi, ki so jih pridobila mesta pri izvajanju teh projektov.

Prebivalstvo Evrope se v povprečju stara in ravno zato smo posvetili okroglo mizu, ki poteka v okviru delavnice, vprašanju e-vključenosti in e-opismenjevanja s poudarkom na prebivalcih v tretjem življenjskem obdobju, medgeneracijski solidarnosti ter zagotavljanju ustreznih pogojev za njihovo življenje. Poleg tega se bodo udeleženci okrogle miza pogovorili tudi o izkušnjah pri gradnji pametnih mest in o potrebah, ki jih imajo mesta in o storitvah, ki bodo zagotovile hitrejši razvoj gospodarstva ter ugodnejše pogoje za delo in bivanje prebivalcev.

Nikolaj Simič
Predsednik programskega odbora delavnice

Programsko – organizacijski odbor delavnice

Nikolaj Simič, predsednik
Janez Bešter
Alojz Hudobivnik
Marko Jagodič
Janez Keršmanc
Pavel Meše
Tomi Mlinar
Ana Robnik
Ana Seliškar
Jože Unk
Zoran Vehovar
Boštjan Vlaovič

Programski odbor dogodkov VITEL

Alojz Hudobivnik, predsednik
Andrej Andoljšek
Janez Anžič
Boštjan Batagelj
Janez Bešter
Matjaž Blokar
Marko Bonač
Marjan Bradeško
Zmago Brezočnik
Tom Erjavec
Bogomir Horvat
Iztok Humar
Marko Jagodič
Avgust Jauk
Gorazd Kandus
Andrej Kos

Anton Kos
Ivo Kranjčević
Miha Krišelj
Savo Leonardis
Pavel Meše
Ana Robnik
Nikolaj Simič
Jaka Sodnik
Rudolf Sušnik
Mitja Štular
Sašo Tomažič
Anton Umek
Boštjan Vlaovič
Aleksander Vreže
Miroslava Zupančič
Drago Žepič

Ponedeljek, 12. november 2012

Smart City as an Innovation Engine: Case Oulu

Mika Rantakokko, Center for Internet Excellence, Oulu, Finland

Abstract — This article explains how an proactive city as a R&D&I ecosystem can achieve remarkable results in the field of innovation. City of Oulu has an internationally recognized tradition as an innovation center. Especially city's track record in the field of ICT can be regarded as a great success. Secret behind this development is in seamless collaboration in between all the central players related to innovation. This includes PPPP – Private-Public-People-Partnership. All parts of innovation support are in place, stretching all the way from basic infrastructure and services, to world class research and support for businesses. The presentation will give a view to Oulu experiences in introducing technology, business models, partnership and innovation concepts of a smart city, and also the vision and strategic steps onwards to keep up the top performance as a global level innovation hub.

Keywords — Smart city, innovation, ecosystem

I. INTRODUCTION

Today's cities are complex ecosystems, where ensuring sustainable development and quality of life is a central concern. In such environments, people, businesses and public authorities experience specific needs and demands regarding public and private services. Services are increasingly enabled and facilitated by ICT and Internet infrastructures. Therefore cities are facing growing challenges on how to maintain and upgrade the required infrastructures and establish efficient, effective, open and participative processes to keep up the pace with the demands of their citizens (Schaffers et al 2012).

A city can be called »Smart City« when investments in human and social capital and traditional and ICT-based infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory government (Caregliu et al 2009). There are also various other definitions about Smart City, such as they are places generating spatial intelligence and innovation, based on sensors, embedded devices, large data sets, and real time information and response. There are also various smart domains listed, like smart economy, smart mobility, smart environment, smart living, smart people, smart governance, smart infrastructures and smart communities.

Being a Smart City offers new and better services to city residents, as well as cost savings to the city in provision of services and operating the city. Good "Smart City" brand also attracts new key stakeholders to the city; companies, professionals, students, new business opportunities. The existing stakeholders within the Smart City value system have different roles in making city a smart one (Schaffers et.al. 2012):

1. *Local governments* set challenge and implement policies for development and orchestrate the planning and decision process. Policy instruments such as pre-commercial procurement contribute to pushing innovation.
2. *Citizens and businesses* have an immediate interest in shaping their living and working environment. Representing the demand side, they increasingly organize themselves in grassroots citizen interest groups or professional communities
3. *Living labs* act as generators of ideas and innovative solution though open innovation, and as "arenas" bringing

together different actors from both demand and supply side in the relevant value networks. It is a fundamental trend of smart cities that solutions have to be defined and implemented with the involvement of citizens, as consumers and user, as well as large enterprises and SMEs both acting as advanced users and suppliers, together with researchers and policy makers.

4. *Research and technology communities* such as research institutes/laboratories offer technological know-how as well as facilities for technology testing and for the evaluation of user experience enrichment and level of engagement.

II. OULU – CAPITAL OF NORTHERN SCANDINAVIA

Oulu is the sixth largest City in Finland, the largest City in Northern Finland and the largest urban centre in Northern Scandinavia with its 188'000 inhabitants, including 5000 foreigners representing 116 different nationalities. The City's residents are its most important asset. The drive towards the future and to create and innovate is likely due the region having the youngest population in Finland and in Europe with an average age of 34.5 years.

Oulu has also largest regional R&D spending per capita in Finland and fifth largest R&D spending in Europe. Especially the city is known for its ICT sector; there are 14 000 ICT jobs in region. City has also good business infrastructure and very innovation/R&D friendly central administration.

As a proof of global level performance in innovation City of Oulu has got several acknowledgements being innovative and smart city. Oulu made it just recently onto a Fortune magazine list of 7 best new global cities for startups¹. In 2012 Oulu has also been awarded as the most intelligent community in Europe, and being among Top7 globally². The tv channel CNBC ranked Oulu as one of the »15 Surprising Global Technology Cities«³. Oulu's international attention is not just recent; for example Wired Magazine ranked Oulu already in 90's as "Silicon Valley of Finland". This success has brought Oulu substantial international media exposure, publishing also prominent articles on Oulu-based start-ups.

¹ <http://money.cnn.com/gallery/technology/2012/09/19/startups-global-cities.fortune/7.html>

² <http://www.intelligentcommunity.org/index.php?src=news&refno=682&wpos=0,5000,11276>

³ <http://www.cnbc.com/id/49348509?slide=1>



Picture 1: Air Guitar World Championships have been held in Oulu since 1996 (www.airguitarworldchampionships.com/).

City of Oulu from Finland is an ideal example of a Smart City. Oulu has also been able to use successfully the Smart approach in business and innovation development. According to Oulu's track record the city can be even regarded as one of the forerunners among the Smart Cities, driving the Smart City ideas already from the early 90's. Many activities which have not been called at that time as a "smart city" have been done in co-operation with real end user, "the everyday innovator".

III. SMART OULU INNOVATION ECOSYSTEM

In association with economy or jobs Smart City is used to describe a city with a "smart" industry. That implies especially industries in the fields of information and communication technologies (ICT) as well as other industries implying ICT in their production processes (Giffinger 2007). The term Smart City is also used regarding the education of its inhabitants. A Smart City has therefore smart inhabitants in terms of their educational grade. Also good governance as an aspect of a smart administration is linked to Smart City approach; this is often referred to the usage of new channels of communication for the citizens, e.g. "e-governance" or "e-democracy". Smart City is furthermore used to discuss the use of modern technology in everyday urban life. Oulu's innovation ecosystem includes elements using Smart City approach.

Oulu's innovation engine is like the DNA in the body, being part of each cell (Bell, Robert et.al. 2012). It is based on the long tradition of co-operation between education and research institutes, companies, public sector as well as enthusiastic and innovative individuals. This means that instead of talking about Public-Private-Partnership in Oulu the term is *Public-Private-People-Partnership*. Smart City Oulu approach to cooperation activities is strategy driven and innovation oriented; collaboration projects are developed and executed based on a real need which means i.a. fast and easy deployment of the results.

The city of Oulu has recognised the importance of innovation and its innovation ecosystem as a central tool to guarantee the success. In 2007, city created a national level working group to evaluate city's potential from global perspective to draw up a regeneration proposal for the Oulu innovation ecosystem in order to better meet the challenges of business and innovation. One of the working group's proposals was to establish a strategic partnership of Oulu

Triple Helix development Alliance, called the Oulu Innovation Alliance (OIA). The alliance consists of the City of Oulu, the University of Oulu, the Oulu University of Applied Sciences, the VTT Technical Research Centre of Finland and Technopolis.

The purpose of the alliance is to carry on Oulu's long tradition of cooperation between education and research companies and the public sector that supported the Oulu region's high tech success story in the 1980s. The ultimate target of the OIA agreement is to maintain Oulu's position as an internationally recognized center for innovation. The OIA agreement signed between the founding members lays out strategic objectives, the governance model, the roles and responsibilities of each member as well as the practical implementation of the cooperation. The OIA founding partners have committed:

- To focus their operations, education, research and development activities on agreed innovation areas
- To invest in the development of agreed infrastructures
- To create and develop mechanisms for mutual use

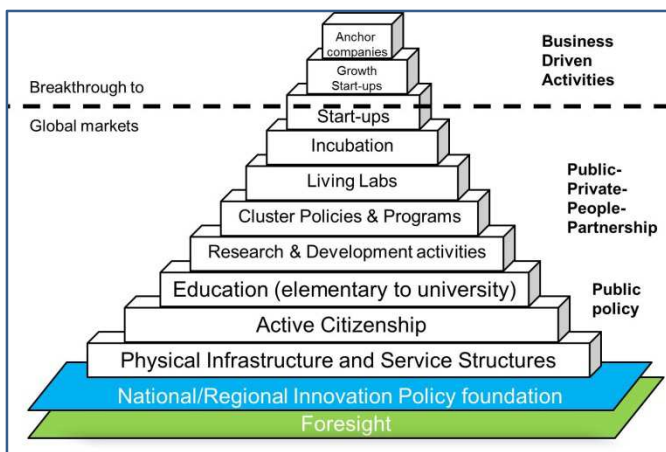
The initial focus areas were agreed – based on a study to find the most potential sectors from international perspective - as Internet research, printed electronics, international business, environment and healthcare sectors. The activities focused on the creation of centers of excellence and the creation of an open ubiquitous city in Oulu. The OIA has established several innovation centers that are responsible for executing the OIA strategy in their respective fields: Martti Ahtisaari Institute of Global Business and Economics (MAI, <http://www.maigbe.fi>), Center for Internet Excellence (CIE, <http://www.cie.fi>), PrintoCent (<http://www.printocent.net>), Center for Health and Technology (CHT, <http://www oulu.fi/english/CHT>) and Center for Environment and Energy (CEE).



Picture 2: Oulu Innovation Alliance structure.

A. Oulu City Innovation Ecosystem

Basic idea behind the Smart City focused innovation ecosystem is that the entire system serves common goal – making city a better place to live and to make global growth oriented business. From this perspective the innovation ecosystem has been developed to take into account all layers (Picture 3). All parts and layers are needed, and linked together to support the common goal. How this approach is implemented in City of Oulu is presented here especially from ICT perspective.



Picture 3: Innovation Ecosystem Structure.

B. Policy foundation, foresight perspective

Foresight and policy approach to the innovation system comes mainly through Oulu Innovation Alliance, which defines the common framework for local innovation policy and activities, taking into account i.a. global trends and Oulu's strengths as described earlier. The parts of innovation ecosystem structure are interconnected to support the common goals, being developed as part of the totality. A good example of this approach is Oulu Inspires Innovation Strategy (2007-2013)⁴, which draws attention to the importance of human enthusiasm as a source of innovation. Enthusiasm springing from a working environment of inspired individuals enables renewal as well as success in global competition. The strategic goal is two-fold. First, make Oulu known for its growth of companies operating in the global market. Second, ensure the inspiring city is a competitive, dynamic innovation environment for different businesses.

City of Oulu has been a very active player at the operational level, investing its own funds and resources into joint development programs executed in collaboration with local industry and research institutions. Primary examples of such programs are the Competence Oulu 400 Program⁵ and the Future Service Society Program that illustrate the City of Oulu's commitment to advancing the knowledge society.

C. Infrastructure and Service Structures

The city and all other central players take into account innovation aspects also in development of infrastructure and service structure. One good example of this is development of innovative ICT deploying schools; the best example from existing schools from this approach is Ritaharju school⁶, which was opened 2010. The school acts as a heart of community center, serving pupils but also other people living in the area. From innovation ecosystem perspective it works as a testing environment for researchers and businesses, being also a very popular site to visit to see how innovative teaching and learning environments works in practice.

Another example from innovative infrastructure is Oulu Technology Park (later Technopolis Plc.), which is the first technology park in Nordic countries, founded in 1982 to

⁴ www.ouluinspires.fi/strategy/index.htm

⁵ <http://www.ouka.fi/taito/>

⁶ <http://www.ouka.fi/oulu/ritaharjun-koulu/in-english>

provide premises to ICT companies and act as an incubator⁷. Technopolis operates nowadays in ten cities in Finland, as well as in Estonia, and Russia. In addition to the provision of premises the Oulu Technology Park has been a central player in supporting innovative SMEs.

Innovativeness means also proactive approach towards innovative infrastructures. Oulu has been in forefront in development of an open source virtual world platform called realXtend that lets anyone create 3D environments and applications⁸. realXtend project, which was started in 2006, speeds up the development of the global standardized 3D internet of virtual worlds by making the technology available to everyone, and entirely free of charge.

The latest addition to the Oulu innovation infrastructure is a cave virtual lab, which has already attracted both domestic and international attention⁹. Cave virtual lab is a joint operation in Oulu where the aim has been to build a modern 3D environment. The space has been built to the Oulu University of Applied Sciences and has been operational since beginning of October 2012. The newly opened environment makes it possible to visualize designs where people can walk around freely. This is useful for example to architects who are designing new buildings and environments and want to gather user feedback before the building process starts. The goal is to meet the needs of rapidly growing businesses in the Oulu area, developing business/products in the field of 3D Internet.



Picture 4: 3D Cave lab in Oulu was visited by the Ambassador of Kazakhstan to Finland, Mr Galymzhan Koishybayev and the Ambassador of Finland to Kazakhstan, Mr Mikko Kinnunen (Picture: Jussi Tuokkola).

D. Citizen perspective

From the user community's point of view – both citizens and business - city appears as a smart space providing rich interaction between the physical, virtual and social spaces. This means that citizens can enjoy about innovative service solutions, such as innovative schools, and also contribute to the development of new services.

One way to serve citizens is to develop communal ubiquitous technology to embed information technology into the urban environment in an invisible manner, enabling the production of better services for citizens. A 'ubiquitous city' has been envisioned as an urban environment in which

⁷ <http://www.technopolis.fi/en/technopolis/Pages/default.aspx>

⁸ <http://realxtend.org/>

⁹ <http://www.oamk.fi/hankkeet/cave/>

solutions and devices using embedded information technology merge physical, virtual, and social spaces into one seamless entity. The primary task of ubiquitous technology is to facilitate the lives of citizens.

Competence Oulu 400 Program and Future Service Society Program enhance digital inclusion. Among other things the program launched the development of the OmaOulu Citizen Portal¹⁰ for the purpose of providing “one stop” access to municipal online services. The portal provides the citizens of Oulu with access to a wide range of the City's e-services as well as to other user-friendly information society services. The portal is based on open source architecture and employs the single sign on (SSO) authentication mechanism so that the user can access all services with a single login. Since May 2012 the portal has also supported mobile authentication. Every citizen of Oulu who chooses to use the portal gets a customizable personal page, access to social networking services, and easy-to-use and reliable email. The OmaOulu Citizens Portal contains currently 50 services and is used monthly by 21'000 users.

The Future Service Society program developed e-services for the municipalities in the Oulu region, both transforming existing conventional services into web services and developing completely new online services. The Future Service Society program has also established the means for fostering user-driven open innovation. PATIO test user community program to foster user-driven open innovation¹¹, established in Oct 2010, encourages the inclusion of citizens of all ages in the user-driven open innovation of new services and in the co-creation of services with businesses and developers. Today PATIO is part of the OULLABS (Oulu Urban Living Labs). Every citizen is welcome to join the Patio, to participate in the design and evaluation of new applications and services at different stages of the design process. Companies or organizations can easily collect users' feedback on their products, services or ideas. Over 50 different projects involving almost 500 users have been carried out at PATIO so far. They have varied from idea generation to evaluation and the testing of, for example, mobile applications, mobile device designs, 3D user interfaces or public online services. Customer experiences show that PATIO has been useful for research projects and product and service development of companies.

Education level of people in City of Oulu is one of the highest in Finland; 75% of inhabitants older than 15 years have degree education (SVT 2012). Even though education perspective is essential related to innovation it is not just university level education. To secure high level education all the way from pre-school the city invests in development of learning environments to meet challenges of future learning. The Education Office in the City of Oulu is investing in future oriented thinking to better match the learners and their needs. Ritaharju school is a good example of this.

E. Research and education institutions

From the R&D institutions' point of view the city appears as an open community test bed stimulating innovation, research and development of new services and applications. Core research and education institutions in City of Oulu are

University of Oulu¹², established in 1958 with 17 000 students, Oulu University of Applied Sciences¹³, with 9 000 students, as well as VTT State Technical Research Centre of Finland¹⁴, established to Oulu in 1974.

Development of collaboration in between the organisations has also been resulting establishment of new innovation centers, such as Center for Internet Excellence (CIE), where all the central bodies in the field of future Internet/3D Internet collaborate. CIE research and innovation activities are multi-disciplinary with main focus in technology but closely linked with application development, usability, social sciences and business. CIE also drives for the Living Lab approach to obtain user-driven innovations by involving individuals outside the traditional product and service creation professions. This empowers ordinary people to experiment and contribute for the Future Internet. According to the multidisciplinary approach also CIE's activity themes vary, from technology oriented cooperation with Intel and Nokia related to 3D Internet in mobile devices, all the way to how to exploit 3D Internet in education as well as how to develop equality in ICT sector.

F. Cluster policies and programs

In the 1980s the City of Oulu, together with local industry and research institutions, established the first regional business development strategy with a conscious decision to focus on ICT and electronics. These organizational and strategic developments laid the foundation for the subsequent evolution of the Oulu region into one of the leading “silicon valleys” in the world.

Oulu has systematically updated its master strategy to address the changes in the economic climate. In 1990s “Oulu Centre of Expertise Program”¹⁵ laid the strategic objectives to increase the development of ICT in different areas of society, to accelerate the commercialization of ICT-based ideas and products in the global business arena and to support the development of new technologies that tolerate risks for business. In time the program was extended to the national level by the Ministry of Employment and the Economy. Centre of Expertise Program is still a tool for innovation policy in Finland, and in Oulu.

In the next stage “Oulu Growth Agreement” continued the strategic approach related to cluster policies and programs. with the objective to improve Oulu's position as an international competence cluster and increase the competitiveness of growth sectors (OECD 2005). The agreement was signed by a large number of local public entities committing themselves to 300 MEUR of joint R&D activities during five years on five competence clusters: information technology, content and media, wellness, biotech and environmental technology. In the last phase Oulu Innovation Alliance has been coordinating the innovation policy work with focus on internationally competitive sectors.

G. Living Labs

Oulu's unique Living Lab infrastructure is coordinated under OULLabs (Oulu Urban Living Labs) brand¹⁶.

¹² <http://www oulu.fi/english/>

¹³ <http://www.oamk.fi/english/>

¹⁴ <http://www.vtt.fi/?lang=en>

¹⁵ http://www.oske.net/en/contacts/centres_of_expertise2/oulu_region/

¹⁶ <http://www.oullabs.fi/en/front-page.html>

¹⁰ <http://www.omaoulu.fi>

¹¹ <http://www.patiolla.fi>

OULLabs, coordinated by Center for Internet Excellence, aims to provide a diverse environment for innovation, research, development and testing of new applications and services in authentic environment with real users and thus to improve competitiveness of the companies. OULLabs is a network-like Living Lab which is based on the infrastructures of the founding members of the Oulu Innovation Alliance.

OULLabs aims to enlarge the utilization of the common infrastructures by gathering them into a one stop shop-based entity from where a customer company can easily order a comprehensive user test for a new application. OULLabs infrastructure includes among other things a free wi-fi network panOULU, which covers large parts of the city, online test user forum PATIO, which provides companies and organizations an opportunity to easily collect users' feedback on their products, services or ideas. Testing infrastructure includes also other type of testing environments, such as sensor networks and innovative schools and hospitals.

panOULU¹⁷ wifi network, established in 2003, is an excellent example of Oulu approach to Living Lab activities. Developed in collaboration the network works as a testing environment, but also provides open and free Internet access to all. Today, panOULU is a regional municipal WiFi network comprising of 1300 access points around the City of Oulu and 8 nearby townships. The City of Oulu provides the largest zone of 580 access points covering downtown Oulu and all municipal facilities. The 1300 access points provide open (no authentication or registration) and free (no payment) Internet access to the general public. The network is used monthly by over 40'000 unique devices, of which a large proportion belongs to visitors. The network is also valuable asset for numerous R&D projects. The usage of the network has grown so much that the City of Oulu and the University of Oulu just have decided to sponsor the tripling of the capacity of the Internet gateway of the network.



Picture 5: UBI-screens, which are part of OULLabs infrastructure, are large, public, interactive displays installed in several locations in downtown Oulu.

H. Incubation environments

City of Oulu has organised its business development and support activities to development company »Business Oulu«¹⁸. BusinessOulu aims at creating a business climate that supports entrepreneurship and boosts the creation, operation, growth and competitiveness of businesses, which

will enhance the employment situation. BusinessOulu promotes the internationalisation of local companies and handles the international business marketing of Oulu.

YritysTAKOMO¹⁹ is an open innovation environment where experts and new ideas meet. With a pre-defined support process YritysTAKOMO employs expert teams to assess if there would be a market for a new idea. The main objectives of YritysTAKOMO include the creation of new startup companies in the Oulu region, keeping unemployed experts active and connecting them with open positions in existing companies. Since May 2010, the program has created 51 new start-ups employing currently 140 people in a broad range of different business segments. Matchmaking events and seminars organized by the program have attracted over 1000 people, helping 150 people to get employed by existing companies.

Business Kitchen²⁰ is the Oulu Innovation Alliance, University of Oulu and Oulu University of Applied Sciences common growth entrepreneurship center. The goal of Business Kitchen is to create a new collaborative approach to entrepreneurship, to promote growth and internationalisation. Business Kitchen acts as an open innovation environment, bringing together organisations which supports new business development. The activity provides a channel for making better use the academic skills and research results for the benefit of vitality of the region. In the premises of the co-location center there are i.a. incubator, business development and student brokerage services, some Business Oulu functions, students' entrepreneurship community OuluSES as well as several start-up companies. There is also close cooperation with other incubation services.

I. Companies and company collaboration

City of Oulu, The Capital of Northern Scandinavia, is the place to be, especially if you are interested in real growth in Finland. This was one of CNBC's findings in last October when they were listing 15 Surprising Global Technology Cities. These kinds of acknowledgements are a result from collaboration where businesses are at the core.

There are plenty of ICT related achievements, which are a result from collaboration where Oulu can say being nr 1 in the world, such as:

- The first phone call over a cognitive radio network 2010
- The world's first OS 3D Internet platform 2007
- The world's first WCDMA (3GPP) telephone call 2002
- The world's first WCDMA telephone call 1996
- The 1st contactless fare collection system for public bus transportation 1992
- The world's first GSM telephone call 1991
- The world's first GSM base station early 1991
- The world's first NMT network early 1981
- The world's first wrist watch heart rate monitor 1980
- The Northern Finland Birth Cohort, a unique global and comprehensive database of information on people born in Northern Finland in 1966, available also for business use.

3D Internet is a prime example of an emerging sector with huge potential for growth and global impact to achieve similar results, based on a local innovation in companies and research institutions. The rapidly growing 3D Internet innovation cluster includes 15 companies employing

¹⁷ <http://www.panoulu.net>

¹⁸ <http://www.businessoulu.com/en/home.html>

¹⁹ <http://www.yritystakomo.fi>

²⁰ <http://www.businesskitchen.fi/>

currently 250 people, including the Intel-Nokia Joint Innovation Center Oulu focusing on 3D Internet R&D. Expertise areas include 3D mobile interfaces, 3D leisure and serious games, 3D virtual modelling, 3D virtual learning environments, 3D architectural design and urban planning, mixed reality applications and immersive digital environments.

The sector has formed a business oriented collaboration network 3D Internet Alliance²¹, bringing together the experts of 3D Internet and representatives from other fields of business. Members comprise of 3D specialists, content providers, research organizations, public institutes, media, venture capitalists and end customers from several fields of business.

IV. NEXT STEPS IN SMART OULU

Several structural changes have taken place in the local ICT industry in the 2000s. Globalization has had an impact on the ICT business, effecting also Oulu. At the same time the costs of public services, particularly in the social and healthcare sector, are increasing. These challenges call for solutions to set up new businesses and more cost-effective services.

The City of Oulu together with other central players are prepared for upcoming structural change of the local ICT industry by active participation in knowledge workforce and business development programs. Structural Change program comprises of four types of activities:

5. Support for establishing new companies in Oulu
6. Education programs for ICT professionals and youth employment
7. Large-scale projects to stimulate new business and employment;
8. Activation of new businesses and capital financing.

One essential action point for Oulu is to make its expertise more visible globally. This will be done i.a. with help of active global networking and marketing campaigns.

V. CONCLUSIONS

City of Oulu is a forerunner Smart City. It has been able to use this competitive advantage to develop new innovations, businesses and services for the benefit of the whole society. Oulu's citizens have been playing a central role in the development work. Innovative approach and capability to react fast to the changes are securing Oulu's role in the top of the global technology cities also in the future.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Bell, Robert, John Jung & Louis Zacharilla: Seizing our destiny: 2012's best communities to live, work, grow and prosper in – and how they got that way, Intelligent Communities Forum, 2012.
- [2] Caragliu, A., Del Bo, C. and Nijkamp, P.; "Smart Cities in Europe". Series Research Memoranda 0048. Free University, Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics, 2009
- [3] Giffinger, Rudolf, Smart cities: Ranking of European medium-sized cities, the Centre of Regional Science at the Vienna University of Technology, 2007.
- [4] OECD, Territorial review of Finland, 2005.

- [5] Schaffers Hans, Nicos Komninos, Marc Pallot (ed.); FIREBALL White Paper: Smart Cities as Innovation ecosystems Sustained by Future Internet, FIREBALL project, 2012.
- [6] SMART+CONNECTED COMMUNITIES INSTITUTE, Smart Cities Exposé: 10 Cities in Transition, 2012.
- [7] Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestön koulutus rakenne [verkköjulkaisu]. ISSN=1799-4586. 2010, Liitetaulukko 3. Koulutustasoltaan korkeimmat ja matalimmat kunnat 2010 . Helsinki: Tilastokeskus

²¹ <http://3dinternetalliance.org/>

IoT tehnologije in aplikacije

Urban Sedlar, Luka Mali, Mojca Volk, Janez Sterle, Andrej Kos
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za telekomunikacije

Povzetek — Internet stvari (IoT) označuje evolucijo v omrežje povezanih naprav, ki z miniaturizacijo, vedno boljšo povezljivostjo in razmahom senzorskih tehnologij odpirajo množico novih načinov uporabe. Hkrati je področje IoT polno novih izzivov, ki obsegajo vse od zagotavljanja zadostnega naslovnega prostora (IPv6) in avtonomije sistemov, do novih načinov obdelave velikih količin podatkov, ki jih takšne naprave generirajo. Aplikacije na osnovi IoT ne bodo revolucionarizirale le pametnih mest, temveč tudi e-zdravstvo, pametne domove, energetska omrežja, komunikacije in še mnoga druga področja.

Ključne besede — pametno mesto, IoT, obdelava podatkov, big data

Abstract — Internet of things (IoT) represents an evolution of interconnected devices, which have—through miniaturization, ever-increasing connectivity and ubiquitous sensor technologies—opened a plethora of new use cases. At the same time, IoT is full of challenges, ranging from assurance of sufficiently large address space (IPv6), autonomy, to storing and processing large amounts of data to gain insight. IoT-based applications won't just revolutionize smart cities, but e-health, smart homes, smart grids, communications, and many other fields as well.

Keywords — Smart city, IoT, data processing, big data

I. UVOD

V zadnjih letih smo priča izjemnemu napredku na področjih senzorskih tehnologij, procesorskih zmogljivosti, diskovnih kapacitet in povsod prisotne povezljivosti. Vse to omogoča številne nove scenarije uporabe, ki temeljijo na obdelavi velike količine podatkov v popolnoma novih kontekstih. Komoditizacija namenskih senzorjev in razmah mobilnih terminalov (za katere ime »telefon« že dolgo ni več najprimernejše, saj gre v resnici za zmogljive računalnike, nabite z zmogljivo senzorsko periferijo) niža stroške za izvedbo podatkovno bogatih scenarijev, kakršni do sedaj zaradi visokih stroškov niso bili mogoči.

Zaradi splošne uporabnosti konceptov interneta stvari je scenarijev uporabe izjemno veliko in takšni sistemi bodo v naslednjih letih prodrli v vse vidike naših življenj. V nadaljevanju podrobneje predstavljamo nekaj scenarijev, s poudarkom na aplikacijah za izboljšanje bivanja in delovanja v mestih, kar bo neobhodno vodilo do pametnejšega mesta in s tem zvišanja kvalitete življenja ter zmanjšanje ekološkega odtisa mesta kot celote. Primeri takšnih scenarijev so pametni promet, spremljanje okoljskih parametrov, informacijsko podprto odvažanje smeti, spremljanje hrupa in nadzor nad vodnimi izgubami. Seveda pa je z informatizacijo mesta in individualnih sistemov nujno upoštevati vidike interoperabilnosti in odprtosti. Za uspešno vzpostavitev ekosistema pametnega mesta je v postopek pridobivanja in obdelave podatkov potrebno vključiti tudi posameznika; ta lahko, kot smo se naučili na primeru svetovnega spleta, prispeva veliko: tako podatke in povratne informacije, kot tudi »pamet«. Kot primer prispevanja podatkov naj navedemo projekt Quake-Catcher [1], ki na osnovi zbiranja podatkov iz prenosnih računalnikov z vgrajenimi pospeškometri meri in napoveduje potresno aktivnost po svetu; prostovoljci lahko sodelujejo z namestitvijo programa, ki podatke pošilja na strežnik.

Drug pomemben vidik pa je prispevanje »pameti«, za kar je nujen predpogoj, da so vsi podatki javne narave odprti in prosto dostopni. Zgled na tem področju predstavljajo številna svetovna velemesta (primer: New York [2]), ki dajejo na voljo celotne podatkovne zbirke v strojno berljivem formatu, s čimer stimulirajo razvijalsko in znanstveno skupnost, da analizira podatke, išče vzorce in ustvarja nove inovativne aplikacije.

II. TEHNOLOGIJE

Tako scenariji pametnih mest kot drugih nastajajočih inteligentnih sistemov ne bi bili mogoči brez velikega tehnološkega napredka na področju sensorike, omrežnih tehnologij in obdelave velikih količin podatkov (big data). V nadaljevanju na kratko predstavljamo vsak sklop posebej.

A. Senzorji

Senzorji so majhne elektronske naprave, ki določeno fizikalno količino pretvorijo v električni signal, da jo lahko izmerimo. Električni signal, ki ga ustvarja senzor je lahko analogen (el. tok ali napetost v odvisnosti od merjene količine) ali digitalen (binarni ali protokolni). Tako senzorje povezujemo z mikrokrmilniki in mikroprocesorji preko analogno-digitalnih pretvornikov, digitalnih vhodov ali perifernih vmesnikov I2C, SPI, SMBus, UART, USB, ipd. S pomočjo mikroprocesorjev izmerjeno vrednost ovrednotimo, po potrebi preoblikujemo, s pomočjo odločitvene logike sprožimo procese ali podatke zgolj pošljemo na oddaljen strežnik preko razpoložljivih komunikacijskih povezav. Zmogljivejši senzorji že vsebujejo logično vezje, ki izmerjene vrednosti smiselno preoblikuje.

Senzorji, ki so primerni za aplikacije pametnih mest so lahko za merjenje vremenskih vplivov, kot je osvetljenost, temperatura zraka, vlažnost zraka, zračni tlak, hitrost in smer vetra, količina padavin, sončno in UV sevanje, ipd. S senzorji za merjenje onesnaženosti mest lahko izmerimo radioaktivno sevanje, količino nevarnih plinov (ogljikov monoksid, metan, butan, itd.), onesnaženje s prašnimi delci, jakost zvočnega onesnaženja, ipd. S pomočjo senzorjev pretoka vode, IR temperature, gibanja zemeljskih gmot in vibracij lahko predčasno zaznamo naravne nesreče in ustrezno ukrepamo. Poleg navedenih senzorjev poznamo tudi namenske senzorje za merjenje gostote prometa, zasedenosti parkirnih mest, senzorje za določanje lokacije, senzorske značke za označevanje predmetov in ostale senzorje, ki nam služijo kot osnovni gradniki pametnih mest prihodnosti.

Senzorji so lahko samostojne elektronske komponente ali del vgrajenih (ang. embedded) elektronskih platform, ki že vsebujejo vsaj en komunikacijski vmesnik. Komunikacijski vmesnik nam služi za posredovanje senzorskih podatkov na oddaljen strežnik, kar omogoča komunikacijo med napravami (M2M) in osnovo za internet stvari (IoT). Pametni mobilni terminali danes vsebujejo množico senzorjev, kot je lokacijski senzor GPS, magnetometer in elektronski kompas, pospeškometer, senzor osvetlitve, mikrofona, kamero visoke ločljivosti, ipd. Hkrati pametni mobilni terminali vsebujejo različne komunikacijske vmesnike (2G/3G/4G, Wi-Fi, Bluetooth), mobilni operacijski sistemi pa omogočajo razvoj aplikacij tretjim osebam in nam tako predstavljajo odlične platforme za razvoj senzorskih omrežij.

B. Povezljivost

Vrednost množice nameščenih senzorjev se močno poveča, če lahko podatke iz njih pridobivamo avtomatično in v realnem času, saj lahko tako na podatke izjemno hitro reagiramo. Na področju povezljivosti med senzorji (t.i. senzorska omrežja) se je razmahnila množica tehnologij, od povsod prisotnih domačih in mestnih omrežij Wi-Fi, mobilnih omrežij, nizkoenergijske tehnologije Bluetooth 4.0 (ang. Bluetooth Low Energy – BLE) in ZigBee, do zaprte nizkoenergijske brezžične tehnologije ANT+. Naštete tehnologije omogočajo zankasto (ang. mesh) topologijo omrežja, samodejno organizacijo omrežja in posredovanje podatkov med vozlišči do komunikacijskih prehodov po najkrajših komunikacijskih poteh. Komunikacijski prehodi so običajno zmogljivejša vozlišča, ki omogočajo posredovanje podatkov iz senzorjev v globalno komunikacijsko omrežje, ki je običajno prav internet. Zato komunikacijski prehodi poleg senzorskih komunikacijskih vmesnikov vsebujejo tudi ostale vmesnike kot so Ethernet, Wi-Fi, GSM/GPRS, UMTS/HSPA in LTE.

Poleg fizične povezljivosti je nujna tudi jasna logična naslovljivost posameznih naprav. Na tem področju se zaradi strmo naraščajoče količine nameščenih senzorskih naprav pojavlja vedno večja potreba po uvedbi protokola IPv6 tudi v senzorskih omrežjih, saj močno razširja naslovni prostor protokola IPv4. Protokol IPv6 bo tako omogočil globalno naslovljivost vseh senzorskih naprav, delovna skupina 6LoWPAN pa je dodatno specificirala tudi mehanizme za optimizacijo IPv6 za uporabo v napravah nizke zmogljivosti.

C. Zbiranje, hramba in obdelava podatkov

Transport velikih količin podatkov predstavlja velik izziv, hramba in obdelava pa še neprimerno večjega. Če pomnožimo kapaciteto prenosne linije izpred 10 let (npr. 14.4 kbit/s) s 24 urami na dan, 365 dni na leto, dobimo 40 GB podatkov. Če to naprej pomnožimo samo s 100 senzorji (kar je malo že za današnje razmere), dobimo letno več kot 4 TB podatkov, ki jih je potrebno shraniti in obdelati. Če namesto konzervativnih števil vzamemo bolj realistične, postanejo izzivi še mnogo večji.

Hramba podatkov tradicionalno poteka z uporabo relacijskih podatkovnih baz, ki pa so v številnih pogledih omejene. Tipičen izraz, ki se za takšno omejenost uporablja, je vertikalna skalabilnost, ki pomeni, da lahko bazo razširimo samo "v višino", z nakupom večjega in močnejšega strežnika. Takšna skalabilnost ima seveda svojo mejo, saj pogosto ne moremo kupiti strežnika, ki je 100x močnejši, lahko pa kupimo 100x več strežnikov. Slednje označujemo s

horizontalno skalabilnostjo, in klasične relacijske podatkovne baze lahko horizontalno skaliramo samo s precej truda. Tipičen tak postopek se imenuje "sharding", kjer podatke glede na določen ključ razdelimo na več enot (npr. senzorje od 1 do 1000 dodelimo na prvi strežnik, senzorje od 1001 do 2000 na drugega, ipd.). Zelo pogost in uporaben je tudi sharding glede na čas (npr. podatki za prvi teden na enem strežniku, podatki za drugi teden na drugem, ipd.), saj je pogosto kratkoročna analiza podatkov najpomembnejša, ker predstavlja trenutno stanje, in jo je na tak način najlažje izvesti.

Alternativen pristop pa predstavljajo tako imenovane NoSQL podatkovne baze, ki nimajo sheme v tradicionalnem smislu in so pogosto že elastično skalabilne brez ročnega poseganja. Pri takšnih podatkovnih bazah ni potrebno spreminjati podatkovnega modela, saj je vsak zapis (ang. record) pogosto tako fleksibilen, kot da bi bil datoteka na datotečnem sistemu. S takšnimi podatkovnimi bazami je horizontalna skalabilnost enostavno izvedljiva, saj je potrebno ob pomanjkanju kapacitet samo dodati nov strežnik v sistem, s čimer »horizontalno« razširimo podatkovno bazo.

Dodatno težavo pa predstavlja tudi obdelava tako zapisanih podatkov. Trenutno enega od perspektivnejših pristopov predstavlja postopek map/reduce, ki ga je prvi populariziral Google [3]. Map/reduce temelji na dvostopenjski obdelavi podatkov, kjer v prvem koraku razdelimo (faza »map«) opravilo in podatke množici strežnikov, od katerih vsak obdelava dodeljene podatke, ob koncu pa rezultate združimo (faza »reduce«) v celoto. Seveda je takšna obdelava paketna (ang. Batch), zato jo lahko enačimo z brskanjem po podatkovnem skladišču, ne more pa dati rezultatov v realnem času.

Ko pa so potrebni rezultati v realnem času, je nujna uporaba dogodkovno naravnanih sistemov, ki omogočajo kompleksno obdelavo dogodkov (ang. complex event processing – CEP). Slednji ne predstavljajo uporabe filtra (poizvedbe) nad podatki, temveč spuščanje toka podatkov skozi prednastavljen filter. Takšni sistemi lahko zaradi odsotnosti potrebe po hrambi vseh podatkov dosežajo veliko večje hitrosti obdelave, vendar pa lahko izvajajo le vnaprej določene poizvedbe, ne pa tudi zgodovinskih poizvedb nad celotnim korpusom podatkov.

Ko hrambo in obdelavo podatkov prestavimo na horizontalno skalabilne sisteme, lahko večino skaliranja dosežemo z uporabo računalništva v oblaku, ki omogoča, da se število strežnikov dinamično prilagaja potrebam po hrambi in obdelavi.

III. APLIKACIJE ZA PAMETNEJŠA MESTA

Mesto je kompleksen ekosistem, kjer se na istem geografskem področju prepleta množica soodvisnih sistemov, tako infrastrukturnih (promet, dobava električne energije, plina, vodovodni sistem, kanalizacija, telekomunikacijsko omrežje), kot tudi družbenih, bioloških in okoljskih. Nobeden od naštetih sistemov ni popolnoma neodvisen, vendar jih v nadaljevanju nekaj kljub temu izpostavljam ločeno, ker izkazujejo velik potencial za vpliv na kvaliteto življenja v mestih.

A. Pametni promet

Na področju pametnega prometa pričakujemo tako aplikacije nadzora prometa, kjer bo z boljšim spremljanjem

pretočnosti in zastojev mogoče optimizirati prometno prepustnost, kot tudi aplikacije "over-the-top", kjer bo na nivoju programske opreme posameznega avtomobila mogoče doseči tako peer-to-peer komunikacijo med vozili kot popolnoma neodvisne rešitve za povečevanje varnosti in učinkovitosti prometa.

Primeri takšnih aplikacij so sporočanje bližnjim vozilom kdaj voznik pohodi zavorni pedal, kar avtomobilu za njim omogoča hitro in avtomatsko reagiranje v primeru naleta, predčasno opozarjanje na bližajoče se reševalno vozilo (ang. blue wave), avtomatično sporočilo SOS s točno lokacijo vozila (e-Call), anonimizirano sporočanje lokacije vozila na strežnik, ki na podlagi gostote prometa omogoča avtomatsko usmerjanje (routing) po manj obremenjenih cestah, ter futuristični koncept robotskega taksija, ki je bližje, kot se zdi. Google že več kot eno leto testira avtomobile, ki vozijo sami s pomočjo napredne sensorike (GPS sprejemnik, kamere, laserski »radarji«, natančna kartografija mesta, poznavanje prometnih predpisov, slikovni zajem prometnih znakov, pešcev in drugih vozil) [4]. Takšni avtomobili so že avtonomno prevozili čez 300.000 km, pri čemer so doživeli eno samo nesrečo, in sicer takrat ko je avto upravljal voznik. Sprejetje zakonov, ki takšne avtomobile dovoljujejo v določenih ameriških zveznih državah predstavljajo precedens, ki uporabo takšnih avtomobilov vedno bolj približuje realnosti tudi drugod po svetu.

B. Pametni zabojniki in informacijsko podprto odvažanje smeti

Ker zaradi visoke populacije ljudje v mestih proizvedemo ogromne količine odpadkov, katerih odvoz je povezan s visokimi stroški, predstavlja optimizacija odvoza pomembno fronto za povečanje učinkovitosti mesta in zmanjšanje ekološkega odtisa.

Primer rešitve, ki naslavlja ta problem, predstavljajo pametni zabojniki, kakršne uvajajo na Nizozemskem [5]; medtem ko so zabojniki za recikliranje brezplačni, so zabojniki za preostanek odpadkov dostopni samo z RFID kartico in uporabniku zaračunavajo strošek odvoza glede na težo odvrženih smeti. Takšen zabojnik dodatno ve kdaj je poln, kar omogoča prihranek tudi na stroških odvoza in posledično zmanjšuje ogljikov odtis.

C. Spremljanje okoljskih parametrov in onesnaženosti

Spremljanje okoljskih parametrov se doma in po svetu trenutno dogaja v zelo omejenem obsegu. Kot primer, v Sloveniji meritve onesnaženosti zraka izvaja ARSO, vendar pa so podatki prosto dostopni zgolj za 12 lokacij, kar podaja zelo grobo sliko okolja na nivoju cele države, ne more pa zagotoviti podrobnega pregleda na nivoju samega mesta. Spremljanje okoljskih parametrov je v takšnem primeru povezano z visokimi stroški, saj je potrebno namestiti in vzdrževati profesionalno merilno opremo na fiksni lokaciji.

Kljub temu, da novi in cenovno ugodni senzorji pogosto ne dosegajo natančnosti profesionalne okoljske merilne opreme, ter da kvantiteta ne more biti nadomestilo za kvaliteto, pa vseeno dosegamo stanje, ko senzorji postajajo *dovolj dobri*; obenem velika količina senzorjev kompenzira odpovedi in občasne težave z omrežnimi povezavami. Hkrati s tem se pojavljajo tudi številni novi pristopi, ki običajnim uporabnikom dajejo močno orodje za spremljanje lastnega okolja.

D. Spremljanje nivoja hrupa in svetlobe

Podobno kot onesnaženost okolja s polutanti je mogoče spremljati tudi onesnaženost z zvokom in nočno onesnaženost s svetlobo (ang. light pollution).

Zlasti hrupnost okolja ima velik vpliv na počutje prebivalcev in moti naravno življenjsko ravnovesje. Potrjeni so efekti nenehne izpostavljenosti povišani ravni hrupa na povečanje stresa in krvnega pritiska, pri živalih pa zvočna onesnaženost lahko vpliva na sposobnost navigacije ali celo povzroči izgubo sluha [6].

Za zmanjšanje zvočnega odtisa mesta je v prvem koraku nujno spremljanje stanja onesnaženosti, kar je mogoče doseči z uporabo senzorskega omrežja na osnovi mikrofonov; kljub temu da takšni senzorji v izogib kršitev zasebnosti lahko sporočajo le jakost zvoka, pa je njihova namestitvev precej "Orwellovska", z velikim potencialom za zlorabe.

Tako so se že pojavile namenske mobilne aplikacije za merjenje nivoja hrupa v mestih, kot je NoiseTube [7], ki izkorišča mikrofonski pametnega telefona in podatke pošilja na strežnik. Na strežniku se podatki vizualizirajo in ovrednotijo ter se preko civilne iniciative sprožajo postopki v mestnih svetih za izboljšanje bivalnega okolja meščanov.

E. Pametni vodovod

Številke o izgubljenih kubičnih metrih vode, ki so za vodovodni sistem nekaj običajnega, bi bile za marsikatero drugo področje strašljive ali celo usodne. Po podatkih Rižanskega vodovoda Koper so danes izgube pitne vode 29% oz. 2.4 milijonov m³/leto, po podatkih Mariborskega vodovoda pa 25% [8]. Omenjena četrtna izgub je tudi sicer splošno znano povprečje za t.i. skrite (t.j. nesporočene in neodkritne) vodne izgube. Poleg ekonomskega problema takšne izgube predstavljajo tudi sanitarni problem, saj na mestih okvare cevovodov lahko pride tudi do onesnaženja.

S spremljanjem parametrov vodovoda (telemetrija) na različnih točkah vodovodnega omrežja je mogoča hitra lokalizacija mesta okvare in ustrezno ukrepanje.

F. Pametno elektro distribucijsko omrežje

Avtomatsko zbiranje podatkov iz števecv električne energije (ang. smart metering) omogoča boljše predikcijo porabe in boljše napovedi energetskih potreb, kar omogoča glajenje maksimalne zahtevane energije (ang. time shifting) in s tem bolj optimalno načrtovanje omrežja. Ta problem je še toliko bolj pereč zaradi geografske razpršenosti novih virov energije (sončne elektrarne, elektrarne na biomaso, itd.), ki povzročajo nepredvidljive spremembe v količini trenutno proizvedene električne energije. Poleg tega upravljanje z energijo na daljavo ponudnikom omogoča cenejši nakup električne energije in s tem povečevanje konkurenčnosti, hkrati pa povratna informacija o porabi tudi osvešča uporabnika in ga motivira h gospodarnejši rabi energije.

G. Pametno bivalno in poslovno okolje

Danes so bivalne in poslovne zgradbe največji porabnik energije v velikih mestih. Pametne zgradbe nam omogočajo avtomatično upravljanje procesov v zgradbi z namenom povečanja energijske učinkovitosti, varnosti in udobja. S pomočjo senzorjev, naprednih algoritmov in podatkov iz interneta lahko optimalno zgradbe samodejno upravljajo

električne naprave v zgradbi in se s tem drastično zniža porabo energentov na nivoju celotnega mesta.

Sistemi, ki jih je smiselno upravljati so sistem za ogrevanje in hlajenje, razsvetljava, senčenje, alarmni sistemi, stroji in bela tehnika, itd. Tako lahko na podlagi senzorjev prisotnosti in vremenske postaje pametno upravljamo ogrevanje ali hlajenje, ogrevamo ali hladimo s pomočjo senčenja, opozarjamo na odrtta okna in ostalo nepotrebno izgubo energije, optimalno uravnavamo kvaliteto zraka v prostorih, pošiljamo alarme v primeru požara, poplave ali vloma in upravljamo procese na daljavo preko omrežja internet.

Del vsakega pametnega mesta bodo v prihodnosti pametne zgradbe, kjer so možnosti za optimizacijo porabe energije s pomočjo oplemenitenih podatkov iz interneta neizmerne.

IV. OSEBNE APLIKACIJE

Množica povsod prisotnih senzorjev in naprav pa omogoča zbiranje podatkov tudi o nas samih, kar nekateri posamezniki že s pridom izkoriščajo za spremljanje statistike lastne aktivnosti in s tem povečanje produktivnosti.

Uporaba pa se razteza tudi na področje medicine, ki še ni ujelo koraka z dramatičnim razvojem tehnologije in se mu v prihodnosti obetajo povsem novi pristopi. Prenosne naprave (ang. wearable computing) in miniaturni brezžični senzorji že danes omogočajo avtomatizirano zbiranje množice relevantnih podatkov o zdravju; preprosti senzorji velikosti obeska za ključke z vgrajenim pospeškometrom štejejo korake in beležijo premike med spanjem (ter na osnovi tega ugotavljajo kvaliteto spanca); pojavila se je množica povezanih naprav, od pametnih tehtnic z vgrajenim WiFi, merilnikov krvnega tlaka in sladkorja ter analizatorjev možganskih valov za natančno spremljanje vzorcev spanja, do medicinsko certificiranih pripomočkov za doziranje insulina in nenehno spremljanje (ang. continuous monitoring) bioloških parametrov. Z obdelavo takšnih podatkov bomo v naslednjih letih pričali povsem novim pristopom zdravljenja, še bolj pa preventive, saj bo mogoče večino zdravstvenih težav diagnosticirati mnogo prej in tudi ustrezno ukrepati.

V. ZAKLJUČEK

Tako kot pri vseh novo nastajajočih področjih tudi pri tehnologijah IoT šele odkrivamo pestrost inovativnih aplikacij in scenarijev, tako v kontekstu pametnih mest kot tudi drugje. Vendar pa se je potrebno zavedati, da mnoge nove aplikacije in neodgovorna uporaba senzorskih tehnologij predstavljajo tudi velik poseg v zasebnost, zaradi česar lahko pričakujemo na poti do tehnološke utopije, kakršno si predstavljamo raziskovalci in inženirji, še marsikakšno prepreko. Nedavno smo bili lahko pričali burni reakciji javnosti na postavitve mreže hitrostnih radarjev v Mariboru; za radarje nedvomno lahko trdimo da so korak do pametnega prometa in s tem pametnega mesta, kljub temu pa je podatke mogoče uporabiti na več načinov. Še večji pomisleki se bodo pojavili pri spremljanju akustične onesnaženosti, ki zahteva postavitve mikrofонов in spremljanje parametrov bivalnih okoljih; najboljčutiljivejše področje pa je spremljanje nas samih, kjer se pametno okolje preljuje v personalizirano medicino. Dokler na tem področju ne bo ustrezne regulative in visokih kazni za zlorabo in malomarno ravnanje s podatki, lahko pričakujemo velik

odpor javnosti do takšnih sistemov; v vsakem primeru pa bo uvedba vsakega izmed njih zahtevala tudi ustrezno prilagoditev mentalitete uporabnikov in prebivalcev, kar bo predstavljalo svojevrstne izzive.

LITERATURA

- [1] The Quake-Catcher Network, citirano 25.10.2012 <http://qcn.stanford.edu/>
- [2] NYC Open Data, citirano 25.10.2012 <https://nycopendata.socrata.com/>
- [3] J. Dean, S. Ghemawat. 2008. MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Commun. ACM* 51, 1 (January 2008), 107-113.
- [4] "Google driverless car", citirano 25.10.2012 http://en.wikipedia.org/wiki/Google_driverless_car
- [5] "Dutch unleash intelligent robot bins: No ID, no rubbish," The Register, 12.09.2012, citirano 25.10.2012, http://www.theregister.co.uk/2012/09/12/robo_bins/
- [6] N. Maisonneuve, M. Stevens, M. E. Niessen, P. Hanappe, L. Steels. Citizen noise pollution monitoring. In *Proceedings of the 10th Annual International Conference on Digital Government Research: Social Networks: Making Connections between Citizens, Data and Government*. Digital Government Society of North America 96-103.
- [7] NoiseTube, <http://noisetube.net/>
- [8] Pregled črpanih, prodanih in izgubljenih količin vode od 1991 do 2008, Mariborski vodovod, citirano 25.10.2012, <http://www.mb-vodovod.si/media/files/Crp.prod.izg.08.pdf>

Urban Sedlar (urban.sedlar@fe.uni-lj.si) je diplomiral leta 2004 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani in doktoriral leta 2010. Zaposlen je v Laboratoriju za telekomunikacije (LTFE) na Fakulteti za elektrotehniko, kjer se ukvarja se z raziskavami na področju internetnih sistemov in storitev, računalništva v oblaku in sistemi za obdelavo velike količine podatkov.

Luka Mali (luka.mali@fe.uni-lj.si) je diplomiral leta 2006 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani. Zaposlen je v Laboratoriju za telekomunikacije (LTFE) na Fakulteti za elektrotehniko, kjer se ukvarja z raziskavami na področju brezžičnih komunikacij, senzorskih omrežij in komunikacij med napravami M2M.

Mojca Volk (mojca.volk@fe.uni-lj.si) je doktorirala leta 2010 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani. Zaposlena je v Laboratoriju za telekomunikacije (LTFE), kjer se ukvarja se z raziskavami na področju IoT, analize in vizualizacije velike količine podatkov, ter komunikacijskih sistemov in aplikacij za krizno reševanje.

Janez Sterle (janez.sterle@fe.uni-lj.si) je magistriral leta 2012 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani. Zaposlen je v Laboratoriju za telekomunikacije (LTFE), kjer se ukvarja z naprednimi omrežnimi tehnologijami in storitvami, komunikacijskimi sistemi in aplikacijami za krizno reševanje, ter mobilnimi omrežji četrte generacije.

Andrej Kos (andrej.kos@fe.uni-lj.si) je diplomiral leta 1996 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani in doktoriral leta 2003. Trenutno je zaposlen kot docent na Fakulteti za elektrotehniko. Trenutno se ukvarja z raziskavami na področju širokopasovnih paketnih omrežij in inteligentnih storitev naslednje generacije.

Vpliv regulacije na pametna mesta

Katja Mohar Bastar, Agencija za pošto in elektronske komunikacije, Ljubljana

Abstract — this article is dealing with the achieving goals of digital agenda for Europe with infrastructure building. The usage of large bandwidth should be dedicated to economic growth and general development of the country. Smart cities are undoubtedly among the most significant producers of big data, which needs networks of new generations.

Keywords — smart cities, NGN networks, regulation, digital agenda for Europe

Povzetek — članek se ukvarja z doseganjem ciljev digitalne agende za Evropo v smislu gradnje omrežij nove generacije. Velike pasovne širine morajo biti uporabljene predvsem za gospodarsko rast in celoten razvoj posamezne države. Pametna mesta se v takšen kriterij brez dvoma umeščajo kot eden od proizvajalcev velikih količin podatkov, ki potrebujejo pasovno širino omrežij nove generacije.

Ključne besede — pametna mesta, omrežja nove generacije, regulacija, digitalna agenda za Evropo

I. UVOD

A.

V času nestabilnega gospodarstva je pomembnost razvoja in inovativnosti ponovno med prioritetami držav, ki se trudijo doseči gospodarsko rast. Na ravni evropske skupnosti že obstajajo strateški dokumenti, kateri poskušajo usmeriti tehnološki razvoj in poudariti njegovo pomembnost, kot enemu glavnih gonil za doseganje konkurenčnosti enotnega notranjega trga.

B. *Evropska digitalna agenda*

Celotna industrija elektronskih komunikacij je že po svoji definiciji znana kot hitro in strmo rastoča panoga gospodarstva. Vendar pa se je v preteklih letih tudi njena rast v nekaterih predelih sveta, mi se osredotočamo predvsem na Evropsko unijo, močno upočasnila, medtem ko je gospodarstvo in posledično tudi informacijsko komunikacijska tehnologija, na primer v Rusiji in Aziji strmo naraščala. Iz tega izhaja tudi strategija Evropa 2020, katere pomemben del je Evropska digitalna agenda, kar predvideva nekatere posege in cilje, da bi Evropi ponovno povrnili konkurenčnost, trajnostno rast in razvoj.

Glavne cilje digitalne agende poznamo že precej dobro, saj o njih poslušamo pravzaprav na vsakem koraku: vsakemu Evropejcu je do leta 2020 potrebno omogočiti širokopasovni dostop s hitrostjo 30 Mbit/s in vsaj polovici 100 Mbit/s, saj bo z dostopom do interneta omogočeno, da se spoprime s ključnimi izzivi, kot so na primer tudi boljša zdravstvena oskrba, varnejše in učinkovitejše rešitve glede prometa, posledično tudi čistejše okolje ter drugimi novimi priložnostmi za višjo kakovost življenja. Poleg ostalega je evropska digitalna agenda pomembna tudi za krepitev evropskega notranjega trga.

Evropska digitalna agenda torej že sama po sebi omenja glavne temelje definicije pametnega mesta- prometne rešitve, ki temeljijo predvsem na varnosti in učinkovitosti ter imajo za posledico čistejše okolje.

Evropska iniciativa za pametna mesta promovira pet temeljnih področij na katerih bo potrebno ustrezno delovati za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov ter tehnologij z nizko vsebnostjo ogljikovega dioksida. Lokalne skupnosti bodo morale v svoje razvojne plane vključiti holistični pristop k gradnji in obnavljanju stavb, k energijskim omrežjem, ki se delijo na hlajenje oziroma ogrevanje in elektriko, ter k prometu. Telekomunikacije kot posebna panoga pri tem sicer niso opredeljene, vendar so osnovnega pomena predvsem za upravljanje in vzdrževanje vseh navedenih omrežij.

Tako lahko navežemo obe iniciativi na potrebe pametnih mest po telekomunikacijskih omrežjih in regulaciji, ki bo omogočala varnost investitorjev in trajnostni razvoj ter postavila kriterije in standarde varnosti informacijskih sistemov.

C. *Urbana središča: komercialni interes*

Podatki nam kažejo, da je načeloma v vseh urbanih središčih prisotnih več operaterjev in to bi lahko vodilo k sklepanju, da regulacija ni več potrebna, saj je nivo konkurence že dovolj visok. V nekaterih primerih imamo namreč opravka z xDSL, dvema FTTX in kabelskim omrežjem, poleg tega pa je v bližini še možnost dostopa preko Wi-Fi omrežja. Pri tem bi lahko sklepali da so že maloprodajni indirektni pritiski takšni, da bodo sami poskrbeli za konkurenco.

Operaterji, ki imajo lastno omrežno infrastrukturo lahko nudijo storitve na maloprodajnem nivoju. V primeru umika regulatorne odločbe, pa varnosti, da bo lahko poslovni model storitvenih konkurentov obstajal še v prihodnje, ni. Ravno tako za enkrat ne obstajajo zagotovila, da bi katerikoli od operaterjev, ki imajo v lasti omrežno infrastrukturo širokopasovnega dostopa, pripravil lastno veleprodajno ponudbo. Zato bo najverjetneje, kljub različni konkurenčni razvitosti mesta in podeželja, regulacija ostala vsaj v obliki obveznosti zagotavljanja dostopa do omrežnih elementov.

Upoštevajoč prej navedene dokumente evropske unije, bo potrebna prilagoditev cenovne regulacije na način, da bo omogočala investicije, hkrati pa preprečevala protikonkurenčno ravnanje.

V ruralnih predelih pa bo gradnja omrežij še vedno predmet državnih pomoči, predvsem tam, kjer ne bo komercialnega interesa posameznega operaterja. Takšna omrežja so že po definiciji odprta in z novimi smernicami evropske komisije za državne pomoči, podvržena smernicam regulatornega organa. Ta omrežja tudi ne bodo v zasebni lasti, ampak bodo po amortizacijski dobi, kot je že sedaj v

projektih privatno javnega partnerstva, prešla v javno last in se bo njihov upravljavec ponovno izbiral.

Izvajalci pametnih mest bodo tako imeli na voljo več ponudnikov storitev elektronskih komunikacij in v konkurenčnem okolju možnost dostopa do omrežja, ki bo za njih cenovno sprejemljiv in kakovosten.

D. Regulacija Wi-Fi omrežij

V obstoječem zakonu o elektronskih komunikacijah in tudi v predlogu ZEKom -1 je potrebno obvestiti agencijo pred pričetkom ali spremembo zagotavljanja komunikacijskih omrežij oziroma izvajanja javnih komunikacijskih storitev, katera poslovni subjekt, ki zagotavlja omrežja ali storitve, zapiše v register, s čimer pridobi status operaterja. Poslovni ali zasebni subjekti, ki zagotavljajo omrežja, ki niso javna, torej ne padejo pod obravnavo regulatorja. Zato tudi poslovni subjekti, ki zagotavljajo WI-FI omrežja končnim uporabnikom niso predmet regulacije. Takšni poslovni subjekti namreč kot končni uporabnik plačajo dostop do omrežja in storitev operaterju, in nato svojim strankam zaračunajo uporabo internetnih storitev.

Poleg navedenega pa storitve nudenja Wi-Fi omrežij spadajo na področje maloprodaje, kar pomeni, da lahko agencija v primeru protikonkurenčnih ravnanj zgolj pomaga pri delu organu, pristojnemu za varstvo konkurence.

ZAHVALE

Zahvaljujem se sodelavcem na Agenciji za pošto in elektronske komunikacije, ki so mi s svojim znanjem pomagali pri razumevanju delovanja storitve računalništva v oblaku in me opozorili na morebitne probleme, ki bi se pri tem lahko pojavili. Poleg tega, pa bi se zahvalila vsem znanim in neznanim avtorjem, da svoje raziskovalno delo delijo na internetu in s tem omogočajo prenos znanja širšim množicam.

LITERATURA

- [1] Evropska digitalna agenda: <http://eur-lex.europa.eu>
- [2] Evropska iniciativa za pametna mesta: <http://setis.ec.europa.eu/about-setis/technology-roadmap/european-initiative-on-smart-cities>
- [3] APEK: četrletna poročila: <http://www.apek.si/cetrletna-porocila>
- [4] Zakon o elektronskih komunikacijah (ZEKom); Uradni list RS, št. 13/07-UPB1, 102/07-ZDRad in 110/09-ZEKom-B



Katja Mohar Bastar je vodja področja za telekomunikacije pri Agenciji za pošto in elektronske komunikacije in na delavnici VITEL sodeluje s prispevkom Vpliv regulacije na pametna mesta.

Vloga operaterjev telekomunikacijskih omrežij pri razvoju pametnih elektro-energetskih omrežij

Simeon Lisec, Radovan Serbec, Fedor Gabrovšek, Blaž Peternel, Telekom Slovenije d.d.

Povzetek — Širokopasovne komunikacije so v današnjem času tehnološko že dovolj dobre tudi za uporabo v namene pametnih omrežij. Zanesljivost, razpoložljivost in kvaliteta kakovosti so na dovolj visokem nivoju, da omogočajo komunikacijske storitve v realnem času. Nove storitve pametnih omrežij, poleg same storitve AMI, lahko izkoriščajo obstoječe širokopasovno omrežje za svoje delovanje. Širokopasovno omrežje je tudi močno regulirano, ne samo na področju cene, temveč tudi na področju konkurence, ki edino omogoča inovativnost, kreativnost in dovolj velik tehnološki preboj, da tudi izkoriščenost omrežja samoiniciativno vzpodbuja nove investicije v graditev infrastrukture.

Ključne besede — Pametno omrežje, IKT, IP, elektro distribucija, internet, FP7, eBadge

Abstract — Nowadays broadband communications network are mature enough to be used for smart grid networks. Broadband networks with its reliability, availability and quality of service very efficiently support communications services in real time. Besides AMI service, a lot of other smart grid services can use for successful running existing broadband networks. Broadband networks are enough regulated nowadays that can support a lot of innovations and creativity for a new level of technological progress with no-risk at all. Higher utilisation of broadband networks because of smart grid services provides more commercial interest for building broadband networks in under populated areas.

Keywords — Smart Grid, ICT, IP, Utilities, internet, FP7, eBadge

I. UVOD

Smart grid ali pametno omrežje je vsestransko električno omrežje, ki uporablja informacijsko tehnologijo za učinkovito dobavo energije na varen in zanesljiv način. Pogosto srečamo tudi druga imena za pametno omrežje, kot so npr. elekronet, energijski internet, pametna elektrika ipd.

Telekomunikacijski operaterji in elektro distribucijska podjetja v preteklosti niso pogosto našli skupnega jezika, v tem je tudi glavni razlog, da so v preteklosti elektro distributerji gradili lastno IKT infrastrukturo.

Z uvajanjem novega pametnega omrežja pa se deležniki približujeta drug drugemu. V preteklosti se je pogosto izražal dvom na strani elektro distributerjev, da telekomunikacijska omrežja ne zadovoljujejo strogih zahtev distributerjev, npr. zahtevana minimalna zakasnitev. Moderna omrežja telekomunikacijskih operaterjev so danes zelo razširjena in razvejana, uporabljajo pa se tudi za zelo občutljive aplikacije, kot so na primer na poslovnem področju bančne transakcije in na rezidenčnem področju internetna televizija IPTV.

II. LEKCIJE IZ TELEKOMUNIKACIJSKE VERTIKALE

V zadnjem času pogosto vidimo premike v poslovanju in regulaciji, tudi zakonodaji na energetske področju kot smo jim bili že priča v preteklosti na telekomunikacijskem področju. Sprememba okoliških dejavnikov, ostrejša regulacija, globalizacija, prevzemi podjetij, internetna kriza, finančna kriza, majhne marže in huda konkurenca spreminjajo vrednote in načine poslovanja na energetske trgu.

Poglejmo si glavne skupne značilnosti v preteklosti:

- Samoumevnost
Obligacija za vzpostavitev telefonske povezave nacionalnemu operaterju telekomunikacij je zelo podobna obligaciji za vzpostavitev električnega priključka lokaciji nepremičnine. Oboje je za uporabnika samoumevno, ker je zakonsko urejeno.
- Monopol
Vertikala telekomunikacij in vertikala energetike sta imela v preteklosti zelo podobno monopolno osredotočenost. Uvedba komercialnih modelov in zakonska obligacija monopolističnih organizacij je prinesla povsem nov ekosistem na katerega so bivša monopolna podjetja le z težka adaptirajo.

Prva lekcija je povezana z samoumevnostjo »Sprememba ni kritika preteklosti. Iz spremembe paradigme, da elektrika ni več nekaj samoumevnega izhajajo številne priložnosti.«

Druga lekcija, ki se veže na pretekli monopolni položaj je »Zaposlite zunanje strokovnjake, ki so sposobni organizacijo prilagoditi spremembam. Razviti in uvesti je potrebno management sprememb in prilagoditev kadrovske politike do trenutno zaposlenih.«

Organizacijske spremembe, ki so se zgodile v telekomunikacijskih operaterjih, zaradi izgube monopolnega položaja so naslednje področje za prenos uspešnih primerov iz telekomunikacijske vertikale:

- Proces usmerjen h kupcu
Uvedba metrike spremljanja zadovoljstva uporabnikov in marketinškega komunikacijskega planiranja sta dva najpomembnejša procesa, ki sta usmerjena h kupcu. Uporabnik, bodisi poslovni ali rezidenčni je pomemben del storitvene verige.
- Mobilnost
Uvedba mobilnih omrežij je v telekomunikacijsko vertikalo prinesla takšne spremembe, da se je moralo v sisteme za podporo poslovanju uvesti nove metodologije, ki so lahko sledile spremembam. Telefoni (mobilni) se sprehajajo naokoli, predplačniški modeli, časovno zaračunavanje se seli v energijsko vertikalo. Prihod električnih in »plug-in« hibridnih avtomobilov pomeni, da so elektro števcu dobili noge oz. kolesa, uvedba obnovljivih virov in uvedba procesa ponudbe in povpraševanja po virih povečujejo zahtevo po uvedbi »roaming« scenarijev in tehnologij.
- Tehnologija na robu
Telekomunikacije in energetika imata tudi skupne zadržke

pred novimi nepreizkušenimi tehnologijami. Zadržki so seveda sprejemljivi, ker si nobeno podjetje ne more dovoliti slabo delovanje telefonskih storitev oz. moteno dobavljanje energije uporabnikom. Temeljita testiranja novih tehnologij in novih tehnik so najpogostejši vzrok za počasno uvajanje. Danes je rob omrežja zid, na katerem visi števec. Pametno omrežje pa rob omrežja premika v notranjost nepremičnin uporabnikov in podjetij, hkrati pa je to premikanje roba istočasno tudi lepa priložnost za inovacijski potencial.

Obstajajo tudi druge podobnosti med vertikalama, ki niso navedene v tem članku, vse skupaj pa predstavljajo dobro popotnico za poglobljen razmislek o iskanju sinergij med vertikalama. Osveščeni distributerji, ki se ozirajo v prihodnost znajo uporabiti znanja iz primerov dobrih praks iz telekomunikacijske vertikale v preteklosti in hkrati prepoznajo partnersko moč.

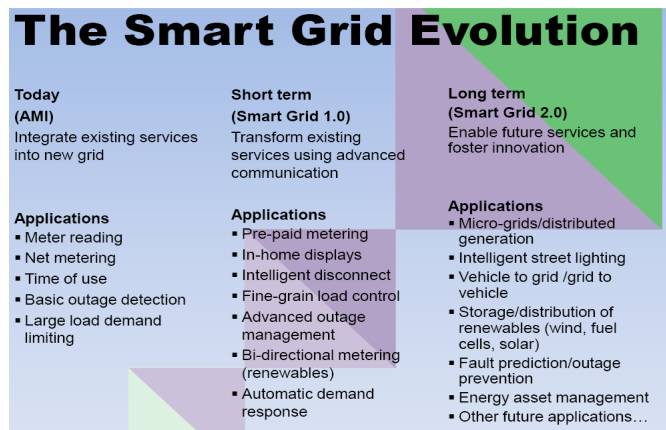
III. EVOLUCIJA PAMETNEGA OMREŽJA

Pametno omrežje mora opraviti svoje poslanstvo kot tehnološki katalizator inovativnosti in razvoja novih storitev. Energijska vertikala gre skozi spremembe v poslovanju in mora slediti evolucionski poti pametnih omrežij. Prva storitev, ki jo pametno omrežje uvaja je storitev AMI oz. daljinsko odčitavanje števcov. Tehnološko storitev AMI ne spada med »pametne« storitve, vendar pa je vzpostavitev te storitve predpogoj za uvedbo vseh nadaljnjih storitev oz. uvedbo novih modelov, ki jih omogoča pametno omrežje. Začetna uvedba pametnega omrežja ima introvertiran pomen, ko pa se prične uvajati »pametne storitve« pa se pomen spremeni v ekstravertiranega, to pomeni iskanje partnerjev izven elektro distribucijske vertikale.



Slika 1: Izvedbene faze pametnega omrežja

Pametno omrežje verzije ena (v1.0) z glavno storitvijo naprednega daljinskega odčitavanja in uporabo IP omrežij za potrebe upravljanja kritičnih točk in upravljanja prekomernih bremen pa je že v pravem pomenu pametno. Pametno omrežje v2.0 pa v svoje delovanje vključuje tudi samega uporabnika z namenom interakcije z omrežjem, uporabo širokopasovnih tehnologij in mobilnosti, vplivanje na udobje uporabnika z storitvami naprednega ogrevanja in upravljanja z končnimi porabniki.



Slika 2: Evolucija pametnega omrežja

Pametno omrežje v daljšem časovnem okviru vzpostavlja primerno okolje za inovativnost na področju novih modelov dinamičnih in avtonomnih rešitev naprednih energijskih storitev, kot so na primer ekološki krediti zaradi varčnosti, predplačniški in časovni paketi, hranilniki energije, balančni pretoki, dvosmerni tokovi električnih vozil ipd.

IV. SKUPNO TESTIRANJE NOVIH TEHNOLOGIJ

Elektro Ljubljana d.d. in Telekom Slovenije d.d. sta se odločila za skupno testiranje novih tehnologij storitev pametnega omrežja na področju storitev URE-učinkovitega upravljanja z energijo na področju rezidentov, mikro, malih in srednjih podjetij.

Testiranje ima nekaj skupnih ciljev:

1. Zrelost tehnologije
2. Primerjava med različnimi koncepti, rešitvami, protokoli, vmesniki in proizvajalci
3. Uporabnost storitev
4. Dodana vrednost za uporabnika
5. Vrste storitev
6. Pripravljenost trga
7. Cenovna politika
8. Marketing

Storitve URE so bile zasnovane v treh različnih sklopih:

1. Prenos podatkov iz pametnega števca v podatkovni center preko širokopasovnih povezav na zanesljiv in varen način
2. Prenos podatkov iz tradicionalnega odjemnega mesta preko širokopasovnih povezav v podatkovni center na varen in zanesljiv način
3. Vizualizacija, predstavitev podatkov o porazdeljenem odjemu znotraj enega merilnega mesta
4. Upravljanje z končnimi odjemalci, električnimi porabniki in definiranje profilov

Testiranje storitev se je že izvedlo v zaprtih testnih okoljih, za naslednji korak pa je predvideno terensko testiranje pri naključnih uporabnikih v večjem obsegu. Namen terenskega testiranja je v primarnem pomenu identifikacija problemov, ki se lahko pojavijo v realnem okolju in evalvacija uporabnosti pri uporabnikih različnih profilov in segmentov.

V. PROJEKT eBADGE

Telekom Slovenije je vodilni partner na FP7 projektu eBADGE (Development of Novel ICT Tools for Integrated Balancing Market Enabling Aggregated Demand Response and Distributed Generation Capacity). Osnovni cilj mednarodnega konzorcija trinajstih partnerjev iz petih držav (Slovenije, Italije, Avstrije, Nemčije in Finske) je postavitve mednarodnega pilotnega pametnega elektroenergetskega omrežja (Smart Grid) s poudarkom na storitvah ponudbe in povpraševanja.

Projekt eBADGE bo trajal tri leta.

ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) je v letu 2011 začel razvoj okvirnih smernic za razvoj trga uravnoveženja (balancing) z električno energijo. Splošen cilj projekta eBADGE je predlagati optimalni vseevropski inteligentni mehanizem za uravnoveženje. Pilotni projekt bo potekal na mejah Avstrije, Italije in Slovenije in bo vključeval tudi integracijo sistemov virtualnih elektrarn (VPP – virtual power plant) in prispeval k optimiziranemu varnemu upravljanju in prenosu električne energije. Oblikovali bomo metodologijo ki bo omogočila postopno širitev na druge države EU.

Ključne IKT rezultate projekta eBADGE povzemamo:

1. Simulacija in modeliranje integriranega trga uravnoveženja in energetskih rezerv z udeležbo VPP na distribucijski strani.
2. Enotni sporočilni mehanizem med subjekti uravnoveženja in energetskih rezerv.
3. Poslovni modeli med elektro distributerji, telko operaterji, domačimi uporabniki.
4. Virtualna elektrarna kot zanesljiv uravnoveževalni mehanizem.
5. Pilot eBADGE oblak.

V sklopu razvoja domačega energijskega oblaka (Home energy hub/cloud) bo eBadge zagotovil nova IKT orodja in rešitve za razvoj množičnega uporabniškega trga energetskih vozlišč in integracije v VPP. Raziskali bomo prehode in naprave, ki lahko ponujajo to rešitev (vključno s pametnimi števci električne energije), s posebnim poudarkom na varnosti komunikacijskih kanalov doma in do distributerja električne energije.

Dosežki bodo služili kot most med distributerji električne energije (trgovci na drobno, javne storitve distribucijskega omrežja operaterji prenosnih sistemov, neodvisne aggregators) in telekomunikacijskimi podjetji (internet, IPTV, VoIP ponudniki mobilnih storitev) in prispevali k sinergijam učinkovite rabe obstoječih virov in infrastrukture. V ta namen eBadge vzpostavlja veliko pilotno postavitve na nekaj sto merilnih in testnih točkah, kjer bodo izvedene dolgoročne meritve poteka porabe električne energije, integracije točk v IKT infrastrukturo in s temi podatki preverili delovanje modelov integriranega trga uravnoveženja.

VI. ZAKLJUČEK

Sinergija v veliko primerih izkorišča prednosti vseh deležnikov in poskuša izničiti slabosti, tako lahko trdimo, da ima združevanje telekomunikacijske in energetske vertikale sinergijski učinek.

Deregulacija telekomunikacijskih in energetskih storitev bo prinesla nove izzive in priložnosti tako na raziskovalnem kot na komercialnem področju pametnih omrežij in obeta

veliko pozitivnih denarnih učinkov za končne uporabnike v prihajajočih distribuiranih sistemih komunikacijsko povezanih pametnih energetskih omrežij.

ZAHVALE

Na področju trajnostnega razvoja ima Telekom Slovenije strateško ekipo, ki je v veliki podprla delo storitvenega tima. Zahvala je namenjena vsem v timu trajnostnega razvoja in sodelujočim v skupini za raziskave in razvoj, ki aktivno delujejo na področju pametnih omrežij.

LITERATURA

- [1] <http://www.nist.gov/smartgrid/>
- [2] <http://www.smartgrids.eu>
- [3] <http://sedc-coalition.eu>
- [4] <http://www.trilliantinc.com/education/the-evolution-of-the-smart-grid>
- [5] <http://www.smartregions.net/>

BIOGRAFIJA

Simeon Lisec is an expert at Telekom Slovenije d.d. During his rich experience in ICT his area of expertise include R&D skills, project management, technical presales and lately mostly business development. From 2006, his work is heavily related with adoption and implementation of IPv6 protocol inside and outside of the company. He is heavily involved in Home Gateway Initiative as a member of Management Committee and previous chair of IPv6 working group. He's a member of expert council at go6 institute and a chair of working group inside. He's latest work and challenges are related to business development within Telekom Slovenije group and shaping the strategy in connected verticals and IoT/M2M which eager for IPv6 heavily. Mr. Lisec is a member of IG4D team within Internet Governance Forum of ETNO group.

Fedor Gabrovšek, B.Sc. Eng. Strategy, technical specialist in Telekom Slovenije with 30 years of experience in IT technologies. Has experience in production, operational management processes. Mr. Gabrovšek currently runs various network and IT projects within Telekom Slovenia; most notable data management network out of band device monitoring. He holds a technical patent in the area of computer networks and management.

Radovan Serneck, PhD (B.Sc EE, M.Sc DSP systems) is a strategist for new technologies. He is working on renewable energy solutions for telecoms, specifying technical requirements for PV power plants and green data center, proposing new products and services oriented for mobile, cloud computing, sustainable energy in Telekom Slovenije. Has 18 years of work experience in networking, xDSL DSP algorithm development and simulation, parallel DSP algorithms for communications, embedded design. Holds a patent in process automation control.

Blaž Peternel (blaz.peternel@telekom.si) graduated from the University of Ljubljana, Slovenia in 2003. He received his Master's degree in 2005 and was awarded his PhD in telecommunications in 2011. He is currently employed by Telekom Slovenije as head of the R&D department and works as a senior researcher at the University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering. His research interests include wired and wireless broadband access networks optimisation.

Vloga eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC pri razvoju senzorske infrastrukture in storitev

Miha Smolnikar, Mihael Mohorčič
Odsek za komunikacijske sisteme, Institut "Jožef Stefan"

Povzetek — Razpoložljivost ustrezne infrastrukture predstavlja enega izmed ključnih dejavnikov za trajnostni razvoj družbe in gospodarstva na posameznih področjih. Ko govorimo o mestih, imamo pri tem tradicionalno v mislih prometno, komunalno in energetska infrastrukturo. Poleg teh pa ima vse pomembnejšo vlogo tudi informacijsko-komunikacijska infrastruktura. Medtem, ko se širokopasovni odstop do interneta že smatra kot nekaj samoumevnega, pa se v konceptu pametnih mest vse bolj izpostavlja tudi pomen senzorske infrastrukture za zajem in spremljanje različnih veličin, pojavov in dogodkov. V tem oziru je namen prispevka predstaviti vlogo eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC pri raziskavah in razvoju funkcionalnih gradnikov za storitve pametnih mest. LOG-a-TEC temelji na tehnologiji brezžičnega senzorskega omrežja in je nameščen na javno infrastrukturo Občine Logatec. Osnovo brezžičnega senzorskega omrežja predstavlja platforma VESNA, ki v trenutni izvedbi na javni razsvetljavi omogoča merjenje razpoložljivosti radijskega spektra v različnih frekvenčnih pasovih in testiranje principov kognitivnega radia. V podporo razvoju in testiranju različnih rešitev omogoča reprogramiranje na daljavo in razširitve s senzorji novih veličin. Pri slednjem gre razvoj novih funkcionalnosti v smeri spremljanja kakovosti zraka, ocenjevanje obremenjenosti okolja s hrupom ter oceno učinkovitosti in nadzor delovanja javne razsvetljave.

Ključne besede — LOG-a-TEC, brezžično senzorsko omrežje, platforma VESNA, eksperimentalne raziskave in razvoj, pametna infrastruktura in storitve

Abstract — Availability of suitable infrastructure represents one of the key factors for sustainable development of society and economy. In the context of cities or urban areas in general, the term infrastructure traditionally refers to transport, utility and energy infrastructure. Besides these, the information and communication infrastructure has been gaining in importance over the last decade. While broadband Internet access is already understood as something obvious and omnipresent, the concept of smart cities exposed the importance of sensorial infrastructure for acquisition and monitoring of various quantities, phenomena and events. The purpose of this paper is to present the role of LOG-a-TEC testbed in research and development of functional building blocks for smart cities services. LOG-a-TEC is based on wireless sensor network technology and is deployed on public infrastructure of the Municipality of Logatec. VESNA platform represents the basis of the wireless sensor network implementation and in the current configuration installed on the poles of public lights enables monitoring of radio spectrum occupancy and testing of cognitive radio principles. To support the evaluation of different principles and solutions it allows remote reprogramming as well as expansion with new sensors. In this respect, the development plan for new functionalities follows the direction of air quality monitoring, assessment of noise pollution and public lighting remote control.

Keywords — LOG-a-TEC, wireless sensor network, VESNA platform, experimental research and development, smart infrastructure and services

I. UVOD

Napovedi v zvezi z razvojem interneta prihodnosti kažejo, da bo enega bistvenih segmentov predstavljal t.i. internet stvari (angl. Internet of Things, IoT). Z njegovim uveljavljanjem smo že sedaj priča močnemu povečevanju število naprav povezanih v omrežja, hkrati pa se poleg komunikacije med ljudmi oz. ljudmi in napravami vzpostavlja tudi koncept komunikacije med napravami (angl. Machine-to-Machine, M2M). V zvezi s slednjim eno izmed pomembnejših tehnologij predstavljajo brezžična senzorska

omrežja (angl. wireless sensor networks, WSN), ki omogočajo povezovanje naprav s senzorji v omrežja kratkega dosega. Pri njihovi integraciji v arhitekturo interneta prihodnosti pa se soočamo z vrsto izzivov, ki izhajajo iz obsega, raznolikosti in omejitev (t.j. procesna zmogljivost, energetska avtonomnost, hitrost prenosa podatkov) naprav. Tipične obstoječe rešitve so zato večinoma funkcionalno zaprte, namenjene uporabi na točno določenem področju in zagotavljajo zgolj interoperabilnost med posameznimi sklopi sistema (t.j. vertikalna integracija) [1].

Sklepamo lahko, da je za uresničitev koncepta interneta stvari ključnega pomena uveljavitev referenčne arhitekture, ki bo temeljila na uporabi standardiziranih protokolov in omogočala interoperabilnost razpoložljivih virov na različnih področjih uporabe (t.j. horizontalna integracija). Pri tem pa se je potrebno zavedati tudi izrazite interdisciplinarnosti področja, ki za uspešno realizacijo aplikacij zahteva tesno sodelovanje domenskih strokovnjakov in ponudnikov tehnoloških rešitev. Slednje zahteva vzpostavitev realnih testnih okolij, ki bodo prek eksperimentov omogočala tako presojo posameznih pristopov k reševanju problema kot evalvacijo heterogenih tehnoloških gradnikov. Ta pristop je še posebno pomemben pri raziskavah in razvoju konceptov, ki že po zasnovi presegajo možnost obravnavanja le v okviru laboratorijskih raziskav ali računalniških simulacij, med katere na primer sodijo koncepti interneta prihodnosti, kognitivnega radia ali pametnih mest.

V zadnjem času je v raziskovalni sferi zaznati močan trend za vzpostavitev eksperimentalne infrastrukture (angl. testbed), ki bo omogočala natančnejše in bolj realistično vrednotenje rezultatov raziskav v kar se da realnem okolju. Pri tem imata pomembno vlogo raziskovalna okvirja FIRE (Future Internet Research and Experimentation) v EU [2] in GENI (Global Environment for Network Innovations) v ZDA [3], v okviru katerih se vzpostavlja vrsta heterogenih

eksperimentalnih infrastruktur z internetom prihodnosti kot skupnim imenovalcem [4].

Namen tega prispevka je podati izhodišča za zasnovo eksperimentalne infrastrukture tako s stališča strojne opreme kot potrebnih programskih storitev, ki jih mora zagotavljati za učinkovito izvajanje eksperimentov ter s tem za podporo raziskavam. Na podlagi teh izhodišč sta nadalje predstavljena eksperimentalna infrastruktura LOG-a-TEC ter platforma VESNA kot njen osnovni gradnik. Sklepni del prispevka obravnava primere aktualnih raziskav, ki so v velikem delu povezane tudi s konceptom pametnih mest. Gre za spremljanje kakovosti bivanjskih pogojev, zaznavanje radijskega spektra in razvoj principov kognitivnega radia ter podporo učinkovitemu upravljanju z javno infrastrukturo.

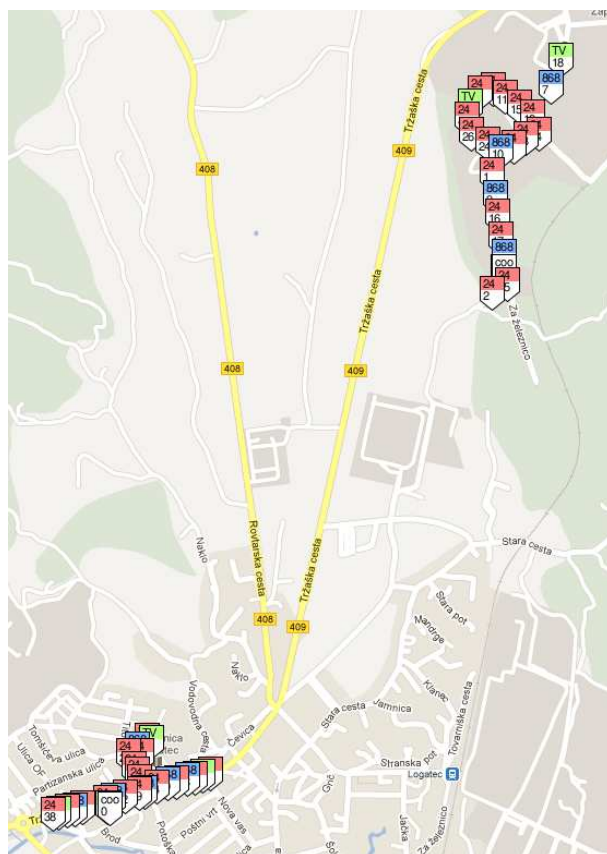
II. PAMETNA MESTA IN SENZORSKA INFRASTRUKTURA

Obstoj infrastrukture predstavlja enega izmed ključnih dejavnikov za razvoj podjetništva in gospodarstva, za vpeljavo novih storitev ter za zadovoljevanje različnih potreb poslovnih in administrativnih kot tudi zasebnih subjektov. Ko govorimo o mestih, imamo pri tem tradicionalno v mislih prometno, komunalno in energetska infrastrukturo. Poleg teh pa ima vse pomembnejšo vlogo tudi informacijsko-komunikacijska infrastruktura. Če se širokopasovni dostop do interneta pri tem že smatra za samoumevna, pa se v konceptu pametnih mest vse močneje izpostavlja pomen prihajajočih tehnologij, ki bodo na informacijskem nivoju omogočale povezavo vse infrastrukture v enovit sistem. Pomemben aspekt tega predstavlja tudi infrastruktura senzorjev različnih veličin in pojavov. Ta bo skupaj z zmogljivo analitsko obdelavo podatkov omogočila globlji vpogled in boljše razumevanje vrste procesov ter posledično učinkovitejšo izrabo virov in trajnostno naravnani razvoj mest. Senzorska infrastruktura se med drugim izkazuje za nepogrešljivo v aplikacijah varčne rabe energije, ohranjanja narave in naravnih virov, opazovanja okoljskih razmer, zmanjševanja onesnaženja s hrupom, svetlobo in škodljivimi kemikalijami, učinkovitega transporta, samostojnega življenja starejših, obolelih ali invalidov, ter varovanja in zaščite pred poplavami, požari in potresi.

III. VZPOSTAVITEV EKSPERIMENTALNE INFRASTRUKTURE

Tipična eksperimentalna infrastruktura za aplikacije interneta stvari se sestoji iz senzorskega omrežja, ki skupaj z nadzorno aplikacijo omogoča zbiranje in obdelavo senzorskih merilnih podatkov ter nadalje razvoj senzorsko podprtih storitev. Za podporo raziskavam in razvoju mora infrastruktura preko oddaljenega dostopa uporabniku nuditi natančen vpogled v naprave, ki so del eksperimenta. Zaradi tega so bili eksperimenti do nedavnega omejeni na kontrolirano laboratorijsko okolje, sedaj pa smo priča različnim vzpostavitvam infrastrukture v realnih okoljih, kot so npr. prostrana mestna območja [5], [6].

Za razliko od končnih aplikacij interneta stvari, ki obsegajo strojno in programsko opremo za zagotavljanje izbranega nabora storitev, vzpostavitev eksperimentalne infrastrukture običajno zahteva tudi vključitev naprednih nadzornih in upravljaljskih funkcionalnosti, ki se nanašajo na razpoložljive vire vsake entitete infrastrukture. Slednje

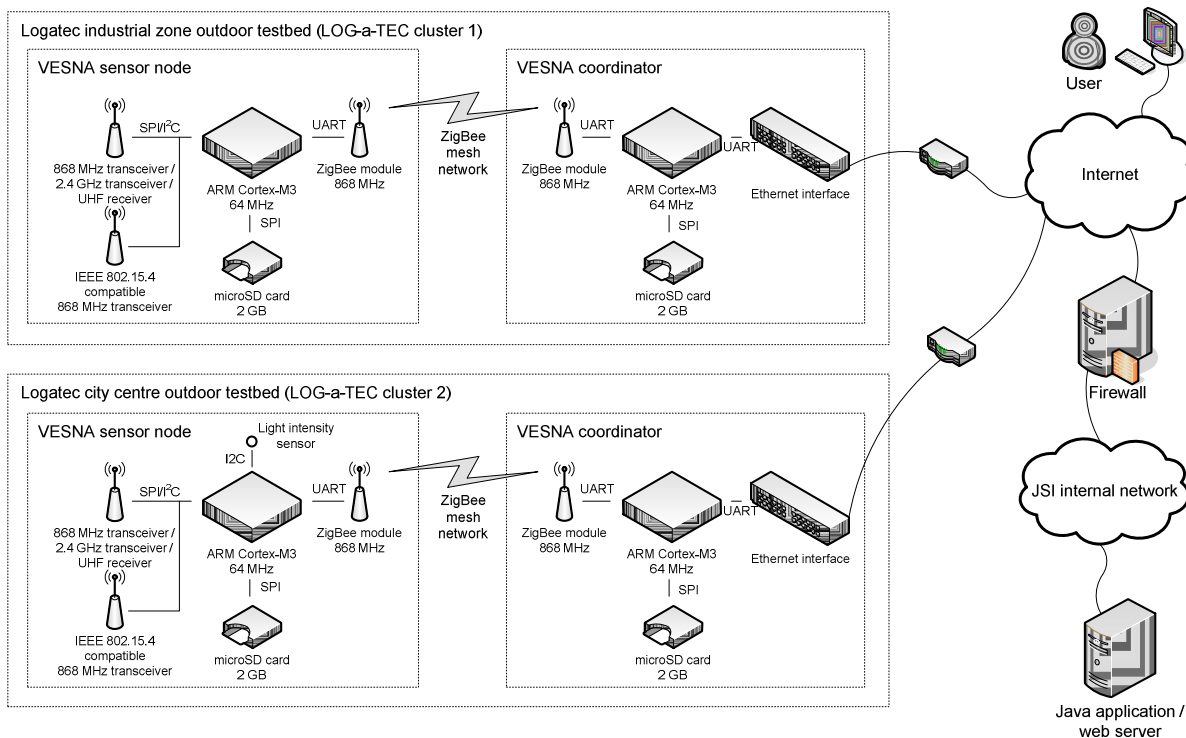


Slika 1: Senzorska vozlišča eksperimentalne infrastrukture LOG-a-TEC

navadno zahteva vključitev upravljaljske strojne opreme, ki preko ustreznih vmesnikov nadzoruje in krmili delovanje eksperimentalne naprave. Med tipične upravljaljske funkcionalnosti štejemo oddaljeno reprogramiranje eksperimentalnih naprav za potrebe posameznih eksperimentov, zbiranje podatkov o delovanju programske opreme (angl. debugging), izmenjavo kontrolnih ukazov za nadzor poteka in obnašanja eksperimenta ter proženje zunanjih dogodkov povezanih z eksperimentom. Za realizacijo vseh teh funkcionalnosti je pogosto potrebno izbrati strojno opremo, ki je mnogo zmogljivejša od naprave vključene v sam eksperiment, za izmenjavo kontrolne informacije pa je potrebno zagotoviti dodaten komunikacijski vmesnik z večjo pasovno širino. Tak pristop k vzpostavitvi eksperimentalne infrastrukture je lahko ustrezen v kontroliranem laboratorijskem okolju, se pa običajno izkaže za neprimerne pri delovanju v realnem zunanjem okolju, kjer pogosto ni mogoče zagotoviti podpirne infrastrukture kot sta npr. neprekinjeno napajanje ali redundantni komunikacijski vmesnik. To zahteva bodisi popolnoma nov razvoj upravljaljske strojne opreme, bodisi vključitev njenih funkcionalnosti v samo napravo za izvajanje eksperimentov. Slednji pristop je bil izbran tudi pri implementaciji eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC, ki je predstavljen v nadaljevanju.

IV. EKSPERIMENTALNO SENZORSKO OMREŽJE LOG-A-TEC

Eksperimentalno senzorsko omrežje LOG-a-TEC je nameščeno na javno infrastrukturo Občine Logatec. Prvenstveno je namenjeno eksperimentalno podprtim



Slika 2: Logični bločni diagram eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC

raziskavam in razvoju s poudarkom na evalvaciji tehnologij, naprav, algoritmov in protokolov ter s tem premoščanju tehničnih ovir za vpeljavo interneta stvari. Hkrati je njegov družbeni pomen v prijazni vpeljavi aplikacij in storitev vsakdana prihodnosti. Vzpostavljeno je kot rezultat sporazuma o sodelovanju med Institutom "Jožef Stefan", Občino Logatec in Komunalnim podjetjem Logatec.

LOG-a-TEC predstavlja napredno postavitve merilne in upravljalvske infrastrukture na osnovi tehnologije brezžičnih senzorskih omrežij. V trenutni izvedbi je brezžično senzorsko omrežje vzpostavljeno na podporni infrastrukturi 50-ih drogov svetilk javne razsvetljave. Kot prikazuje slika 1 se 25 vozlišč senzorskega omrežja nahaja v industrijski coni na obrobju mesta Logatec, preostalih 25 vozlišč pa v središču mesta. Brezžično senzorsko omrežje med vozlišči znotraj obeh gruč temelji na standardu ZigBee in obratuje na frekvenci 868 MHz. V vsaki izmed gruč se nahaja eno koordinatorsko vozlišče, ki prek prehoda v internet služi za povezavo z nadzorno spletno aplikacijo. Koordinatorski vozlišči sta nameščeni na mestih fiksne dostopa v internet in sta za ta namen opremljeni z Ethernet modulom. Logični bločni diagram senzorskega omrežja in njegove povezave z nadzorno aplikacijo prikazuje slika 2.

Osnovni uporabniški vmesnik za izvajanje eksperimentov predstavlja spletna aplikacija dostopna na naslovu <https://www.log-a-tec.eu/> in je ponazorjena na sliki 3. Vpogled v trenutno stanje dobimo s klikanjem označb lokacij na zemljevidu, interakcijo z vozlišči oziroma njihovimi razpoložljivimi viri pa lahko vzpostavimo bodisi z uporabo GET in POST ukazov, ki jih vpišemo neposredno v spletni vmesnik (preprost način), bodisi z uporabo Python skripte, ki temelji na predpripravljeni knjižnici z definicijami razpoložljivih virov (napredni način). Aplikacija vključuje tudi administrativni panel, ki uporabnikom omogoča rezervacijo terminov za izvajanje eksperimentov na določeni gruči senzorskih vozlišč, administratorju pa upravljanje s

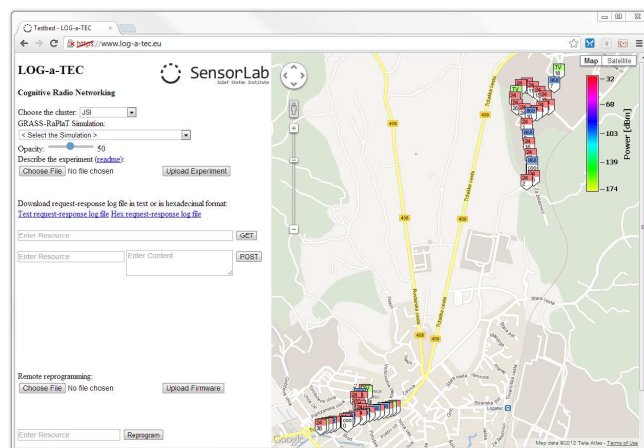
pravicami uporabnikov, upravljanje gruč in izvajanje posegov za posodobitev infrastrukture. Kot primer slednjega aplikacija omogoča oddaljeno reprogramiranje posameznega vozlišča ali gruče s programsko rešitvijo (angl. firmware) skladno z eksperimentom v izvajanju. Pregled razpoložljivih funkcionalnosti aplikacije in izvedbo povezave s senzorsko infrastrukturo ponazarja slika 4.

A. Platforma VESNA

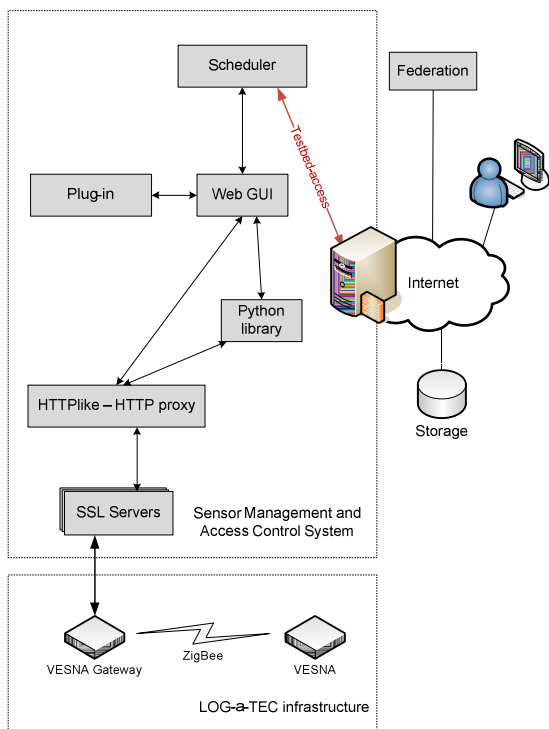
Osnovo za izvedbo senzorskih vozlišč eksperimentalne infrastrukture LOG-a-TEC predstavlja platforma VESNA, ki jo prikazuje slika 5 [7].

Gre za platformo, ki s svojo modularno zasnovo omogoča podporo in prilagodljivost različnim aplikacijam. Končno strojno rešitev tipično sestavljajo:

- jedrni modul (angl. Sensor Node Core, SNC), ki temelji na zmogljivem mikrokrmilniku z jedrom ARM Cortex-M3,



Slika 3: Spletni uporabniški vmesnik



Slika 4: Aplikacijski funkcionalni bloki

- radijski modul (angl. Sensor Node Radio, SNR), kjer lahko izbiramo med vrsto različnih komunikacijskih vmesnikov, tehnologij in obratovnih frekvenčnih območij, in
- razširitveni modul (angl. Sensor Node Expansion, SNE), ki omogoča realizacijo aplikacijsko pogojenih funkcionalnosti in dodatnih napajalnih rešitev ter prehoda v druga komunikacijska omrežja.

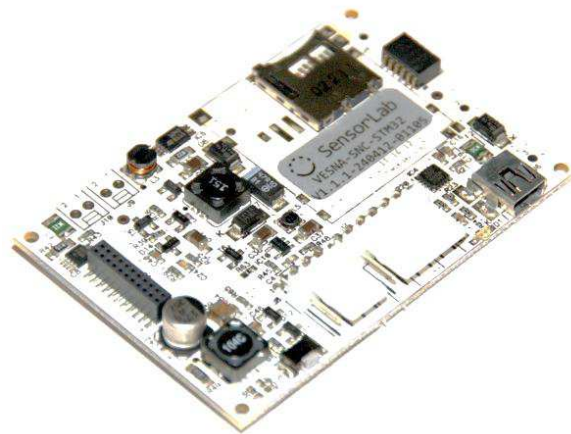
Prek vrste digitalnih in analognih vmesnikov platforma podpira širok nabor senzorjev in aktuatorjev.

V. PRIMERI EKSPERIMENTALNO PODPRTIH RAZISKAV IN RAZVOJA

Senzorska vozlišča eksperimentalne infrastrukture LOG-a-TEC se v trenutni izvedbi nahajajo pretežno na drogovi javne razsvetljave. V okviru več projektov se v vrsti konfiguracij uporabljajo pri raziskavah in razvoju različnih aplikacij in scenarijev. Nekatere izmed njih predstavljamo v nadaljevanju.

A. Zaznavanje zasedenosti radijskega spektra in kognitivni radio (projekt 7.OP CREW)

V okviru evropskega projekta 7.OP CREW (Cognitive Radio Experimentation World) [8] predstavlja LOG-a-TEC enega izmed 5 testnih omrežij na področju zaznavanja radijskega spektra in kognitivnega radia, ki bo preko iniciative FIRE na voljo za različne eksperimentalne raziskave in poizkuse tudi zunanjim raziskovalcem. Za te potrebe smo za platformo VESNA zasnovali SNE module namenjene merjenju zasedenosti frekvenčnega spektra v (i) ISM prosto dostopnih frekvenčnih pasovih, namenjenih industrijski, znanstveni in medicinski rabi (t.j. 433 MHz, 868 MHz in 2.4 GHz) in (ii) UHF frekvenčnem pasu, ki je prvenstveno namenjen oddajanju televizijskih signalov (t.j. 470-862 MHz), tam pa lahko obratujejo tudi brezžični mikrofoni.



Slika 5: Platforma VESNA

Vsako izmed senzorskih vozlišč se sestoji iz jedrnega modula SNC, radijskega modula SNR namenjenega komunikaciji znotraj upravljalnega omrežja in razširitvenega modula SNE, ki obsega enega izmed naslednjih komunikacijskih vmesnikov:

- Sprejemno-oddajni radijski vmesnik za ISM frekvenčno območje 868 MHz, izveden na osnovi radijskega čipa CC1101 proizvajalca Texas Instruments. Primarno je namenjen zaznavanju radijskega spektra, lahko pa se uporabi tudi kot komunikacijski vmesnik za povezavo z drugimi vozlišči ali kot oddajnik testnih signalnih sekvenc.
- Sprejemno-oddajni radijski vmesnik za ISM frekvenčno območje 2.4 GHz, izveden na osnovi radijskega čipa CC2500 proizvajalca Texas Instruments. Primarno je namenjen zaznavanju radijskega spektra, lahko pa se uporabi tudi kot komunikacijski vmesnik za povezavo z drugimi vozlišči ali kot oddajnik testnih signalnih sekvenc.
- Sprejemni radijski vmesnik za UHF frekvenčno območje, realiziran na osnovi TV tuner čipa NXP TDA18219HN. Uporablja se lahko zgolj kot detektor radijskega signala.

Vsak SNE modul je nadalje opremljen tudi s komplementarnim radijskim vmesnikom za vzpostavitev upravljalnega omrežja na frekvenci 868 MHz, ki temelji na Atmelovem radijskem čipu AT86RF212 in je skladen s standardom IEEE 802.15.4. V okviru eksperimentov se na senzorskih vozliščih izvajajo različni protokoli oziroma algoritmi, rezultati meritev pa se z namenom kasnejše obdelave shranjujejo v lokalnem pomnilniku. Na ta način lahko učinkovitost posameznih rešitev dinamičnega dodeljevanja radijskega spektra in kognitivnega radia preizkusimo v realnem okolju.

B. Sistem za spremljanje stanja okolja (projekt 7.OP CITI-SENSE)

Evropski projekt 7.OP CITI-SENSE obravnava spremljanje stanja okolja v mestih, na javnih prostorih in znotraj stavb. Cilji projekta so dvig okoljske ozaveščenosti, spodbujanje sodelovanja in vključevanja uporabnikov preko integracije aplikacij in vgrajenih senzorjev pametnih telefonov, ter zagotavljanje povratnih informacij o vplivu posameznih pojavov.

V okviru projekta bodo med drugim razviti tudi prototipi sistemov za spremljanje kakovosti zraka in ocenjevanje obremenjenosti okolja s hrupom. Kot ena izmed platform je bila izbrana tudi platforma VESNA, ki jo bomo za te potrebe nadgradili s senzorji (i) plinov, kot so ogljikov dioksid (CO₂), ogljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO_x), hlapljiva organska topila (angl. volatile organic compounds, VOC), (ii) ostalih okoljskih parametrov, vključno z zračnim tlakom, temperaturo in vlago, ter (iii) jakosti hrupa.

Eksperimentalna infrastruktura LOG-a-TEC bo pri tem uporabljena za preizkus in validacijo prototipnega sistema, končni pilotni sistem pa bo predvidoma nameščen v Ljubljani ter morda še katerem izmed ostalih osmih evropskih mest, ki sodelujejo v pilotski raziskavi.

C. Plani in smernice nadaljnje razvoja

Ker se eksperimentalna infrastruktura LOG-a-TEC v trenutni izvedbi nahaja pretežno na infrastrukturi javne razsvetljave, smo 25 senzorskih vozlišč opremili s senzorji intenzitete svetlobe. V načrtu za nadaljnjo razširitev je namestitev tokovnih senzorjev v prižigališča. S tem bo mogoča popolna ocena učinkovitosti javne razsvetljave in njenega krmiljenja ter omogočena presoja uvedbe posameznih ukrepov optimizacije porabe kot so npr. nadgradnja z LED tehnologijo ali delno zatemenjevanje.

Drugo smer nadaljnje razvoja predstavlja uporaba nameščene senzorske infrastrukture kot komunikacijskega prehoda za nadzor druge javne ali zasebne infrastrukture. Slednje vključuje elektroenergetska, vodovodna, ogrevalna ali plinska distribucijska omrežja, komunalno infrastrukturo (kanalizacija in smeti) in spremljanje zasedenosti parkirnih mest. Potencialno zanimivo področje v razvoju pa predstavljajo tudi komunikacije med vozili in okoljsko infrastrukturo (angl. vehicle-to-infrastructure, V2I).

VI. ZAKLJUČEK

Internet stvari se uveljavlja na najrazličnejših področjih in postaja vsakdanji del okolja v katerem živimo. Pri tem imajo izrazito pomembno vlogo senzorji različnih veličin in pojavov ter njihovo povezovanje v senzorska omrežja. Za razliko od klasičnih komunikacijskih omrežij, ki so v osnovi namenjena komunikaciji med ljudmi oz. ljudmi in napravami, so senzorska omrežja v pretežni meri namenjena komunikaciji med napravami nekega sistema. Velja, da so tipične aplikacije senzorskih omrežij izrazito interdisciplinarne, zato njihovo načrtovanje zahteva tesno sodelovanje med ponudniki tehnoloških rešitev in poznavalci domenske problematike. V tem kontekstu ta prispevek obravnava pomen vzpostavitve senzorske infrastrukture v realnem urbanem okolju za eksperimentalno podprte raziskave in razvoj na različnih področjih, ki lahko privedejo do novih rešitev in aplikacij v okviru koncepta pametnih mest. Kot vzorčni primer je predstavljena eksperimentalna infrastruktura LOG-a-TEC, ki temelji na platformi VESNA in je v trenutni izvedbi nameščena na infrastrukturi javne razsvetljave. Predstavljeni so tudi primeri vzorčnih aplikacij za zaznavanje zasedenosti radijskega spektra in spremljanja stanja okolja, modularna zasnova tako platforme VESNA kot tudi eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC pa omogoča nadgradnjo in širitev senzorske infrastrukture za podporo najrazličnejših aplikacij.

ZAHVALE

Posebna zahvala za razumevanje in izdatno podporo pri postavitvi eksperimentalnega senzorskega omrežja LOG-a-TEC gre Občini Logatec in Komunalnemu podjetju Logatec. Rešitve in pogledi, predstavljeni v tem prispevku, odražajo tudi večletno sodelovanje vrste sodelavcev laboratorija SensorLab. Prispevek je delno sofinanciran preko programa kompetenčnega centra "Odprta komunikacijska platforma za integracijo storitev" KC OpComm in evropskega projekta 7.OP CREW (FP7-ICT-2009-5-258301).

LITERATURA

- [1] L. Sanchez, J.A. Galache, V. Gutierrez, J.M. Hernandez, J. Bernat, A. Gluhak, T. Garcia, "SmartSantander: The meeting point between Future Internet research and experimentation and the smart cities," Future Network & Mobile Summit 2011, Varšava, Poljska, junij 2011.
- [2] Future Internet Research and Experimentation (FIRE), <http://www.ict-fire.eu/>, november 2012.
- [3] Global Environment for Network Innovations (GENI), <http://www.geni.net/>, november 2012.
- [4] A.Gluhak, S. Krco, M. Nati, D. Pfisterer, N. Mitton, T. Razafindralambo, "A survey on facilities for experimental internet of things research," IEEE Communications Magazine, vol.49, no.11, pp.58-67, november 2011.
- [5] Projekt SmartSantander, <http://www.smartsantander.eu/>, november 2012.
- [6] R.N. Murty, G. Mainland, I. Rose, A.R. Chowdhury, A. Gosain, J. Bers, M. Welsh, "CitySense: An Urban-Scale Wireless Sensor Network and Testbed," IEEE Conference on Technologies for Homeland Security, Boston, ZDA, maj 2008.
- [7] Platforma VESNA, <http://sensorlab.ijs.si/hardware.html>, november 2012.
- [8] Projekt CREW, <http://www.crew-project.eu/>, november 2012.

Miha Smolnikar (miha.smonikar@ijs.si) je diplomiral leta 2005 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in se zaposlil kot mladi raziskovalec na Odseku za komunikacijske sisteme Instituta "Jožef Stefan". Trenutno zaključuje doktorski študij elektrotehnike na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. V okviru raziskovalnega dela se ukvarja z medplastnim načrtovanjem protokolnega sklada, kognitivnim radijem, adaptivnimi brezžičnimi komunikacijskimi sistemi in senzorskimi omrežji, ter pri tem sodeluje v vrsti domačih in mednarodnih projektov.

Mihael Mohorčič (miha.mohorcic@ijs.si) je višji znanstveni sodelavec in vodja Odseka za komunikacijske sisteme na Institutu "Jožef Stefan". Doktoriral je leta 2002 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Leta 2006 je bil na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana izvoljen v naziv docent. Tam je tudi dopolnilno zaposlen in izvaja več predmetov na 2. in 3. stopnji bolonjskega študija. Njegovo raziskovalno delo, v okviru katerega je sodeloval oziroma še vedno sodeluje v številnih domačih in mednarodnih projektih, sodi na področja satelitskih, stratosferskih, brezžičnih, kognitivnih in senzorskih omrežij.

Leveraging technology evolution for better, sustainable cities

Roberto Saracco – EIT ICT LABS

Abstract — Everywhere we see municipalities setting up projects for Smart Cities. It has become a sort of "mantra" word. But when we look at their plans we get different perspectives on what they call a "smart city". Sometimes they refer to smoother traffic, savvier use of energy, sometimes to garbage recycling, sometimes to healthier environment, ... These are all "improvements" and obviously desirable ones.

However, what is it that characterizes a city to the point of being called Smart? In this paper I claim that it is the awareness of the infrastructure and the capability to increase the awareness to people living there.

In an ideal world we already have all the technologies we need to create awareness, designing our cities from scratch. This is what is being done in places like Songdu and Masdar. But in "our world" we already have cities and the challenge is to evolve them in an economically sustainable way in synch with their inhabitants' expectations, needs and desire.

We can leverage technology evolution for this as well. And this is the focus of my talk. How can we make use of technologies like embedded electronics, screens, data harvesting and analyses (big data) and infrastructures like LTE with its native IP to evolve our cities into smarter places where people love to live.

In doing that I'll make reference to some concrete examples, like the projects in Italy on the Smart Cities Cluster and in projects in the EIT ICT LABS framework.

Keywords — Smart City, Security, Emergency communications, Law enforcement

I. NAME YOUR PLEASURE, I CAN SELL

We are living in a world of technology abundance. It is difficult to run into a situation where you are stuck because there is no technology available to support you. True, there are some areas where simply the needed technology doesn't exist (yet) but by far we have the technology we need. Unfortunately, in many cases we cannot buy it! The cost is still too high, it is not affordable ... yet.

In fact, we have learnt that technology price, particularly in the ICT area, is decreasing at a rapid pace so we can rest assured that in a few years that technology will become affordable.

Hence, let's forget for a moment the issue of cost and let's start to look at what we need when the goal is to have a "smart city" and what we have either on the shelves ready for use or in some research labs..

What does smart mean? Well, someone is smart if she is able to interact and react in an appropriate and effective way to her context, fulfilling her objectives.

Being "smart" then requires the capability to be aware of the context and since this context is reacting to one's behavior (this is surely the case when you interact with another person) to make sure that the context too is aware of what we are after (there can be of course a slate of added complexities like sometimes being smart may require to fool the context or be able to understand that the context is trying to fool you, but in the end all boils down to awareness).

Technologically speaking awareness requires at least four activities:

- sensing
- processing
- understanding
- communicating (acting).

II. SENSING

Sensors' technology has made amazing progress, as it can be confirmed by the number of sensors all around us. We probably have a gyroscope in the cell phone, accelerometers in the car, a light sensor on the television, a motion detector in the anti-intrusion system, a face detection in the digital camera and so on.

Our cities have sensors to measure traffic and pollution, for surveillance, for insects; our economic system has (physical and virtual) sensors to monitor distribution, capital flow, spending, goods appeal; the health care system uses sensors to detect upstart of epidemics, to check your breathing and pulse, the glucose level in your blood and so on.

Already today we can estimate that in the developed Countries there are at least hundred sensors per person (your new car has at least 50 sensors...).

The expectation is to have by the end of this decade a thousand sensors for each person and that means a few trillion sensors in the world.

Each of them will produce data, possibly several times a day, hence we will be flooded by PB on a daily basis (today traffic on the Internet is approaching the EB so 1/1000 increment is not something to be concerned about).

What is important, though, is not the sheer amount of data, but that these data can be analyzed and can generate more data. In other words data are becoming sensors themselves. I tend to call these "virtual sensing".

Evolution in sensors is progressing over three main directions:

- better and broader sensitivity. Sensors like the HP accelerometer can detect a variation of 1/1000 of the gravity force. That sensitivity allows the detection of minute vibrations, to the point that one of these sensors glued to a wall at home can detect people walking, a faucet being opened, the washing machine having a loose

gawking, and much more. It can detect the insurgence of a pathological condition (24 hours before being hit by a stroke a person changes his gait and that is detected by the sensor as a pattern change), and a structural problem in the floor... The mixing of bio and electronics broaden the parameters that can be sensed, from the ripeness of fruits to the presence of pollutants...

- lower power consumption. Electronics can be powered in μW and at this level it is possible to harvest such a power from the environment, through scavenging, be it vibration, light, radio waves, thermal or glucose (this latter is used by sensors planted in our body to get rid of battery). Having solved the powering problem it becomes possible to disseminate thousands of sensors in any ambient (and this is what fuels the proliferation of sensors, and in turns the ever decreasing price).
- embedding. More and more sensors are becoming an integral part of any object. The “packaging” of sensors exploit the reduced size and often the possibility to bend and adapt to any surface of the new generation of sensors. Printed electronics makes it possible to spray sensors directly on a surface, at low cost. The progress in smart materials is leading to the use of materials that have intrinsic sensing capabilities, any surface will be able to detect a contact and the relative position, to detect temperature, and vibrations. More than that. Smart material can remember and “learn” through interaction and communicate with the ambient and nearby objects.

III. PROCESSING

On the micro-scale, processing has become cheap, both in terms of \$ and in terms of energy. Hence it can be integrated in sensors for local analyses, reducing the number of bits that need to be sent, something that is still, and will remain, costly in terms of energy budget. On the macro scale processing delivers enormous number crunching capabilities making it possible to perform sophisticated analyses, such as those required in image recognition, signal spectrum analyses, biologic digital signature recognition and so on. It has also become, thanks to a pervasive infrastructure, delocalized and parallelized. We are moving towards an “ambient processing” where a variety of computation units may cooperate, in a loose sense, to provide ambient awareness. Here we can also expect that the use of memristors, in the second part of this decade, will enhance the concept of global computational state applicable to an ambient and that will be a fundamental part of contextual awareness.

IV. UNDERSTANDING

The progress in understanding has mostly derived from massive data analyses, statistical approaches and pattern recognition techniques.

Understanding, in the context of a Smart Ambient, such as a Smart City, requires the assessment and concatenation of a variety of tiles to create the complete mosaic. It is not enough to understand that a car is slowing down or speeding up. One has to consider what the other cars are doing, what is going on at that particular place and time, who is driving and what his motivation might be and so on. It requires knowledge about the current status and previous experience.

It also requires the capability to look ahead and correlate the various aspects in a single picture.

In the future, and in the context of Smart Cities, we can expect that understanding will be local, in the sense that many players will derive their own autonomous understanding based on the perceived context. In turns, their behavior will condition the evolution of the context and that will change the understanding of other players sharing (totally or partially) that context.

As the number of players multiplies and will become dense, we might expect the emergence of some forms of global understanding and behavior. It is not the result of a controlling or orchestrating actor but the continuous interplay of many actors, each one with its own agenda.

This is what happen in Nature’s ecosystems where continuous, although independent, interactions can generate the perception of an “intelligent design”. On the contrary, this is just the emerging intelligent behavior resulting from loose interplay of many actors.

The challenge for an artificial environment, like a Smart City, is to have sufficient flexibility in the behavior of individual players that can result in continuous adaptation, thus leading to a coherent whole. Of course we have this continuous adaptation in people, what we need, and will have, is a continuous adaptations in objects, infrastructures and ambient.

V. COMMUNICATING (ACTING)

The leap from independent individual players to a coherent ecosystem is an essential aspect of future Smart Cities, although I have seldom seen this mentioned.

It is clear that within a complex environment, like a Smart City, there will be many players having different agendas, based on different technologies at various stages of evolution. It is impossible to freeze everything and have everyone marching at the same speed under the same orchestra director. This has to be taken into account to create an effective Smart City that can continually evolve and get smarter and smarter as time goes by.

This can be achieved through two fundamental communication fabrics: links and data.

Links make possible the access to data, not necessarily, as we would have said in the past “the interchange of information”. The problem with the interchange of information is that there should be an a-priori agreement on what the information is and how to exchange it. This is simply unrealistic as the number of players, and data, keeps growing and changing. Cells in a body are apparently synchronized but as a matter of fact they seldom communicate with one another (there are obviously exceptions). Each one reacts to local conditions and in reacting it changes them leading to ripples that affect other nearby cells and even some far away. There is no “a-priori” agreement on communications protocols nor on information to be exchanged.

Communications based on the paradigm of autonomous system is probably the most effective one, given our present grasp of technologies.

This requires the availability of a local communication fabric, and wireless is clearly the way to go. Probably a variety of wireless overlapping infrastructures are required and will be de facto deployed. Each player will probably use

one kind of infrastructure and some players will be able to use several infrastructures acting as relay to those that can only access one.

This does not mean that we no longer need high capacity long range infrastructures. Not at all. It just emphasizes the growth of local nets (halo nets) and the local capability of inter net communications.

Data represent the other facet of communications. Data are shared and players process existing data and create new data. Here again we would have required an “a-priori” definition of semantic categories, an agreement on the syntax so that data can be exchanged and understood.

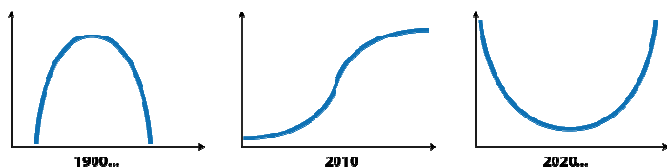
However, this is not what happens in Nature. Complex systems are flooded with data and learn by themselves to understand and make use of them.

This, to a certain extent, is what will be required in a Smart City environment. The key to provide useful data is an open data framework and the encapsulation of data in micro access devices (API-Application Programming Interfaces). There is a need to move up in the hierarchy of API, transforming them into snippets that provide both the access to data and the key to their manipulation.

Imagine the situation today in accessing music. You get a song, but in order to “play it” you need to have the right codec and hence know how it has been coded. It is not a surprise if some times you get an error once you try to listen to a new “downloaded” song. A different approach is that when asking for the song the song is delivered in a package that contains the player. What you get is the music, not the data.

This approach has the interesting property that you cannot “steal” the data since that data is never really available, only its effects are available. This decoupling may be very important in a Smart City context where data will be owned by different parties and will be subject to owners constraints.

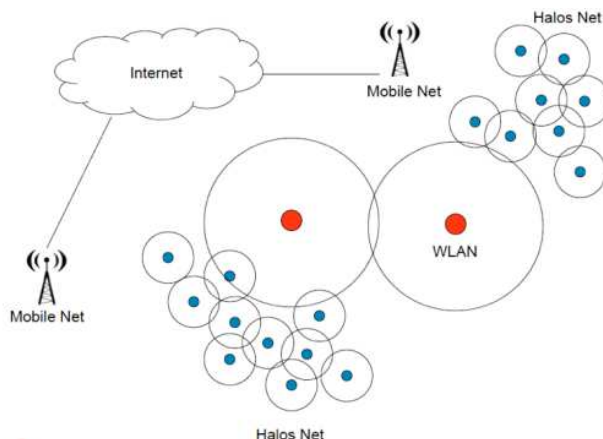
One last remark on communication. The networks we have been designing for decades where based on the (correct) assumption of a certain traffic distribution, more specifically the average communications would last 3’ and every person would communicate 4-5 times a day.



Hence the traffic distribution was like the one shown in the first graph with the peak of the gaussian corresponding to 3’ four times a day (the y indicates the number of transactions, the x the number of bits carried by those particular transactions). The advent of Internet and multimedia (YouTube, Netflix...) changed the actual traffic pattern with a tremendous increase of bulky transactions made by a multitude of people. Hence the S curve. In the future, the trillions of sensors will be generating a multitude of transactions, each, on the average, consisting of just few bytes. This along with the continuous fruition of multimedia, leads to the inversion of the gaussian. It is obvious that the future network architectures will have to take this into account.

In Nature we have plenty of similar situations. Cells in an organism are continually generating tiny communication

packets (ejection and absorption through various means/protocols of molecules) and these have first a local effect and then they aggregate and bring information to distant regions through the big pipes (veins and arteries).



Increased communications needs are managed locally and seldom the increased needs are affecting the main communications infrastructure (and when this happen there might be nasty effects, like shock and complete shut down...).

Communications architectures based on halo nets may represent a technological implementation of the Nature way of managing autonomous systems.

Notice that these halo nets can be created by the objects themselves, each halo, as an example, may be created by a vehicle and as it moves in the urban environment it overlaps with other vehicles halos thus ensuring a flow of communications, sharing the data it has associated to its halo (remember that data and communications tend to be two sides of the same coin). Interestingly, this approach creates more communications capability where there is more need for communications capability, that is the opposite of what happen with todays architecture where capacity is designed up-front and unexpected overload impair communications.

Communications for a long time has been based on the assumption that its “meaning” is derived by the people involved in it. It is up to the brains at the edges of the network to make sense of what is being communicated. Hence there was a clear separation between connectivity and meaning, the latter being independent of the former.

Over the years, mostly beginning in the 80ies, the network has started to provide some smartness to communications to better manage resources and to provide services to the “brains”. The end point of the networks, the phones, have remained completely passive and disjointed from one another.

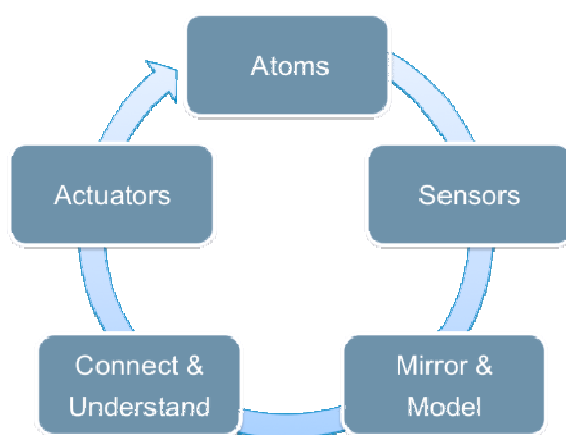
The advent of the Internet of Things has been seen as just another way to connect “dumb” entities to the network and indeed most of these things are “dumb” but their aggregation may not need to be. And in the context of Smart Cities, the networks will connect context, rather then end points, and these context will become smarter an smarter. Part of them will have their connectivity fabric and will be able to connect through that to the variety of components in their context and to a plurality of networks at “their” edges.

Moreover, meanings and connectivity within a context are strongly related, it might actually be impossible to separate the two of them, as it is the case in our brain where you cannot decouple axons/dendrites from neurons. Meaning is an emergent property of a network formed by entities.

What we are going to see, from a connection paradigm view point, is a 180° change: if in the past we (network operators) have been considering the network as the core and what is being connected as the edge, in the future contexts will be the core of connectivity, the fabric upon which services are delivered, and they will see “our” network as their edge.

VI. BITS AND ATOMS

What awareness does is to transform a reality made of atoms into a mirror representation made of bits. This is no different to what happens with “our” awareness as human beings. Our brain is getting the atoms of the world by having them transformed into “bits” by our senses. This representation is contextualized in the brain by our memories and interpreted, modeled. It is on this model that we reason and eventually take decisions that are transformed into actions affecting the atoms of the external world.



Sensors capture the “characteristics of atoms” and convert them into bits. In turns, these bits can be used to create a mirror representation of the world that can be used as a model of the world itself.

This allows the analyses of the model to understand specific events and to grasp the emergent properties of the whole environment deriving from the independent behavior of its constituents.

The operation of “connect and understand”, as already remarked, should not be seen as the need for an orchestra player that has a god-view of the world and dictates what is going on. Rather, the scheme depicted applies to each single player, it is each individual player, that, in different ways and with different capabilities tries to extract its own vision of the world to decide how to act on its context.

Clearly there will be a broad variety of players, and a broad diversity of context. Those having the broader context will access more comprehensive data and will be able to construct more encompassing models and hence get a broader (but less specific) understanding of what is going on and therefore take actions that are likely to affect a wider context.

What is important is that acting at the level of model is cheaper than acting on the atoms.

Hence we are going to see a continuous evolution of services on the web: the associated transaction cost is very low and it lowers (destroys) entrance barriers.

This is where we are going to see plenty of SMEs playing the game. This is where a single person, a “smart” student

can develop her own service and offer it to the whole township.

In order to make this a reality we need to open the “model”, the bit/data space and let any player create services.

Notice that what is shown here as a single conceptual loop is actually composed of many loops, since we are going to see many sets of sensors sensing the atoms and transforming them into data. Thus we are going to have many focussed representations mirroring specific aspects of a city (transport, health care, garbage collection and recycling, energy use, pollution...) and it is important to open all of them so that they can be connected to create services.

As well as a multitude of “sensing sets” we are going to have a multitude of interactions with atoms, through a multitude of actuators and services, each one in principle offered by a different SMEs.

All together this creates the ecosystem.

VII. A SMART CITY

I have set the basic building blocks, awareness and ecosystem, making up what I would call a Smart City. But who is going to judge if that is really “smart”? Me, you and them. Now, this is a problem because each one has his own idea of what “smart” means.

Often it is a matter of perception and hence it is subjective. The first characteristic of a smart city is to adapt to me, you and them.

When you drive and look for directions you are likely to be overwhelmed by signals pointing to many places, most of them outside your present interest. Wouldn’t it be smart if I can see just one signal pointing me the way? We have the required technologies (although they are mostly in research labs but we have agreed to disregard this since we are talking about the future).

A signal on the road can be aware that I am in its vicinity, that I need to go in a certain place and therefore can display the information that matters to me. As you are driving in your car, just few meters behind and looking for a different place, the signal should also pay attention to you, if it has to appear smart to both of us. Well the signal is not actually showing the direction, it is signaling the direction to my (and your) car windshield and the information is displayed there, in such a way that it looks like it is being displayed on the signal. In this way each of us perceive the signal as providing customized information.

This example shows another crucial element for a smart city: personalization of interactions. This leads to a simpler interaction and of course implies the possibility to recognize which is which (or who is who).

A signal does not need to recognize all passers by, it is enough if it declares itself to the environment as a signal providing a certain set of information. It will be up to the personal assistant associated to each person to turn that interaction into a meaningful one from our point of view.

This is another crucial aspect in tomorrow’s smart spaces: each component shall be able to declare its characteristics and functionality and leave their appropriate exploitation to some sort of agent associated to the user. It is the user that can decide what matters and how it matters.

This approach simplifies issues like the management of privacy, since most personal information needed to customize the experience is owned and not disclosed to the ambient, and

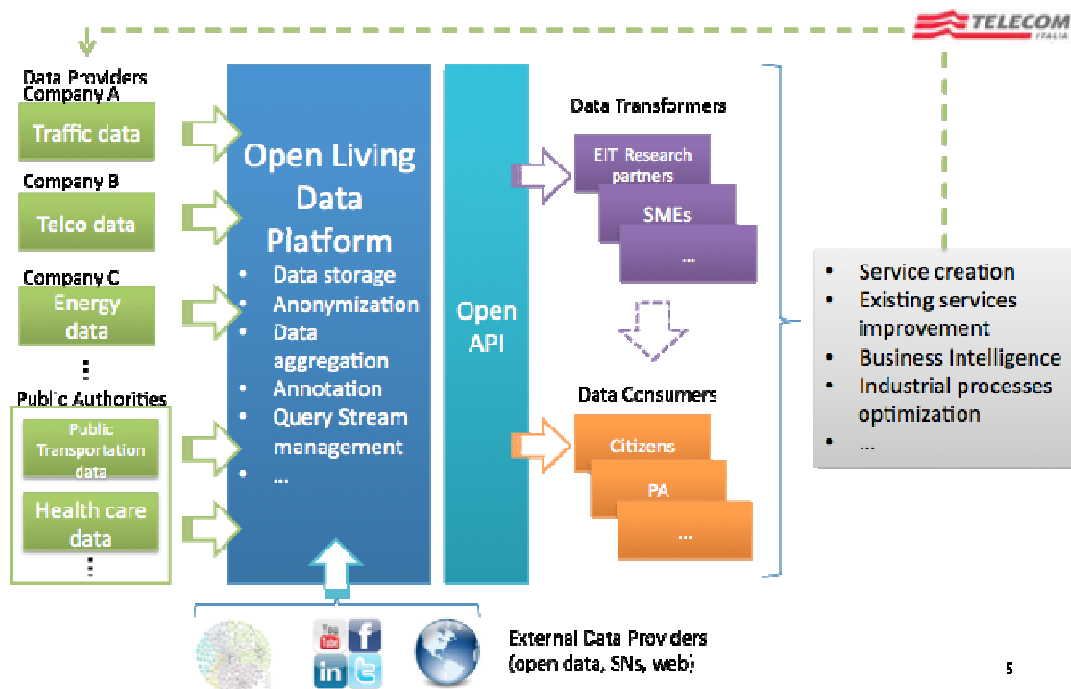
let the individual to decide the level of “smartness” he desires and possibly he is willing to pay for.

This assistant will interact with several sources of data and services and will sometimes adapt the data to the person, sometimes it will invoke/make use of specific services to obtain the required correlation.

A smart city, obviously, is not just smart from the point of view of one/all its inhabitants and passers by. It is also smart from the city/community point of view. Hence the same type of questions that one of its dweller can ask from time to time are being asked, continuously, by the city itself (and by its neigh-borough, its buildings, its transportation systems, its infrastructures).

Questions like: is everything ok? can I save energy? ... are questions that can be asked at different levels eliciting different answers and different actions. What can make sense at a certain level, like local optimization of traffic flow, may be a suboptimal solution at a more global level.

What I see in the future is a constellation of objects with various degrees of “smartness” each one mostly reacting on the bases of its own context, and higher level aggregations,



also possessing various degrees of smartness similarly reacting on the bases of their context. A smart city, in this view is nothing but a higher order aggregation that reacts to its context. Notice that at all levels (but the object one) the context comprises both the internal one -created by the aggregation of contexts- and the external one. Therefore a smart city will have as context its various components AND the surrounding territory.

One can easily think of modeling all of this as autonomous agents interacting one another.

This approach has the advantage of being compatible with a variety of entities (both physical and logical/aggregations) each one with its own level of smartness.

A single citizen can decide what kind of smartness he need/can afford for the objects he is buying (how smart do I want my washing machine to be?) and the Major can decide

how smart he wants the aggregation he controls to be and of course how much he is prepared to invest on that.

This solves the question often voiced: should a smart city be composed of smart entities or should it become smart in spite of the dull entities within its boundary?

It is actually neither. A smart city is as smart as it can be and part of being smart means getting smarter as it gets possible to get smarter because some of its components are getting better. It works also the other way round. A city that leverages on its aggregation provides each of its component with a smarter context thus stimulating investment to take advantage of it, and therefore promotes increased smartness in its component.

This is important to get out of the atrophy resulting from the chicken and egg situation where one constituency doesn't bother to improve itself since the others wouldn't take notice and symmetrically the other doesn't see a point in becoming better since it still has to deal with a non responsive environment.

I mentioned in the beginning that we have the technologies for creating awareness, here I say that we also

have the technologies to sustain this kind of evolution based on autonomous systems. The complexity of the overall system of systems will lead to emergent behavior of the whole that need not to be paid up front.

Again, as I already mentioned, I feel that a crucial enabler is an open data environment, and this is what the Province of Trento, with its partners, is building.

VIII. BECOMING SMARTER

Let's face it. Our cities are already smarter than they were

fifty years ago. We have better infrastructures, although we might not realize it as we are stuck in a traffic jam or waiting long minutes for a bus under a rain-spell.

Today our cities manage a traffic load that is many folds the one they had years ago, get cleaned in spite of the increased garbage production, serve an ever increasing hunger for energy and so on. They are surely smarter but they can be even better.

So the point is how can an administration guide the city evolution towards getting better and better steering the various players towards a global improvement that capitalizes and multiplies each single tiny improvement?

At the Italian government level, the Ministry of Innovation has launched in September 2012 a bid for a Smart City Cluster of enterprises and universities that will tackle various aspects of smart cities infrastructures and services and will experiment in the field in many Italian cities in

cooperation with local administrations. The under deployment LTE infrastructure, operational in several Italian cities by December 2012 (although some trials have been active for over a year now) would create an ideal connectivity fabric for the Internet of Things since LTE supports native IP and in turns a simple chip is sufficient for connecting to it, this slashing cost (the target is a few \$ per connection point).

The Province of Trento has set up an open data framework, with the help of the University of Trento and TrentoRise, a promoter of innovation through selective funding of private initiatives.

This open data framework provides a legal background and a guidelines to make data accessible to third parties in a controlled way. As a kick-start the Province has opened up a first part of its 120 data bases, created in the past as silos dedicated to specific applications. More will be opened in the coming months.

Within this framework it has found interested partners, like Telecom Italia, Autostrade Trentine, Poste Italiane, that are at the same time willing to share part of the data they own and create a framework of service components that can be used by any third party to create services based on those data correlation.

As I mentioned over and over in this paper a city gets smarter if it can capitalize on the smartness of its components without requiring them to be “smart”.

A research lab of Telecom Italia based in Trento, SKIL, focussing on semantics, is at work to create correlations across raw data and ensure data can be exposed even after correlation with no breach of privacy.

A business framework has also been developed to ensure that value accrued through the use of data, in whatever form can be monetized.

As work on data infrastructure is progressing, special projects have started, like the Smart Campus carried out at the University of Trento. Another one is involving students who have received smart phones and that can opt in to disclose their data (when and what being decided by each of them). This allows the accrual of other data that feed the data base of SKIL. Another project accrues data provided by security cameras in an art museum to study the behavior of visitors (whose identity remains hidden), another is testing safety measures and traffic pattern on roads ...

Each of these projects has an intrinsic value and serve the purpose of those who funded it. However, by being inserted in the open data framework they provide the bases for third parties to leverage them and create further value. All together they are part of the smart city ecosystem. As each one gets a bit smarter, third parties will find ways to capitalize on this and will increase the overall smartness.

The work is far from being completed, actually it will never be completed since nothing will ever be so smart that cannot get any smarter!

Besides, the ideas reported in this paper are under scrutiny through trials carried out in the coming two years, also in the context of the ICT LABS activities in the areas of Smart Spaces and Digital Cities of the Future. Additional contribution will come from other areas addressed by the ICT LABS, like Privacy Security and Trust, Computing in the Cloud (that is also addressing Big Data aspects), Intelligent Mobility and Transportation Systems and Smart Energy Systems.

IX. SUMMARIZING

Our cities will become smarter, because this is a general trend, even if we are not taking any action. However, by taking action we can accelerate the evolution and create business opportunities for SMEs. The parallel with the apps ecosystem is obvious. There the ecosystem seed is the opening of OS resources and a platform managing exposure, delivery and payment. Here, the ecosystem seed is the creation and sharing of context, that is open data plus a platform created by the city administrations providing the regulatory framework.

From a technology point of view the enabler is the theory of complex and autonomous systems that explain emergent behavior out of interactions.

From our citizens/inhabitants view point the “Smartness” is related to the perception of an environment that is aware of us, as a whole and in many of its components: infrastructures, transport, logistics, health care, services, resources management...

Smart Cities are Cities, and they belong, first of all to their citizens. It is crucial to involve citizens at all stages of the transformation. They have to feel part of it and in charge of it. New technologies can now provide youngster the possibility of creating services, tiny one perhaps, but in huge quantity, so large in fact that makes it possible to observe what people like and what they don't and finely tune the evolution.

In Trento one of the best things that we are doing is involving college and universities students in the design of services for their city.

The EIT ICT LABS is funding a number of activities for millions of euros that aim at creating such ecosystems and we should be able to see the results within the next two years. And the ICT LABS funds a Master School focusing on the various aspects that are needed for creating and managing a smart city, thus involving students and giving them the tools to become entrepreneurs in this area.

ACKNOWLEDGMENT

Some of the ideas presented in this paper derive from discussions that took place at the Future Centre of Telecom Italia.

I particularly wish to acknowledge the contribution of ideas provided by Antonio Manzalini, a physicist with an interest in Brain's networks and in complex systems with whom I had the privilege to work.



Roberto Saracco is currently the Director of the Italian node of the EIT ICT LABS, based in Trento. He was for several years director of the Telecom Italia Future Centre. He is a proud member of the IEEE Communications Society where is currently serves as Director for the Sister and Related Societies.

"Safe City" – an Open and Reliable Solution for a Safe and Smart City

Fedorov Vitalij, ZAO IskraUralTEL,
Ana Robnik, Terekhov Alexey, Iskratel, d.o.o., Kranj,

Abstract — Ensuring the safety and security of citizens in smart cities is one of the key challenges for governments, mayors and policy makers. "Safe City" is an open and reliable solution that provides a variety of integrated, operational services for a highly complex, operational chain and effective deployment, not only at the individual level of the municipality, but also integration into a single, federal structure.

"Safe City" offers, with its single set of information-management tools, multi-dimensional coverage for complex and multi-functional operational tasks, a diversity of integrated systems (video surveillance and video analytics, chemical control, emergency communications, public address and general alarm, media, etc.) and support for the sustainable expansion of present and future services (e.g., eCall, connection of public objects, telephone notification).

The solution builds a comprehensive and intelligent view of what is happening in the smart city by unifying and integrating the events and contextual information from heterogeneous information systems into a single information space, by visualizing such information and open communications with other systems. The decision-support subsystem makes it possible, in its automatic mode, to estimate the parameters of the system as a whole and respond efficiently to changes in the operational environment.

"Safe City" is a future-oriented solution that is prepared for further adaptations according to the market and regulatory needs.

Keywords — Safe City, Smart City, Security, Emergency communications, Law enforcement

I. INTRODUCTION

In the past hundred years Europe has transformed itself from a largely rural to a predominantly urban continent, but it is more policentric and less concentrated than the USA and China. Some 56 % of the European urban population [1] live in small and medium-sized cities and towns with different development trajectories and their diversity regarding the development path, demographic and social context, cultural and economic assets.

The European Cities of tomorrow will play a key role in the implementation of Europe 2020 [2] and its seven flagship initiatives, which will result in smart, green and inclusive growth. The model of a »Smart city« and its policy rules should harmonize the role of the city as a functional place of economic activities and exchange, and the role of city as a cultural and social place of an urban way of life. In order to achieve economic and social progress [1,2] in "Smart Cities", the public safety and security of citizens and also public and private institutions is a key issue. Ensuring the safety of the city is a prerequisite for the life and work of its people, their respect for legitimate rights and freedoms, the effective functioning of the management, economics, urban sector, transport and communications, maintaining the required level of habitat parameters, and the development of the social and cultural spheres of society.

The goal for the safe city concept is also to create a unified response plan to major emergency situations. All the key stakeholders in cities (police, fire/ emergency medical services, city government, Homeland Security, transit, utilities) should provide an effective safety or security response to any situation affecting their citizens or organizations. Special attention should be paid with respect to positive youth development and provide services aimed at reducing youth violence, crime and victimization.

Increasingly, cities are inclined to make federated security technology, equipment and training investments, such that resources can be shared across agencies and departments.

The "Smart City" is a centre for public and private local and global services on mostly local network and services infrastructures for various domains. The services and applications for public safety and security, running inside a common city network and services infrastructure, return security, safety and quality of life to the city by reducing crime, urban violence and terror threats on the one side and quicker respond to emergency situations on the other.

Local orientation in conjunction with national, cross-border and trans-national cooperation among cities are of great importance. Therefore, the relevant governance level may vary from local to the federal level and could also be a combination of several tiers. According to the documents and reports [3] the big challenge is to harmonize the programmes for safe city at various levels and find appropriate solutions.

The "Safe City" as a concept and solution offers information and communication services, combining security systems into a single information space based on the cloud paradigm. Based on ICT technologies and paradigms (e.g., broadband infrastructure, fixed-mobile convergence, the internet of things (IoT), cloud computing, big data), the ICT sector will help increase the safety and social maturity level of the whole society, thus making its contribution to a more sustainable future.

Based on today's implementations and experience, the concept of the "Safe City" offers large-scale deployments of video-surveillance systems and emergency communications systems, but lacks a single and universally accepted concept at all levels, which are also interconnected. The current approaches vary from city to city and bring very specific solutions, which cannot be easily integrated at the higher levels. Therefore, a novel approach to overcoming these deficiencies is needed.

II. THE SOLUTION “SAFE CITY”

The Iskratel Group has a long tradition and rich experiences in telecommunications solutions. Among others, it provides telecommunications solutions for corporate and special networks together with the support for the security services and the service 112 (the emergency phone number). Based on its knowledge and competences of building security for metropolitan areas in the past and after thorough consideration of this area Iskratel and IskraUralTEL have come to the conclusion that a comprehensive and well-considered approach that covers all the functional, topological and hierarchical, organizational, legislation and regulation aspects, is the right solution. This solution is entitled “Safe City” and its key characteristics are openness and reliability. This solution also supports the smart integration of services for safety and security at the city level into the federal infrastructure. By using this approach the local characteristics and global trends are equally important and slightly differ on our markets (i.e., the European market and the market of Common Independent Countries - CIS, especially Russia).

In such a paradigm, cities and federal authorities should not install hundreds of useless cameras "at every level" in order to demonstrate to citizens that "big brother" vigilantly watching them, but first of all to:

- determine the list of social and urban areas, as self-sufficient with respect to organizational and technical safety for urban sites. These kinds of objects can be: "Safe School / Kindergarten", "Safe clinic / hospital", "Safe bus / tram", "Safe Park / Square", "Safe road / parking", "Safe bus station / railway stations / airport", "Safe mall/ market", "Safe water utility / boiler room", "Safe plant/ enterprise" and others, depending on the development of infrastructure in a city,
- enforce mandatory requirements for the above-mentioned facilities in the plan (at the local/ municipal/ federal levels) including
 - Mandatory minimum standard for each "safe facility" under the monitoring of security staff, who detects the threats, localizes them and arrives at the facility even before the police forces,
 - Mandatory minimum standard for equipment of each "safe facility" providing the physical and information security and their monitoring (their equipment depends on the object),
 - Common city interfaces / protocols of physical and information security, telecommunication and communication systems that allow the safety and security services of these objects to receive (monitoring) and share information at all levels of the hierarchy of the "Safe City" internally and with the mission-critical centres of the city/ territory.

To provide a large-scale centralized system for all the above-mentioned areas in one step is unrealistic; there are usually big problems with the budget or with appropriately trained and experienced staff. As a result of such an approach very often the autonomous, not-interoperable systems are introduced, each of which essentially solves private, local problems.

Weak elaboration on the operational needs for installing video cameras and/or other sensors leads to the accumulation of large amounts of absolutely unnecessary video and audio

information that result in huge financial and time costs for the creation, implementation and operation of such systems.

The city authorities develop and introduce urban mission-critical/monitoring centres, centralized urban systems like 911/112, alarm and notification systems and evacuation in the city, secure telecommunications/communications systems. All the above-mentioned systems incorporate centrally managed areas of life in the urban environment such as:

- City management and its administration,
- Law enforcement and its support for policy features,
- Civil defence and emergency situations (including environmental monitoring),
- Medical services management,
- Public transport management,
- Housing and utility services,
- Other urban structures (depends on the development of infrastructure of the city).

The solution entitled “Safe City” - as a common work between Iskratel and IskraUralTEL - offers the best answers to all above-mentioned requirements and challenges by using a step-by-step approach with full support for the phase implementation.

The figure below illustrates the inter-relationships among the different layers of the technology stack of the solution “Safe City”, which are the following:

- Secured network infrastructure and integration sources,
- Infrastructure as a Service and Platform as a Service for “Safe City” Services in a cloud,
- Information space including federated data, system enablers, services logic and enablers for visualisation
- API for openness towards various services and applications at the regional and federal levels,

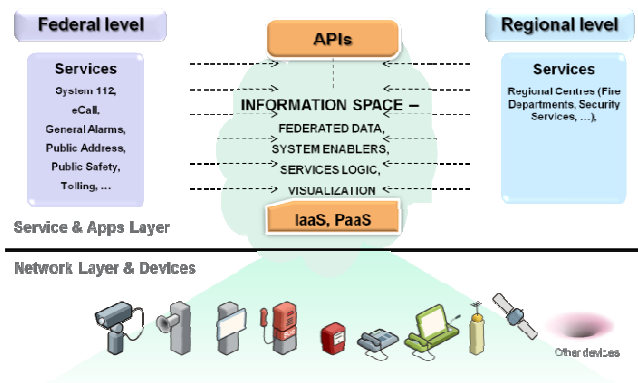


Figure 1: The “Safe City” technology stack

On the top of this stack applications and new services can be built by various stakeholders for consumers, public organizations or businesses.

III. “SAFE CITY” - SOLUTION FOR INTEGRATED SYSTEMS AND APPLICATIONS

The open and reliable solution “Safe City” consists of the following functional systems and features:

- Intelligent video surveillance/ local video surveillance systems,
- Emergency communication/ Local security systems,
- Public address, general alarm/ Local notification systems,

- Environmental monitoring and forecasting/ Local fire and chemical control systems,
- Spotting, position location/ eCall, ERA-GLONASS services,
- Communications and mass media.

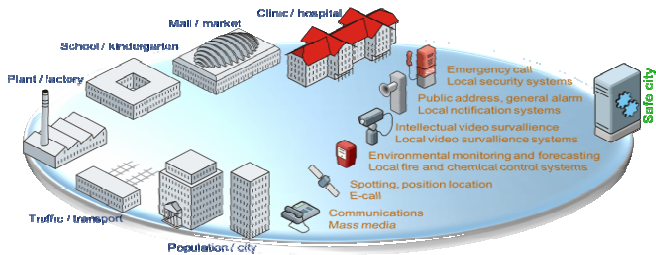


Figure 2: The solution “Safe City” and its features

Most safe city projects start with a video surveillance system, which is used for the observation of the traffic/transport, public places, areas of criminal activity, social facilities and facilities of the residential sector. The intelligence inside video analytics brings added-value to the complete solution, including face recognition, shape detection and vehicle-plate numbers. Video analytics enables the connectivity of the additional systems into the platform (e.g., malls, hospitals, schools, factories, railway stations).

Video surveillance can be used by residential and business users. Using this service the public and private safety is guaranteed to a greater extent. Firstly, it increases the efficiency of the system by increasing the number of potential operators. Secondly, it allows the residents to self-monitor various situations at home in a trusted and secure way.

The emergency communication system supports the organization of information and emergency terminals in public places and also a close relationship with the local security service. The solution “Safe City” takes into account the specifics of the incorporated facilities, which require special realisation, such as being vandal- or explosion-proof. From the personal safety perspective the integration of a mobile alarm device with positioning, used by elderly or disabled people, is of great importance.

The service E112 is one of the services of the emergency communications. Service eCall in Europe and ERA-GLONASS in Russia are additional services based on the existing E112 service, the first uses GPS the latter GLONASS satellites. They fulfil the European and Russian standards and also respect the national and local specificities in terms of emergency services. The vehicles, equipped with eCall and ERA-GLONASS compliant In-Vehicle Systems (GPS/GLONASS, GSM modem) send the “minimal set of data” via a cellular network to the eCall subsystem as a part of the “Safe City” solution, which sends it further to the relevant services (e.g., Public Safety Answering Point). This data can also be used for other commercial purposes.

Public address system offers public announcements and general alarm signals. The solution “Safe City” supplements it with additional features like telephony, SMS or mass media notifications. The solution can integrate various local public address systems in the organizations (e.g., malls, hospitals, schools, factories, railway station) according to the regulations.

The public-address system interoperates through the “Safe City” with fire-alarm systems in order to provide a more reliable and faster response and consequently minimizes the potential damage.

“Safe City” provides the ability to connect chemical sensors in order to control the high-risk production and mass-visited public areas. Fire and chemical control data together with meteorological, ecological and flood data give a complete picture of the situation.

The mass media are today one of the main channels of information. Ensuring full interaction with the mass media (e.g. television, radio) is one of the functions of the platform “Safe city”. Providing information with or without moderating and ensuring the transmission of content is just one of the required features today.

All the above-mentioned subsystems and features are inter-connected with each other and with the external world via a secured data network by using southbound interfaces called adapters and northbound interfaces called APIs. The adapters integrate various sources of data (e.g. legacy equipment, automation controllers, sensors, detectors, measuring elements) into a common information space. In most cases there is a one-way communication from the source to the information space, but there also exist some special cases, where the two-way communication is needed.

There are core features in the “Safe City” solution, which are used by all subsystems. We call them enablers. We distinguish two sorts of enablers, functional enablers and common system enablers. Both are presented in the figure below.

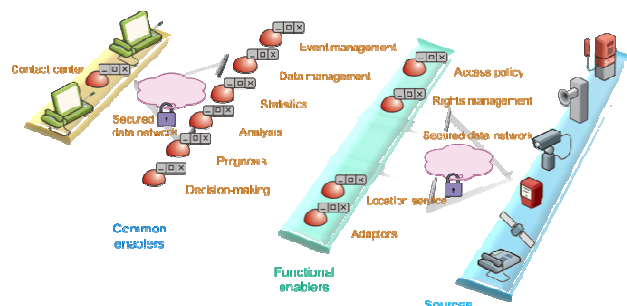


Figure 3: The “Safe City” solution – enablers and sources of information

The “Safe City” solution serves multiple clients (e.g., customers, public organizations, enterprises, etc.) sharing the same sources, therefore the multi-tenancy paradigm is respected in all areas:

- Access policy,
- Data protection and accessibility,
- Secured Data Network.

The Access Policy and Rights Management aims to grant authorized users the right to use a service dynamically, while preventing access to non-authorized users. The data is protected using various mechanisms and also accessed and exchanged in a secure manner. Since all kinds of users are an integral part of the secure and trusted solution “Safe City”, technological elements on their own are not sufficient in guaranteeing a high degree of trust and security. A complete solution must also include legal and social regulations.

Besides functional enablers there is a set of common system enablers, which are closely connected with

exchanging a huge number of events and large amounts of simple text data in addition to complex multimedia and web data. These data are usually stored in databases. Therefore, the Event and Data Management Enablers are the core enablers and architectural components.

New technologies, new forms of storing and accessing data, and the ability to retrieve information from different data sources are a part of the "Safe City" solution (data federation).

The analysis of large amounts of data in real time also requires new techniques. In doing this, statistics, semantic techniques, machine learning and logical reasoning methods are required for the semantic enrichment of data to employ. By analyzing data streams, texts, video and web data, the simple and advanced analysis is made.

Correlating the current data with its history the Prognosis enabler can predict the future events and circumstances based on existing information. To more easily understand the circumstances and interpret information the decision-making systems are also a part of the "Safe City" solution.

Service Oriented Architecture (SOA) principles and its key elements Enterprise Service Bus (ESB) and integration bus are the foundation for a modular approach to software development, which allows you to build information interaction in heterogeneous environments based on components with standardized interfaces and protocols. These technological concepts allow us to integrate various systems in a secure and efficient way.

IV. "SAFE CITY" AND ITS CORE CONFIGURATION

The "Safe City" in its typical configuration includes the following subsystems:

- Urban intelligent video system, which covers public places, busy intersections, areas of inter-city routes, schools and hospitals of the city and includes commercial video-surveillance system (e.g., shopping malls, gas stations, etc.),
- GIS monitoring of mobile objects (electronic city map),
- Emergency "citizen-police",
- Video recording of traffic violations - "Administrative practice",
- Searching for lost and stolen vehicles and detecting them,
- Intelligent searching and advanced analytics on big data,
- Management centres for squads and patrols that combine the advantages of the other systems.

All the advantages of modern techniques during the design phase of subsystems of the solution "Safe City" ensure performances and functional enhancements.

Sophisticated structure of the core of the solution allows you to deploy the data centre and connect a variety of automated safety areas subsystems into a single information space efficiently.

Besides the core subsystems the platform can also include specific subsystem such as the following:

- Security system of housing facilities;
- Monitoring and forecasting of emergency situations;
- Monitoring of the ecological state of a region;
- Unified process and storage for medical information for residential users.

The core architectural components and features for integrating such a subsystem in a unified solution are:

- Broadband network using various technologies,
- Data federation and common information space,
- Data protection,
- Data centres and archives,
- A high-speed multi-service bus for exchanging big data,
- Basic and advanced analytics for big data.

The user rights and trust are essential in such a complex solution. For various users to access subsystems and data, specialized centres for monitoring and control are developed. They communicate with a "Safe City" platform using APIs and exchange data and information through a multi-service network. The most prominent centres are:

- Squads and patrols control the centre at the city police department with an electronic map of the city, access to video-surveillance and fire-alarm systems, and emergency communication systems;
- Traffic-situation monitoring centre for traffic police;
- Emergency control centres for civil defence, fire and rescue departments;
- Emergency monitoring centres and natural-disaster response centres;
- Regional medical information centre with common medical base of resident;
- Traffic information-analytical centre at the city police department for insurance companies.

V. FUTURE ORIENTATION

The open interoperable architecture of the solution "Safe City" guarantees an easy-to-upgrade and future-safe long-term solution, which can fulfil all the strong requirements regarding the safety, trust and security, interoperability, openness and excellent user experience. Iskratel and IskraUralTEL will tailor and functionally enrich its solution according to the customers' and markets' demands.

In order to make the services of the solution "Safe City" as efficient and reliable as possible we will support the whole chain of handling the safety areas, mentioned in the first section, in the most efficient way using the following steps:

- Planning of the specific safety area,
- Modelling the area,
- Analysis of the area,
- Reducing the probability of a disaster as much as possible,
- Emergency response,
- Damage assessment.

The decision-support subsystem mentioned above will estimate in its automatic mode the parameters of each area and as a whole and respond efficiently to changes in the operational environment.

VI. CONCLUSIONS

The solution "Safe City" builds a comprehensive and intelligent view on safety in the smart city in a trusted way. It unifies and integrates the events and contextual information from heterogeneous information systems into a single information space, by visualizing such information and opening it to other systems.

The biggest competitive advantage is its openness, reliability and ability for "easy-to-integrate" new features and new sources of information. The highly skilled experts in

IskraUralTEL bring with the expertise of the local Russian specifics and deep domain knowledge for additional added-value to this solution.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank colleagues at work for valuable comments and thorough reading of this article.

REFERENCES

- [1] European Commission, Directorate General for Regional Policy, Cities of tomorrow: Challenges, visions, ways forward
- [2] Digital Agenda on Web, (19.05.2010)
http://ec.europa.eu/information_society/digital-agenda/documents/digital-agenda-communication-en.pdf.
- [3] European project "SafeCity", www.fi-ppp.eu/projects/safe-city/ and its publicly available documentation
- [4] Documentation of Iskratel's solution "Safe City"

Ana Robnik graduated in applied mathematics from the Faculty of Mathematics, Physics and Mechanics, University of Ljubljana, in 1985. She earned her master's degree in computer science from the Faculty of Computer and Information Science, University of Ljubljana, in 1989. She has been employed at Iskratel for 20 years. She started her career in the IT department, and joined the department for the development of the SI2000, and later the SI3000, product version in 1993. Later, she worked as head of the sector for the development of a system for the management and monitoring of network elements from the Iskratel portfolio until 2009. During the past two years she has been working as a telecommunications consultant; she leads a research group at Iskratel, coordinates work in standardization organizations, and is active in the Telemanagement Forum.

Fedorov Vitalij graduated from the Faculty of System Engineering and Robotics of Novocherkassk polytechnical institute in 1993 and from the Moscow Bank School of the Bank of Russia in 1996. From 1993 to 2004 he took a number of technical positions in the system of the Bank of Russia. From 2004 to 2006 he headed the design department of the FSB Krasnodar branch NTTs Federal State Unitary Enterprise "Atlas" of Russia, and from 2006 to 2012 he was CTO in the company JSC "Orbita" (Krasnodar). He has been involved as the chief engineer of the project into several telecommunications and infrastructure projects, among them the projects of power structures in the Southern Federal District and the republics of Transcaucasia: Abkhazia – South Ossetia and the project for the communications service providers MTS and MEGAPHONE.

Alexey Terekhov graduated from Communication Networks and Telecommunications Equipment of the Povolzhskaya State Academy of Telecommunications and Informatics in 2001. From mid-2001 to 2003 he worked in the technical and sales departments in Iskratel Slovenia. In 2004 joined as a systems engineer to the company Iskrateling (corporate branch of Iskratel), where from 2006 he held the position of Senior Technical Consultant and from 2008 as Deputy Technical Director. Since mid-2010 he has been working as Solution Manager for Corporate Networks at Iskratel Slovenia.

Vseprisotnost geolokacije in geovizualizacije v konceptu pametnih mest

dr. Dalibor Radovan, Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana

Izveček - Objektom, osebam, informacijam, in dogodkom je možno določiti položaj v prostoru (geolokacijo). Geolocirane entitete lahko geovizualiziramo s kartami, prostorskimi modeli ali simulacijami. V članku opisujemo kako lahko prostorski podatki, geolokacija in geovizualizacija pripomorejo tako k razvoju pametnih mest, kakor tudi k ocenjevanju pametnosti mest. Vseh šest ključnih karakteristik pametnega mesta (gospodarstvo, ljudje, vodenje, mobilnost, okolje, življenje) je v posredni ali neposredni povezavi s prostorom in prostorskimi podatki. V prispevku bodo opisane lastnosti aplikacij za potrošnike in upravljalce pametnih mest, ki so povezane s prostorskimi podatki in lokacijo, pa tudi objektivno merljivi indikatorji za ocenjevanje mest.

Ključne besede - pametno mesto, geolokacija, geovizualizacija, karakteristike, indikatorji, aplikacije

Abstract - Objects, persons, information and events could be tagged by position in the space, ie. by geolocation. The geolocated entities could be further geovisualized by maps, spatial models and spatial simulations. In this article we describe the ways to augment the performances of a smart city with the aid of spatial data, geolocation and geovisualization. We also discuss how we could assess the smartness of a city with spatial tools. We argue that all the six key characteristics of a smart city (ie. economy, people, governance, mobility, environment and living) are directly or indirectly related to space and spatial data. We describe the characteristics of applications for users and managers of smart cities. We also show how spatial data contribute to provide objective and measurable indicators which are used to assess smartness of a city.

Ključne besede - smart city, geolocation, geovisualization, characteristics, indicators, applications

I. UVOD

Za večino objektov, oseb, informacij in dogodkov je možno določiti položaj v prostoru ali geolokacijo. Geolokacijo je mogoče na več načinov prikazati ali geovizualizirati, in sicer s klasičnimi kartografskimi sredstvi, kot tudi s sodobnimi geomediji.

Določitev in prikaz položaja lahko opravimo za urbano ali naravno okolje. V konceptu pametnih mest seveda prikazujemo urbano okolje, vendar z elementi naravnega. Urbano okolje ima glede na naravno nekaj pomembnih razlikovalnih lastnosti tako glede prostorske, kot tudi vizualne strukture. Je geometrično relativno dobro organiziran prostor z ponavljajočimi prostorskimi vzorci in vizualno razpoznavnimi orientacijskimi točkami (angl. landmarks). Mesta vsebujejo tudi eksplicitno "znanje v okolju" (angl. knowledge in the world). S tem izrazom pomenimo fizične lokacijske oznake za navigacijo, orientacijo in informiranje v mestnem okolju, npr. hišne številke, oznake ulic, smerokaze, znake in napise ob cesti ter na stavbah (Montello 1998). Že sam termin "znanje v okolju" nakazuje, da so mesta "pametna", saj znanje v mestu prikažejo tudi vizualno.

Eno ključnih del o diferenciaciji izgleda mesta, ki vpliva tudi na kakovost življenja in pametnost mesta, je objavil Lynch (1960). Če k temu klasičnemu pogledu na urbano okolje dodamo še informacijsko-komunikacijsko (IK) tehnologijo, lahko znanje v urbanem okolju virtualiziramo in ga uporabniku ponudimo tako preko spleta ali mobilno.

II. MESTA IN INFRASTRUKTURA

Mesta se od naravnega okolja razlikujejo tudi po infrastrukturi: prometni, stanovanjski, komunalni, poslovni in čedalje bolj tudi informacijsko-komunikacijski. Infrastruktura omogoča in oblikuje lokalne bivanjske, navigacijske in splošne življenjske navade. V konceptu pametnih mest je ne glede na izbrano definicijo pametnega mesta IK infrastruktura temelj vseh karakteristik, ki zaznamujejo sodobno pametno mesto.

Del IK infrastrukture je tudi geoinformacijska infrastruktura ali prostorska podatkovna infrastruktura (angl. spatial data infrastructure, SDI). Medtem, ko je večina splošne IK infrastrukture namenjene mestom in mestnemu prebivalstvu, kjer je tudi največ poslovnih in zasebnih uporabnikov, pa je geoinformacijska infrastruktura vseprisotna po celotnem državnem ozemlju, zato ni le del pametnih mest, je pa univerzalna podpora za definiranje, merjenje in prikazovanje karakteristik pametnega mesta. Evropska direktiva INSPIRE ureja tovrstno infrastrukturo za celotno Evropo (URL1).

V članku argumentiramo, da je v vseh karakteristikah pametnega mesta kot vplivni dejavnik vseprisotna tudi geolokacija. Pametnost mesta je torej tudi lokacijsko pogojena.

III. KARAKTERISTIKE PAMETNEGA MESTA

Definicij pametnega mesta je več in nihajo med koncepti informacijsko-komunikacijske opremljenosti, trajnostnega razvoja in gospodarske konkurenčnosti. Vse definicije so mehke in se prekrivajo. Določiti, kaj je pametno mesto, je stvar presoje različnih strokovnjakov, še bolj pa prebivalcev, saj so vsakodnevni uporabniki mesta, ki lahko na različne načine izražajo ali ocenjujejo zadovoljstvo z življenjem v mestu. Prav tako je težko vsa mesta ocenjevati z istimi parametri in mesta primerjati med seboj, saj je bistvena razlika med delovanjem manjšega občinskega središča in večmilijonske prestolnice. Večina virov pa navaja, da pametno mesto določa šest ključnih karakteristik:

- pametno gospodarstvo oz. konkurenčnost,
- pametni ljudje oz. družbeni in človeški kapital,
- pametno vodenje oz. družabništvo,
- pametna mobilnost oz. promet in IK tehnologija,
- pametno okolje oz. naravni viri,

- pametno življenje oz. kakovost življenja.

Namenoma so na drugem mestu navedene tudi pojasnjevalne različice vsake karakteristike, ki pa so subjektivne, saj bi tehnično usmerjen ocenjevalec pametnega mesta lahko upravičeno trdil, da npr. IK tehnologija ni le del pametne mobilnosti, temveč vseh šestih karakteristik.

Pri ocenjevanju pametnosti mesta je za teh šest karakteristik potrebno določiti merljive cenilke, ki pa se od tu naprej lahko razlikujejo glede na pristop k definiranju pametnega mesta. Eden od načinov ocenjevanja je s pomočjo hierarhično definirane sistema faktorjev in indikatorjev (podfaktorjev), ki sledijo iz osnovnih šestih karakteristik, vsak od njih pa je lahko lokalno, regionalno ali nacionalno signifikanten. V referenčnem projektu (Giffinger et al., 2007), je bilo npr. za 70 evropskih srednje velikih mest ocenjenih 33 faktorjev, ki jim pripada 74 indikatorjev, rezultati pa so dokaj realistični in objektivni.

IV. PROSTORSKE MERE ZA OCENJEVANJE PAMETNEGA MESTA

Naštete osnovne karakteristike so odraz koncepta pametnega mesta, ocenjevalcem pa je prepuščeno, kakšne mere za oceno bodo uporabili. Mnoge mere so subjektivne in kulturološko ter družbeno pogojene z vrednotami, ki veljajo v določenem okolju, zato si želimo, da bi bilo čim več ocen objektivno merljivih in neodvisnih od približne presoje in preferenc ocenjevalcev.

Geolocirani podatki so zaradi široke javne dosegljivosti in eksaktnosti primerno sredstvo za številne prostorske kazalce pametnosti mest ali za kombinacijo z drugimi kazalci. Nekateri primeri prostorskih mer, ki so posredno ali neposredno uporabne za oceno pametnosti mest so za vseh šest karakteristik navedeni spodaj.

- Pametno gospodarstvo:
 - lokacija delovnih mest, lokacijska borza delovnih mest,
 - dolžine optimalne poti do delovnih mest,
 - prostorski razpored podjetij glede na tip dejavnosti,
 - gostota in razpored (ne)zaposlenih,
 - lokacijska razpršenost oz. koncentracija kapitala,
 - lokacijska razpršenost potrošnje,
 - oddaljenost gospodarskih središč od drugih regionalnih centrov.
- Pametni ljudje:
 - geolocirani splošni demografski podatki,
 - položaj, distribucija in gostota prebivalcev glede na infrastrukturo,
 - izobrazbena struktura glede na lokacijo stanovanj in zaposlitve,
 - lokacija in razpored izobraževalnih ustanov in programov,
 - prostorska razporeditev starejših prebivalcev, njihova inkluzija in mobilnost.
- Pametno vodenje:
 - politična in družbena angažiranost glede na lokacijo,
 - zadovoljstvo prebivalcev z ekonomsko-političnim stanjem glede na lokacijo.
- Pametna mobilnost:
 - gostota in lokacija prometnega omrežja,
 - dostopnost prevoznih sredstev in optimalne poti,
 - lokacija in pogostost dostopa do IK infrastrukture,
 - lokacija nevarnih točk v prometu in njihova gostota,

- topologija in dolžina mreže javnega potniškega prometa,
- oddaljenost med mesti, bivalnimi enotami in delovnimi mesti,
- prometna povezanost prebivalcev s storitvami, trgovinami in lokacijami za preživljanje prostega časa.
- Pametno okolje:
 - razgibanost terena in tip krajine,
 - gostota urbaniziranosti,
 - vegetacijska pokritost, raba tal in degradacija okolja,
 - bližina gozda, vode, morja, gora, rekreacijskih površin,
 - izpostavljenost lokacije različnim vremenskim in okoljskim razmeram,
 - kakovost okolja glede na lokacijo,
 - lokacije energetske varčnih objektov in potencialnih objektov za trajnostno pridobivanje energije.
- Pametno življenje:
 - lokacije, cene in kakovost nepremičnin,
 - lokacije športnih, kulturnih in rekreacijskih objektov,
 - gostota in lokacija zdravstvenih objektov,
 - uporaba lokacijskih in drugih IK storitev glede na lokacijo,
 - geolocirani demografski podatki o zdravju, varnosti, revščini in zadovoljstvu prebivalcev,
 - bližina in gostota turističnih znamenitosti, turistična obiskanost lokacij.

Vse navedene kazalce je mogoče vizualizirati s klasičnimi ali spletnimi kartami (tematska kartografija), prostorskimi plani, 3D modeli, prostorskimi in časovnimi simulacijami, multimedijo in drugo grafiko.

V tem poglavju je bil nakazan pomen lokacijskih podatkov pri ocenjevanju pametnosti mest. V nadaljevanju pa se osredotočimo še na uporabo prostorskih podatkov in geovizualizacij za aplikacije, ki vsaj s stališča naprednih IK tehnologij lahko povečajo pametnost mesta. To so lahko aplikacije za prebivalce, pa tudi za upravljalce pametnih mest.

V. GEO-APLIKACIJE ZA PREBIVALCE PAMETNIH MEST

Aplikacije za prebivalce pametnih mest so predvsem spletne in mobilne narave. Večina mobilnih aplikacij izkorišča vgrajeno tehnologijo GPS sprejemnika, žiroskopa in/ali digitalnega kompasa, pa tudi kamere in drugih zmožnosti pametnega telefona. Vse navedeno je povezano z lokacijo, orientacijo, navigacijo ali fotografijo objektov v prostoru. Uporabnik pri tem lahko postane hkrati tudi proizvajalec podatkov in slik o prostoru ter se spremeni v takoimenovanega Državljana 2.0 (angl. Citizen 2.0 ali tudi prosumer). Kolaborativni ali sodelovalni podatki so pomemben del tako prostorskih kot tudi drugih atributnih ali grafičnih baz.

Mobilne aplikacije zmerejo v določeni meri prepoznavati kontekst storitve, če je znana lokacija. Večina uporabniških mobilnih pa tudi spletnih aplikacij, ki povečujejo pametnost mesta je odvisna od lokacije, npr. izposoja javnih koles, časi prihodov avtobusov, vodič po turistični tematski poti, avtomatski navigator v avtu, svetovalec gostinskih storitev in trgovin, pa tudi pomočnik za slepe ali gibalno ovirane osebe. Storitve so torej občutljive na zaznane lokacije v prostoru.

Tudi aplikacije z izboljšano resničnostjo (angl. augmented reality) so vedno povezane z orientacijo in položajem

telefona uporabnika, ponavadi ob vklopljeni kameri, pri čemer se trenutna slika prostora obogati z nevidnimi informacijami, npr. z vsebino pod zemljo, za objektom ali o samem objektu. Pri tem je lokacija primarna informacija, na osnovi katere se ustvari prekritje z besedilom, dodatno grafiko, transparentno sliko, zvokom in podobno.

Spletne storitve so večkrat podložene s kartami, zaradi brezplačnosti predvsem s produkti Digitalne Zemlje (npr. Google Earth, Google Maps, Geopedia). Večina jih deluje po principu več ravnih kartografskega detajla, prostorski podatki pa so v osnovi povzeti po državnih geodetskih oz. topografskih bazah. Ker so mobilne aplikacije oplemenitene s karto, ki ob prenašanju naprave na drugo lokacijo lahko samodejno spreminjajo tudi detajlnost prikaza, ima uporabnik občutek o vseprisotnosti kartografije (angl. ubiquitous cartography), še posebno, če je na lokacijah na razpolago tudi druga naprava ali pano s karto ali če ima s seboj še druge kartografske prikaze, digitalne na telefonu ali pa analogne na publikacijah.

Velika podrobnost prikazovanja je pomembna pri storitvah NFC (angl. near field communication), če je cilj stacionarni ali premični aparat potrebno najti z navigacijo. Pri tem so lahko podrobnosti prikaza večje, kot jih omogočajo standardni državni topografski podatki, ki običajno segajo do merila 1:5000. Prihajajoči internet stvari bo zahteval še mnogo podrobnejše podatke o prostoru za različne tipe objektov in storitev, pa tudi 3D podatke za zunanost in notranost stavb. Trenutna slabost storitev v pametnih mestih je fragmentirana dostopnost storitev in omejenost omrežij, ki bi omogočala vseprisotne storitve (Workshop, 2009), pa tudi pomanjkanje zelo podrobnih podatkov, ki bi bili ažurirani v skoraj realnem času.

VI. GEO-APLIKACIJE ZA UPRAVLJALCE PAMETNIH MEST

Za upravljalce pametnih mest so pomembne geo-aplikacije, ki optimizirajo delovanje fizične in virtualne mestne infrastrukture, zagotavljajo trajnostno rabo energije, varovanje okolja, e-demokracijo in delovanje e-uprave. Razen s spletnimi in mobilnimi aplikacijami lahko tovrstno problematiko mesto rešuje tudi z aplikacijami s področja GIS (geografskimi informacijskimi sistemi). Pri tem je pomembno, da so podatki odprti in na razpolago za ponovno uporabo tudi izven upravljalkega kroga (angl. open data, reuse of data), da so po možnosti zapisani v državnem koordinatnem sistemu in da so semantično harmonizirani, kar pomeni, da so objektne definicije nedvoumne in usklajene z drugimi povezanimi bazami. Aplikacije z odprtimi prostorskimi podatki so med najpogostejšimi primeri prakticiranja principov odprtih inovacij, živih laboratorijev in participacije prebivalstva (Lemke, Luotonen, 2009).

Pomemben del prostorskih aplikacij je namenjen ožji odločevalski strukturi v mestu (angl. Smart Mayors), za katero je pomembna možnost izdelave avtomatskih poročil in izdatna geovizualizacija indikatorjev.

VII. ZAKLJUČEK

Kartografija in geodezija sta med najstarejšima vedama. Obe sta z digitalizacijo prostora, geografskimi informacijskimi sistemi, spletnimi in mobilnimi tehnologijami ter satelitskimi navigacijskimi sistemi, le

pridobili na pomenu, saj vizualizacija realnega sveta skupaj z virtualnim pomeni dodano vrednost. Geolokacija je postala del aplikacij v skoraj vseh strokah, tudi v humanističnih.

Obvladovanje mestnega okolja je glede na številne funkcije mesta nemogoče brez prostorskih podatkov, analiz in prikazov. Z novimi mobilnimi storitvami je uporabnik neprestano v stiku z navigacijo in določanjem položaja, zato se povečuje občutek vseprisotnosti kartografije in geolokacije v vsakdanjem življenju. To se odraža tudi pri sodelovanju uporabnikov aplikacij, ki prostovoljno prispevajo prostorske podatke, izdelujejo prostorske prikaze in delijo informacije z drugimi uporabniki. Pametni upravljalci pametnega mesta zato takšne podatke uporabljajo za povečanje pametnosti mest, s čimer se zagotavlja vedno boljše storitve, ki so del vseprisotnega računalništva.

LITERATURA

- [1] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., Meijers, E. (2007), Smart cities, Ranking of European medium-sized cities. Final report, Technical University of Vienna, University of Ljubljana, Delft University of Technology, Vienna.
- [2] Lemke, M., Luotonen, O. (2009), Open innovation for future Internet-enabled services in "smart" cities. Discussion paper, Draft 0.2, INFSO-F4.
- [3] Lynch, K. (1960), The image of the city. The M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- [4] Montello, D. R. (1998), A new framework for understanding the acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. In Egenhofer, M. J., Golledge, R. G., Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems, Oxford University Press, New York, Oxford, pp. 143-154.
- [5] URL1, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>, 25.10.2012
- [6] Workshop (2009), Smart cities workshop. Eurocities, Brussels, 16.-17.11.2009.

Pametna zgradba – osnovni gradnik pametnega mesta

Robert Rozman, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Ljubljana

Povzetek — Mesta imajo pomembno vlogo v trajnostnem razvoju. Že sama koncentracija prebivalstva in posledično negativni vplivi na okolje jih postavljajo v ospredje prizadevanj za zmanjšanje omenjenih vplivov. Koncept pametnih mest poskuša s celovito nadgradnjo obstoječih infrastruktur in storitev rešiti tudi problem energetske in okoljske učinkovitosti. Pametne zgradbe predstavljajo pomemben del koncepta pametnih mest, vendar so bile do sedaj večinoma načrtovane kot samostojni, ločeni sistemi. Za njihovo vključitev v omenjeni koncept je potrebna njihova nadgradnja – predvsem v smislu vzpostavitve dvosmerne komunikacije s širšim kontekstom in nadaljnje izboljšanje njihove energetske učinkovitosti vsled dotoka bolj koristnih informacij. Prav tako želimo spremeniti navade uporabnikov, predvsem tudi s pomočjo socialnih omrežij, ki predstavljajo edino praktično že vzpostavljeno orodje za implementacijo opisanih postopkov.

Sledi še opis praktičnega sistema za nadgradnjo oziroma vključitev obstoječih pametnih zgradb v koncept pametnega mesta. Temelji na uporabi pravil, ki so enostavna in vsem razumljiva. Omogoča še naprednejše komuniciranje z uporabniki preko socialnih omrežij, pametnih telefonov in spletnega portala ter s sistemom pametnega mesta na višjem nivoju.

Ključne besede — pametna energetska omrežja, pametno mesto, pametna zgradba

Abstract — Cities play an important role in sustainable development. The sheer concentration of population and the consequent negative impacts on the environment is placing cities at the forefront of efforts to mitigate these impacts. The concept of smart cities is trying to upgrade existing infrastructures and services to solve the problem of energy and environmental efficiency. Smart buildings are an important part of the concept of smart cities, but have so far been mainly designed as independent, separate systems. Their inclusion in this concept will involve an upgrade - especially in terms of establishing two-way communication with a broader context and further improve their energy efficiency following an incoming flow of useful information. We also want to change the user habits, especially with the help of social networks, which represent the only practical tool for implementation of the procedures described.

A description of a practical system that implements the upgrade of smart buildings and their integration in the concept of smart cities is given. System is based on the use of rules that are simple and understandable to everyone. It also enables advanced communication with users through social networks, smartphones and the web portal and also communication with the smart city system at a higher level.

Keywords — smart energy grid, smart city, smart building

I. UVOD

Še pred nekaj desetletji nam je že enostavna komunikacijska povezava dveh enostavnih elektronskih elementov povzročala težave. S pojavom koncepta pametnih mest pa danes govorimo o vse splošni povezanosti vseh elementov (tudi oddaljenih) kot njegovi osnovni paradigmi. Prebivalci mest so na nek način že povezani kot uporabniki skupne infrastrukture in storitev. Sedaj se temu v konceptu pametnih mest pridružuje še uporaba IKT s ciljem povezovanja in izboljšanja učinkovitosti vseh podsistemov. Pomemben del tega razvoja so tudi pametne zgradbe, ki v tej novi vlogi osnovnega gradnika pametnih mest potrebujejo logično nadgradnjo. Do sedaj smo jih namreč načrtovali in obravnavali bolj kot ločene, samostojne celote.

Po drugi strani so mesta vse bolj pomembna ne samo zaradi »pametne« nadgradnje ampak predvsem zaradi naraščajoče koncentracije prebivalstva in posledično vse večjega negativnega vpliva na okolje in klimatske razmere.

Podatki govorijo o tem, da se je delež celotne populacije, ki živi v mestih povečeval od 30% v 50. letih prejšnjega stoletja, do 50% leta 2010 in predvidenih 70% do leta 2050 [1]. Mesta zasedajo le približno 2% celotne površine našega planeta, vendar oddajo skoraj 80% globalnih emisij ogljikovega dioksida in pomemben delež ostalih toplogrednih plinov [2]. Tako mesta poleg ekonomskih in političnih postajajo vse bolj tudi tehnološki centri moči. Njihov škodljiv vpliv je vsekakor potrebno zmanjšati, vprašanje, kako to doseči pa eno najpomembnejših vprašanj trajnostnega razvoja.

Pametna mesta morajo konstantno izboljševati svoje storitve in infrastrukturo v vseh pogledih, bistveno pa bo potrebno izboljšati tudi njihovo okoljsko ter energetske učinkovitost. Zato razvoj pametnih mest poteka z močnim poudarkom ravno na okoljski in energetski ravni. Za zadovoljive premike na teh področjih bodo nedvomno potrebni zajetni posegi v njihovo organizacijo, delovanje in praktično vse obstoječe infrastrukture (energetska, prometna, bivalna ...). Zaenkrat so raziskave najintenzivnejše ravno na energetske in okoljske področju – tukaj izboljšave namreč potrebujemo takoj.

Elektro-energetske omrežje je ena od najpomembnejših infrastruktur v mestih in trenutno predstavlja vodilno področje razvoja pametnih mest oziroma nadgradnje obstoječih sistemov v t.i. pametna energetska omrežja (»smart energy grid«). Z rabo obnovljivih virov energije in še posebej razmahom uporabe fotovoltaičnih panelov (FVP) je dogajanje na tem področju še posebej pestro. Zgradbe postajajo tudi energetske zalogovniki (električni avtomobili, baterije) in viri energije (FVP) ter predstavljajo porazdeljen sistem za proizvodnjo, porabo in shranjevanje energije. Očitno je potrebno vse elemente tovrstnega omrežja med seboj povezati in učinkovito upravljati. Uvajanje pametnih energetskih omrežij je zahteven problem in hkrati ključnega pomena za nadaljnji razvoj.

Osnovna paradigma vseh pametnih omrežij (»smart grid«) je dosledna uporaba IKT z namenom nadgradnje vseh elementov z možnostjo dvosmerne komunikacije, nato pa s pomočjo teh podatkov celotno omrežje še učinkovito upravljati. V primeru energetskega omrežja to dosežemo z

upravljanjem vseh vrst virov energije, kot tudi z uravnavanjem porabe energije na nivoju zgradb ali celo posameznih porabnikov oziroma naprav.

V nadaljevanju je najprej podrobneje opisan koncept obstoječih pametnih zgradb, predvsem njihovih največjih slabosti glede nadaljnega povezovanja v širši kontekst pametnih mest. Sledi opis logične nadgradnje, ki je potrebna za vključitev zgradb v omenjeno okolje. V naslednjem poglavju se nahaja še opis praktičnega sistema, ki implementira opisane postopke in praktične izkušnje pri njegovi uporabi. Na koncu so podane še zaključne ugotovitve in usmeritve za nadaljnje delo.

II. PAMETNE ZGRADBE V KONCEPTU PAMETNEGA MESTA

Zgradbe so vir večine (70%) vseh toplogrednih emisij (TE) v mestih. To dejstvo jim namenja osrednjo vlogo v prizadevanjih za zmanjšanje TE in povečanje energetske učinkovitosti pametnih mest. Kljub temu da je področje energetske učinkovitosti že kar nekaj časa pomembna tema pri oblikovanju sistemov pametnih zgradb, se z vključitvijo zgradb v pametna mesta odpirajo nekatere nove perspektive, ki lahko omogočijo dodatne (sinergične) prihranke na obeh omenjenih področjih.

A. Slabosti obstoječih sistemov pametnih zgradb

Zgradbe so danes večinoma pasivni porabnik energije in ne komunicirajo z zunanjo okolico. Tako je z vidika elektroenergetskega sistema težko predvideti vzorec njihove porabe oziroma bodočih potreb. Kapaciteta omrežja mora zato zadoščati tudi za nepredvidljiva trenutna povečanja porabe – kar občutno zmanjšuje njihovo učinkovitost in varčnost. Tak sistem je potrebno nadgraditi. V skladu s paradigmo pametnih omrežij je potrebno spremeniti vlogo zgradb iz pasivnih v aktivne elemente energetskega omrežja.

Zgradbe so dandanes lahko upravljane ali s strani uporabnika ali s pomočjo morebitnega avtomatizacijskega sistema (AS). Uporabnik običajno ne velja za dobrega upravljalca zgradbe z vidika energetske učinkovitosti. Tudi AS lahko v določenih primerih upravlja zgradbo pomanjkljivo, ker je običajno voden le s pomočjo omejenega nabora mikroklimatskih in drugih podatkov (npr. zunanje temperature, fiksni urniki prisotnosti). Vsaka zgradba ima svoje značilnosti, ki se jim AS le redko v resnici prilagodi. V obeh primerih velja, da je poraba energije lahko večja, kot je to potrebno.

B. Povezovanje zgradb v pametna energetska omrežja

Že uvodoma smo opozorili na velik pomen t.i. pametnih energetskih omrežij znotraj koncepta pametnega mesta; ta so v ospredju predvsem zato, ker želimo na tem področju izboljšave doseči čimprej. V nadaljevanju se bomo posvetili elektro-energetskim pametnim omrežjem, ker so najbolj pogosti. Ugotovitve verjetno lahko bolj ali manj posplošimo tudi na druge vrste energetskih omrežij.

Pametna elektro-energetska omrežja rešujejo tipičen problem uravnavanja dobave in porabe električne energije. Manjša razhajanja med njima so vedno prisotna – dodatni problem pa so izrazitejša neskladja, do katerih dokaj redko, a vseeno pride. Če takrat želimo preprečiti razpad sistema, moramo zagotoviti precej večjo kapaciteto sistema, kot če bi lahko vzorce porabe bolje predvidevali.

Dodatna kapaciteta za pokrivanje nenadnih dvigov porabe lahko doseže tudi 20% celotne kapacitete sistema, aktivira pa se tipično v manj kot 5% celotnega časa. V tem primeru lahko s strategijami pametnega omrežja znižamo maksimalno kapaciteto sistema za 20-50% in celo za 10-15% skupno porabo energije [3].

Za uravnavanje razmerja med ponudbo in porabo energije uporabljamo posebne strategije. Njihovo bistvo je stimulacija uporabnikov, da zmanjšajo svojo porabo v času povišanega povpraševanja oziroma znižane ponudbe [4]. Poznamo:

- direktno upravljanje porabnikov v zgradbi in prilagajanje porabe trenutni ponudbi
- pogodbene programe, ki kaznujejo/nagradijo uporabnika glede na njegovo porabo energije v kritičnih časovnih intervalih (statičnih ali dinamičnih)
- mehkejše (za uporabnika prostovoljne) pristope z dinamičnim spreminjanjem cene energije:
 - v tem primeru se pametna zgradba lahko ustrezno odzove na morebitna odstopanja in uskladi porabo s trenutno ponudbo oziroma ceno energije

C. Spreminjanje navad uporabnikov

Za doseganje boljše energetske učinkovitosti zgradb je potrebno spremeniti tudi navade uporabnikov oziroma njihov življenjski slog. Slednji ima na energetske učinkovitost presenetljivo velik vpliv – npr. v Londonu pričakujejo 30% zmanjšanje TE samo iz naslova sprememb navad prebivalcev; »Low2No« projekt v Helsinkih ocenjuje, da je kar polovica ogljičnega odtisa prebivalcev odvisnega od njihovega življenjskega sloga [5].

Spremembe uporabniških navad je lažje doseči s pomočjo dveh psiholoških konceptov:

- aktivno učenje:
 - uporabniki lahko sami poskusijo drugačne nastavitve in ob ustrezni povratni informaciji ugotovijo prednosti in slabosti svojih odločitev
- socialna potrditev:
 - v komunikaciji z ostalimi uporabniki si izmenjujejo informacije in lahko ugotovijo, da se tudi drugi odločajo podobno; prav tako lahko dobijo tudi potrditev za svoje odločitve s strani širše skupnosti

Za uspešno uporabo zgornjih konceptov je bistvenega pomena kvalitetna povratna informacija in možnost primerjave z ostalimi, primerljivimi subjekti. Uporabniki so tako bolj obveščeni o posledicah svojih odločitev oziroma trenutni porabi in emisijah. Svoje dosežke pa lahko primerjajo npr. s sostanovalci ali zadanim ciljem na osebni, krajevni ali mestni nivoju. Praktično vse raziskave [5],[6] kažejo na to, da ima povratna informacija in možnost primerjave z drugimi presenetljivo velik vpliv na zmanjšanje porabe; večji tudi od najbolj optimističnih pričakovanj.

Kot primer navajamo porabo vode v Avstraliji, kjer so dosegli precejšnje prihranke s spremembo navad uporabnikov. S kombinacijo omejitev, povratnimi informacijami, primerjavami in tudi nepredvidene suše, so med leti 2000/2001 in 2004/2005 dosegli kljub večjemu številu prebivalcev zmanjšano porabo vode za 7% [5].

Veliko podobnih primerov zasledimo tudi na področju uvajanja t.i. pametnih števec porabe energije. Ti omogočajo stalno komunikacijo z uporabnikom in dobaviteljem energije ter obveščanje o trenutni porabi energije. V večini primerov so raziskave ugotovile, da je že zagotavljanje samo povratne

informacije uporabniku, možnosti primerjave s preteklimi podatki in ostalimi, primerljivimi uporabniki dovolj, da se zaznavno zmanjša poraba električne energije [6].

D. Izkoriščanje največje že vzpostavljene javne mreže – socialnih omrežij

V nekaj letih so socialna omrežja “pokrila” tolikšen del prebivalstva, da so pravzaprav edina praktična možnost (kljub potencialno problematičnemu modelu ravnanja s podatki) vzpostavitve potrebnega širšega konteksta komunikacije v pametnih mestih. Npr. v Avstraliji omrežje zajema že 33% celotne populacije [5] in je težko pričakovati, da bi ta rezultat lahko dosegli s kakršnim koli drugim podobnim konceptom – sploh v tako kratkem času.

Pri vseh naštetih postopkih nadgradnje pametnih zgradb lahko socialna omrežja odigrajo ključno vlogo in jih nikakor ne gre podcenjevati. Zato bi bilo smotno, da tudi zgradbe, naprave oziroma podatki o njihovem delovanju vstopijo v obstoječa omrežja in s tem omogočijo hitrejše doseganje zelenih izboljšav – predvsem že omenjene možnosti kakovostne povratne informacije uporabnikom in primerjave s širšo skupnostjo.

III. SISTEM ZA NADGRADNJO PAMETNE ZGRADBE

Glede na opisana izhodišča smo oblikovali prototip sistema TBS¹, ki skrbi za ustrezno nadgradnjo pametnih zgradb za vključitev v koncept pametnega mesta. Njegova osnovna naloga je posredovanje med avtomatizacijskim nivojem v zgradbi in pametnim mestom oziroma uporabniki zgradbe.



Slika 1: TBS – Sistem za nadgradnjo pametne zgradbe.

Glavne značilnosti sistema:

- majhen, varčen, tih rač. sistem (poraba pribl. 5W)
- povezan z lokalnim avtomatizacijskim nivojem in spletom
- kakovostna povratna informacija o delovanju sistema:
 - v obliki interaktivne spletne strani ali aplikacij za pametne telefone (Android, IOS)
 - periodičnih poročil o delovanju, napakah in drugih dogodkih v sistemu v obliki e-pošte ali drugih formatov
- programiranje s pomočjo enostavnih, razumljivih pravil (»if-then-else«)
- uporabnik lahko sam oblikuje pravila, kdaj in kaj se v sistemu zgodi
- možnost povezave in poročanja v socialna omrežja (npr. »Facebook«, »Twitter«)

- možnost aktivnega sodelovanja v pametnih energetskih omrežjih (npr. upravljanje porabe in proizvodnje energije)
- možnost aktivnega sodelovanja v konceptu pametnega mesta

V primeru, da zgradba nima AS, sistem TBS omogoča tudi vzpostavitev osnovnega brezžičnega omrežja, ki temelji na enostavnih senzorskih elementih [7] ali kateri od že znanih tovrstnih tehnologij..

A. Programiranje v obliki pravil

Zaradi splošnejše uporabnosti smo se odločili za implementacijo sistema, ki deluje na osnovi pravil. Pravila so v obliki »if-then-else« stavkov, ki so lahko razumljiva in enostavna; sestavi jih lahko kdorkoli brez posebnega predznanja. Sistem pravil smo potem še nadgradili z nekaterimi značilnimi elementi upravljanja pametnih zgradb (urniki vklopov in izklopov, scene, ...). Podrobnejši opis se nahaja v [8]. Sistem tako na eni strani komunicira z avtomatizacijskim sistemom in na drugi z okoliškimi zgradbami oziroma pametnim mestom.

V sistemu smo realizirali še nekaj pomembnih idej:

- sprogramirane funkcije lahko kot predloge znova uporabimo na drugih konkretnih podatkih
- možnost izmenjave programov v obliki zbirk pravil oziroma znanja; sprogramiranje celote lahko kot zbirke znanja izmenjujemo z ostalimi uporabniki.
- široko paleto načinov sporočanja (tudi v socialna omrežja)
- možnost poljubne nadgradnje v smislu povezovanja z ostalimi sistemi

V prihodnosti nameravamo sistem dopolniti tudi z avtomatskim učenjem in prilagajanjem med samim delovanjem sistema. Tehnično to dosežemo z dodajanjem ali spreminjanjem obstoječih pravil v skladu s obstoječimi podatki, obnašanjem uporabnika, informacijami oziroma ukazi iz širšega konteksta ali drugimi dogodki v sistemu.

B. Vizualizacija in informiranje uporabnika

Vizualizacija podatkov je zelo pomemben dejavnik v svetu IKT. V tem primeru pa je še posebej pomemben, saj dokazano povzroči še nadaljnje znižanje porabe energije ali drugih virov. Praktično vse tovrstne raziskave [6] so pokazale, da že samo povratna informacija o trenutni porabi in primerjavi z ostalimi podatki zadostuje, da uporabnik s svojimi odločitvami na tej osnovi doseže manjšo porabo sistema. Ta pojav imenujemo tudi »učinek pametnega števca«. Zaradi tega dejstva je temu segmentu bila dodeljena posebna pozornost. Sistem tako omogoča pripravo interaktivnih panelov ali sporočil v socialna omrežja (primer na sliki 2) za naprednejše informiranje uporabnika o delovanju sistema, trenutni porabi, učinkovitosti, emisijah ipd...

Sistem omogoča kar nekaj sodobnejših komunikacijskih kanalov za informiranje uporabnika ali širše skupnosti:

- socialna omrežja (npr. »Facebook«, »Twitter«)
- interaktivni spletni portal
- elektronska pošta, SMS sporočila

¹ TBS je okrajšava za »Tinia Building Server«.



Slika 2: TBS sistem sporoča dogodke tudi v socialna omrežja.

C. Povezovanje sistema v širši kontekst pametnega mesta

Zasnova sistema dopušča oblikovanje vstavkov (plug-inov), s katerimi lahko realiziramo poljubno funkcijo. Skupaj z možnostjo programiranja s pomočjo pravil dosežemo univerzalno programirljivo okolje, v katerem lahko dodajamo poljubne dodatne funkcionalnosti.

Med najbolj zanimivimi je vsekakor možnost komunikacije z ostalimi sistemi (tako podrejenimi kot tudi nadrejenimi). Tako npr. lahko aktivno sodelujemo v pametnem energetskega omrežju:

- sprejemamo informacije o trenutni ceni električne energije oziroma o potrebnosti zmanjšanja porabe električne energije zaradi zmanjšane ponudbe ali povečanega povpraševanja
- direktno vplivamo na trenutno porabo in se odzivamo na dinamično spreminjanje cene energije; nenujne naprave preprosto vklopimo takrat, ko je cena energije dovolj ugodna

D. Praktične izkušnje pri uporabi sistema v pametni hiši

Med uporabo sistema kot klasičnega AS smo naleteli na kar nekaj stičnih točk, kjer bi lahko zgradbo upravljali še bolj učinkovito, vkolikor bi imeli na voljo informacije iz širšega konteksta. V nadaljevanju kratko opisujemo 2 tipična primera iz realne zgradbe – stanovanjske hiše.

i. Regulacija ogrevanja in mikroklimatska napoved

V zgradbi ima talni in stenski sistem ogrevanja večjo vztrajnost. To pomeni, da ni občutljiv na hitre spremembe. Za optimalno ogrevanje je potrebno energetske potrebo predvideti vnaprej. Prav tako hiša uporablja pasivno ogrevanje z večjo površino strešnih oken obrnjenih proti

jugu. Mikroklimatska napoved bi regulacijo naredila bistveno bolj učinkovito, če bi vsebovala:

- podatek o predvidenih temperaturah za nekaj dni vnaprej
- podatek o predvideni osončenosti

ii. Regulacija porabe električne energije in dinamična cenovna shema

Pri večji vztrajnosti ogrevalnega sistema je pomembno le, da v sistem dostavimo potrebno količino energije, ni pa pomembno kdaj se to zgodi. Skupaj z ostalimi podobnimi porabniki bi se hiša lahko dokaj enostavno prilagajala dinamičnemu uravnavanju ponudbe in povpraševanja v pametnem energetskega omrežju.

IV. ZAKLJUČEK

Pametne zgradbe z urejeno avtomatizacijsko strukturo potrebujejo manjše spremembe za vstop v koncept pametnih mest. Vendar moramo poskrbeti tudi za tiste, ki še te strukture nimajo. Koncept pametnega mesta bo učinkovit le, če bodo vanj vključene vse ali pa vsaj velika večina zgradb.

Z opisanim sistemom bomo raziskovali še naprej v smeri iskanja stičnih točk med posamezno zgradbo in širšim kontekstom pametnega mesta. Prav tako so zelo zanimivi morebitni sinergični učinki povezave med zgradbo in pametnih mestom na obeh straneh.

LITERATURA

- [1] Kuper, A. and Kuper, J., eds (1996) *The Social Science Encyclopedia*. 2nd edition. London: Routledge.
- [2] R. T. Watson, M. C. Zinyowera, R. H. Moss, „The Climate Change : An Assessment of Vulnerability“, Cambridge University Press, 1998, p. 53
- [3] Alain Chardon et al., Demand Response : a decisive breakthrough for Europe, How Europe could save Gigawatts, Billions of Euros and Millions of tons of CO₂, VaasaETT & Enerdata report, 2008.
- [4] B. Morvaj and L. Lugaric and S. Krajcar, Demonstrating smart buildings and smart grid features in a smart energy city, *Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE)*, pp. 1-8, 2011.
- [5] ARUP: Smart Cities, Transforming the 21st century city via the creative use of technology, September 2010.
- [6] Tae-Seop Choi et al., Analysis of energy savings using smart metering system and IHD (in-home display), *Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific*, pp 1-4, 2009.
- [7] ROZMAN, Robert. Zasnova brezžičnega senzorskega omrežja na osnovi protokola SimpliciTI. *Zbornik enaindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2012*, zv. B, str. 75-78.
- [8] ROZMAN, Robert. Uporaba pravil v sistemih za upravljanje pametnih hiš, *Zbornik dvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2011*, zv. B, str. 107-110.

BIOGRAFIJA



Robert Rozman se je rodil leta 1969 in je trenutno zaposlen kot višji predavatelj na Fakulteti za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani. Doktoriral je na področju razpoznavanja govora. Ukvarja se še s področji digitalnega procesiranja (govornih) signalov, arhitekturo in organizacijo računalnikov, senzorski omrežji in pametnimi zgradbami.

Načrtovanje pametnega doma v funkciji doseganja višje stopnje e-vključenosti in socialne vključenosti

Vesna Dolničar, Fakulteta za družbene vede, Ljubljana

Povzetek — S starostjo se soočamo tudi z zmanjšanjem nekaterih psiho-fizičnih sposobnosti, zato tehnološki napredek predstavlja velik potencial za izboljšanje kakovosti vsakodnevnega življenja, aktivno staranje, socialno vključenost in medgeneracijsko sodelovanje. Demografske spremembe in želje ljudi, da v starosti čim dlje ostanejo doma, narekujejo prilagoditev obstoječih in razvoj novih načinov pomoči na domu starejšim ljudem. Kot ustreza se nakazuje predvsem oskrba na domu na daljavo, ki temelji na rešitvah podporne tehnologije (angl. assistive technology) in ambientalne inteligence. Pri uvajanju tovrstnih tehnologij je potrebno upoštevati sklop sociodemografskih in psiholoških dejavnikov, predvsem pa naj bi process načrtovanja in razvijanja tehnologij pametnega doma temeljil na vključevanju potencialnih končnih uporabnikov.

Ključne besede — pametni dom, podporne tehnologije, zdravstvene in socialnovarstvene storitve, psihološki dejavniki uvajanja IKT

I. UVOD

Prebivalstvo celotne Evropske unije se stara. Manjše število rojstev in daljše pričakovano trajanje življenja pomenita vse večji delež starejšega prebivalstva. V Sloveniji se je pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v zadnjih 50 letih podaljšalo za več kot 10 let, v naslednjih 50 letih pa se bo podaljšalo še za sedem ali osem let. Danes starejši od 64 let predstavljajo šestino vsega prebivalstva Slovenije, ta delež pa se bo v prihodnjih petih desetletjih povečal na tretjino. Leta 1990 so osebe v starosti 65 ali več let predstavljale 13,7 % vseh prebivalcev današnje EU (v Sloveniji 10,6 %). Leta 2010 je bil delež starejših v celotni EU 17,4-odstoten, v Sloveniji pa 16,5-odstoten. Delež starejših se je med letoma 1990 in 2010 najbolj povečal prav v Sloveniji (Razpotnik, 2012). Demografske (in socialne) spremembe terjajo določene prilagoditve, tako v okviru politik zaposlovanja in sistema socialnega varstva (npr. preoblikovanje pokojninskega in zdravstvenega sistema, možnosti za dolgotrajno oskrbo, spodbude za aktivno in socialno vključeno staranje) kot v okviru socialne pravičnosti, izboljšane zdravja in zagotavljanja kakovosti življenja tudi med najbolj ranljivimi družbenimi skupinami (Dolničar, 2009).

Izdatki za zdravstveno oskrbo s starostjo zaradi pogostejše obravnave rastejo. Leta 2010 so javni izdatki za zdravstvo v Sloveniji predstavljali 6,1 % BDP. Za prihodnost obstaja več variant, ki upoštevajo različne možnosti razvoja, večina pa jih napoveduje, da bo leta 2060 za zdravstvo potrebnih 7 % – 8 % BDP. Z visoko starostjo so izrazito povezani tudi izdatki za dolgotrajno oskrbo. Dolgotrajna oskrba vsebuje tako zdravstvene kot socialne komponente. Veliko najstarejših prebivalcev je odvisnih od formalnih (npr. domovi starejših občanov) ali neformalnih (npr. otroci, vnuki) oblik oskrbe. Javni izdatki za dolgotrajno oskrbo so sicer manjši kot za zdravstvo, a njihov pomen raste, zlasti z vidika hitro rastočega deleža najstarejših prebivalcev, ki so zaradi slabšega zdravstvenega stanja pogosto odvisni od drugih. Oseb, ki bodo potrebovale formalno dolgotrajno oskrbo, bo v prihodnosti še več: za najstarejše neformalno najpogosteje skrbijo njihovi partnerji ali otroci z družino, ki pa v bodoče zaradi daljše vključenosti v trg dela in

razdrobljenosti gospodinjstev ne bodo več mogli v tolikšni meri skrbeti zanje.

Po različnih scenarijih naj bi bilo leta 2060 v Sloveniji od dolgotrajne oskrbe odvisnih okrog 13 % prebivalcev, od tega tretjina od oskrbe v formalni obliki, dve tretjini pa od neformalnih oblik dolgotrajne oskrbe. Izdatki za dolgotrajno oskrbo bodo predstavljali približno 3 % BDP (leta 2010 pa 1,4 %). Stroški dolgotrajne oskrbe se bodo povečali tudi zaradi večjih potreb po osebju, pomanjkanja tega in posledično višjih sredstev za plače delavcev v tej dejavnosti (Razpotnik, 2012).

II. POTREBA PO UVAJANJU PAMETNEGA DOMA IN S TEM POMOČI PRI ZAGOTAVLJANJU ZDRAVSTVENIH IN SOCIALNOVARSTVENIH STORITEV

Finančne zmožnosti držav, da bi zagotavljale sedanji obseg zdravstvenih in socialnovarstvenih storitev se tako zmanjšujejo, zato se kaže potreba po novih oblikah storitev, ki bodo učinkovite in finančno manj zahtevne. Ena od možnih oblik storitev (ki omogoča daljše in bolj samostojno bivanje v domačem okolju, prav tako pa je – vsaj dolgoročno – finančno ugodnejša) je zagotavljanje pomoči, varnosti, razvedrila in komuniciranja s storitvami telemedicine in teleskrbe.

Podporna tehnologija se lahko uporablja za socialnovarstvene (angl. telecare) in za medicinske (angl. telehealth) storitve. Gre za naprave, s katerimi je mogoče spremljati funkcionalno zdravje osebe v domačem okolju in opozoriti (neformalne in formalne) oskrbovalce na morebitno poslabšanje zdravstvenega stanja oskrbovane osebe. Poleg specifičnih tehničnih pripomočkov in varnostno alarmnih sistemov podporne tehnologije vključujejo tudi komunikacijske sisteme, ki omogočajo preprosto komuniciranje in sodelovanje pri razvedrilnih aktivnostih. Izraz »podporne tehnologije« se tako nanaša na heterogeno področje aplikacij, ki se raztezajo od dokaj preprostih naprav, kot so inteligentni delilniki tablet, detektorji padca in detektorji prisotnosti v postelji, pa do kompleksnih sistemov, kot so interaktivne storitve in ambientalna inteligenca. Ambientalna inteligenca je konvergenčno okolje, ki združuje računalniške, napredne omrežne tehnologije in posebne vmesnike za zaznavanje in interakcijo z uporabnikom.

Predstavlja okolje, v katerem je človek obdan z inteligentnimi, intuitivnimi napravami in vmesniki (senzorji, aktuatorji itd.), ki so vgrajeni v različne predmete ter s pomočjo katerih okolje v pametnem domu prepozna in reagira na prisotnost posameznikov na transparenten in diskreten način (več o tem v Zupan in dr., 2009).

Kot trdi Rudel (2007), je »cilj prenosa reševanja problema v domače okolje dvigniti kakovost življenja uporabnikov, znižati naraščajoče stroške za izvajanje teh storitev ter tako zmanjšati pritisk na državna sredstva za zadovoljevanje socialno/zdravstvenih potreb«. Z uporabo t.i. podpornih tehnologij, ki te storitve omogočajo, se lahko ne le podaljša bolj samostojno življenje starejših v njihovih lastnih domovih, temveč tudi izboljša kakovost življenja tako starejšim kot mlajšim generacijam, ki običajno nudijo pomoč svojim staršem v visoki starosti. Sodobne informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) tako omogočajo, da so starejše osebe manj odvisne od tuje pomoči, pri bivanju v domačem okolju bolj varne, in da jim ni (oziroma jim je kasneje) potrebno institucionalno varstvo. Institucionalna oskrba, ki je z vidika stroškov tudi najdražja, je tako zelena in potrebna le za manjši (večinoma najstarejši) del vprašanih. Čim kasnejše institucionalno varstvo je tako v interesu starejših oseb (da ostanejo dejavni v svojem okolju, dokler jim to omogočajo telesne, psihične in intelektualne sposobnosti), kot tudi v javnem interesu, da se povpraševanje za zavodsko varstvo omeji le na tiste osebe, ki takšno obliko socialnega varstva res potrebujejo (Vertot 2008).

Medtem ko so preprostejše naprave dosegle relativno zrelo stopnjo razvoja (in so dostopne tudi v Sloveniji, čeprav se redko uporabljajo), pa so naprednejše, ambientalne rešitve v okviru pametnih domov v večini evropskih držav še vedno v fazi razvoja in testiranja in/ali v demonstracijski fazi. Ena izmed najbolj razširjenih (in tudi najbolj osnovnih) storitev v Sloveniji je rdeči gumb, ki se je pri nas začel uvajati leta 1992. Ta storitev vključuje varovanje na daljavo in servise neposredne pomoči na domu. Ta platforma omogoča uporabniku, da kadarkoli in od koderkoli v stanovanju/hiši le s pritiskom na gumb pokliče za pomoč v koordinacijsko-informacijski regijski center in se pogovori z operaterjem glede pomoči. Število uporabnikov rdečega gumba je v Sloveniji še vedno izredno nizko – to storitev uporablja le okoli 300 ljudi, od tega približno tretjina v Ljubljani in okolici, kar nas uvršča povsem na rep držav EU (glej npr. Dolničar 2008). (glej npr. Dolničar, 2009; Nagode, 2009; Nagode in Dolničar, 2010; Rudel, 2007). To seveda ni dobra popotnica za uveljavljanje nekaterih naprednejših oblik podpornih tehnologij v pametnih domovih (po številnih tujih zgledih je bil sicer tudi v Sloveniji na Inštitutu RS za rehabilitacijo vzpostavljen t. i. varen, pametni Dom IRIS, ki predstavlja razvojno, eksperimentalno, učno in demonstracijsko okolje, v katerem naj bi nastajale rešitve »doma prihodnosti«). Vse evalvacijske študije med uporabniki rdečega gumba (npr. Hlebec in dr., 2003) so pokazale, da so uporabniki s storitvijo zelo zadovoljni. Zato izredno slaba razširjenost storitve varovanja na daljavo v Sloveniji še nekoliko bolj preseneča (v večini evropskih držav so namreč odstotki uporabnikov precej višji).

Ključne razloge za nizko stopnjo razširjenosti storitev telemedicine in teleoskrbe v Sloveniji gre iskati predvsem v pomanjkanju:

- strateškega planiranja (ki bi bilo zasnovano in realizirano s strani centralne vladne organizacije ali agencije, namen

katere bi bilo podpiranje zdravstvenih, socialnovarstvenih in stanovanjskih storitev z namenom promocije storitev telemedicine in teleoskrbe);

- interdisciplinarnega in medoddelčnega sodelovanja in integracije (odsotnost učinkovitega mehanizma za koordiniranje aktivnosti med vladnimi direktorati, raziskovalnimi agencijami, razvijalci in ponudniki storitev, zdravstvenimi zavarovalnicami);
- razvitih poslovnih modelov in modelov financiranja;
- razumevanja sistemske distribucije stroškov.

III. PSIHOLOŠKI DEJAVNIKI SPREJEMANJA NOVIH TEHNOLOGIJ MED STAREJŠIMI

Razloge za nizko stopnjo razširjenosti storitev teleoskrbe lahko iščemo tudi v psiholoških dejavnikih. Številne študije so ugotovile, da psihološke ovire, kot so strah in tesnoba, pomanjkanje samozavesti in pomanjkanje motivacije za starejše ljudi predstavljajo ovire pri učenju in uporabi IKT in podpornih tehnologij (širšo razpravo o teh dejavnikih glej v Dolničar 2009). Pomembno pa je poudariti tudi, da je (ne)sprejemanje tehnologij (ter s tem vzpostavljanje možnosti za bolj pogoste in trajne odnose med družinskimi člani različnih generacij) seveda v veliki meri odvisno tudi od nekaterih drugih dejavnikov, npr. narava in stopnja upadanja nekaterih sposobnosti, kot so gibalne sposobnosti, sposobnost pomnjenja, okvare vida in sluha, pa tudi težave s splošnim zdravjem. V starejših letih, predvsem pa v visoki starosti, smo ljudje tako potrebni več pomoči in s tem se potreba po zdravstveni oskrbi in nadzoru poveča. Za uspešen razvoj in za bolj množično uporabo pametnih domov pa je ključnega pomena, da so tako starejši kot njihovi bližnji aktivno vključeni v celoten proces načrtovanja, razvoja in implementacije tehnologij, torej, da se te razvija za in s končnimi uporabniki.

Odnos do IKT. Odnos (definiran kot socialnopsihološki koncept, ki se nanaša na posameznikova prepričanja, občutke in obnašanje do IKT oz. podpornih tehnologij) je pomemben dejavnik pri proučevanju (ne)uporabe IKT med starejšimi. Pozitiven odnos do IKT namreč lahko vodi do poskusa uporabe IKT, čeprav lahko le malo vpliva na sposobnost uporabe. Starejši ljudje so nagnjeni k večji vestnosti in doslednosti, zato je verjetno, da jih bo skrbelo »pravilno« izvajanje stvari (Cuttler in Graf 2007); prav tako je verjetno, da se bolj bojijo neuspeha in zato neradi preizkušajo nove načine pri opravljanju nekaterih (tudi rutinskih) dejavnosti.

Čeprav so starejši odrasli običajno manj naklonjeni računalnikom kot mlajši ljudje, pa večina ugotovitev kaže, da ima glavnina starejših do računalnikov pozitiven odnos. Pogosto se priporoča, da se starejšim ljudem poskuša tehnologijo približati že v zgodnji starosti, in sicer prek nekaterih enostavnih, specifičnih in zanje privlačnih storitev oz. aplikacij, npr. fotografiranje z digitalnim fotoaparatom in prikazovanje slik prek televizijskega ekrana ali pa klepetanje (npr. z vnukom, ki študira v tujini) prek t.i. takojšnjega sporočanja.

Pomanjkanje zanimanja in motivacije za uporabo IKT. Znaten del starejših odraslih meni, da so računalniki in podporne tehnologije nepomembni za njihovo vsakdanje življenje, in da jim ne prinašajo nobenih prednosti. Za starejše ljudi tako še posebej velja, da pogosto ne vidijo nobenih osebnih koristi v dostopanju do novih IKT storitev in se ne zavedajo, da so jim na voljo morebitne koristne

aplikacije ter zanimive in uporabne vsebine (Carpenter in Buday 2007; Selwin v Richardson 2006). Tako sicer velja, da starejši počasneje sprejemajo številne nove tehnologije in se morajo navadno dlje usposablјati, da se jih naučijo uporabljati, vendar pa študije v splošnem kažejo, da se starejši vendarle zanimajo za uporabo, kadar so prednosti te uporabe jasno predstavljene; v tem primeru tudi nimajo večjega odpora do učenja uporabe IKT kot mlajši odrasli. Ravno nasprotno, starejši so navdušeni nad spoznavanjem uporabe računalnikov, interneta in podpornih tehnologij, če imajo na voljo ustrezne možnosti za usposablјanje (Morell in dr. 2004). Pomembno pa je poudariti, da podporne tehnologije seveda niso vsesplošno privlačne ali uporabne; nekateri posamezniki (včasih označeni kot informirani neuporabniki) se zavedajo možnih prednosti, vendar jih osebno ne dojemajo kot koristne.

Koristi IKT oz. podpornih tehnologij ter še posebej možnosti za dodatno ali alternativno omogočanje medgeneracijskega sodelovanja morajo biti torej zelo jasno predstavljene, sicer so posamezniki nemotivirani za uporabo IKT. Če vzamemo zgornji primer klepetanja s takojšnjim sporočanjem na internetu, bi bil po vsej verjetnosti stari starš motiviran za učenje potrebnih veščin, ki bi mu omogočale prijetno komuniciranje z vnukom. Sicer bi pridobil le znanje, ki je potrebno za upravljanje s to specifično aplikacijo, a je to najpomembnejši korak pri premagovanju strahu in stereotipnih predstav o novih tehnologijah, ki so pri starejših pogosto prisotne. Tu je treba seveda poudariti, da bodo (v primeru računalniško posredovanega komuniciranja) starejši toliko bolj dovezetni za vlaganje določenega navora v pridobivanje novih znanj, kolikor bodo motivirani za povezovanje z njihovimi (pogosto dolgotrajno ali kratkotrajno oddaljenimi) otroci in vnuki, kar je seveda odraz siceršnjih bolj ali manj kakovostnih, vzajemnih in trajnih odnosov med družinskimi člani v večgeneracijskih družinah.

Pomanjkanje samozavesti in strah pred IKT. Osebnе ovire posameznikov se pogosto izrazijo v obliki intenzivnih čustev ob prvi interakciji z računalniško tehnologijo. Strah in tesnoba, povezana z IKT, sta pomembna inhibitorja za številne starejše ljudi (Richardson 2006). Pomanjkanje znanja, pretirana previdnost in nezaupanje v lastne sposobnosti pogosto odvrnejo starejše od uporabe IKT. Višje stopnje računalniške izkušnosti so povezane z nižjimi stopnjami strahu pred računalniki (Carpenter in Buday 2006). Predvsem pri ženskah je bolj razvidna »tehnofobija« (Richardson, 2006). Pomanjkanje emocionalne in praktične opore okolice, neprijazni inštruktorji in nezmožnost uporabe strojne opreme (npr. tipkovnice) ali nerazumevanje navodil torej predstavljajo velike ovire pri samozavestni uporabi tehnologije. Strah pred IKT se z nadaljevanjem usposablјanja običajno zmanjša. Starejši ljudje tudi pogosto menijo, da njihovo sposobnost spoznavanja uporabe IKT ovira tehnološki žargon, ki ga vidijo kot nejasen in zastrašujoč »tuji jezik«, namenjen tehnološkimi strokovnjakom (Richardson in dr., 2005).

V domačem okolju je ena od možnih strategij za povečevanje sprejemanja podporne tehnologije, da jo postopoma uvajamo že pri mlajših starejših (npr. v 50. in 60. letih) – npr. z bolj razvedrilnimi, interaktivnimi pa tudi varnostnimi funkcionalnostmi – in da povečamo podpore, ki jih nudijo tehnologije, ko se starejšim motorične in senzorne sposobnosti ter zmožnosti razumevanja začnejo slabšati (tj. v 70. in 80. letih). Razvijalci podpornih tehnologij se namreč

zavedajo dejstva, da večina starejših ljudi ne daje prednosti podpornim tehnologijam, ki so zasnovane posebej za starejše ali invalidne osebe. Starejša populacija kaže močno težnjo k zavračanju novih izdelkov, ki so posebej namenjeni »posebnim potrebam«, saj se številni nočejo razlikovati od preostale populacije. Zato bodo starejši praviloma raje sprejeli naprave, ki so poenostavljene, vendar niso izrecno namenjene ranljivim ali invalidnim osebam. Izdelki, kot so npr. interaktivne televizijske storitve, bodo bolj privlačni za starejše uporabnike, če jim bodo ponujeni npr. s široko ponudbo »izbirnih dodatkov«.

Pripravljenost za učenje ter pridobivanje novih znanj in veščin, povezanih z IKT. Starejši ljudje se zdijo rahlo nenaklonjeni uporabi (nove) tehnologije. Videti je, da na pripravljenost za pridobivanje znanj in sposobnosti, povezanih z IKT, močno vplivajo njihove potrebe, pričakovana uporabnost in občutek osebne identitete (Morell in dr. 2004; Rogers in dr. 2004). Po eni strani se tako zdi, da se starejši bojijo neznanega, po drugi strani pa menijo, da imajo premalo informacij o funkcionalnosti IKT ter načinih za ravnanje in delo z njimi. Pri starejših lahko pride do upadanja sposobnosti, ki so dokazano pomembne za učenje in pridobivanje znanj in spretnosti. Vendar pa prepričanje, da uporaba novih tehnologij ni primerna za pomoč starejšim, saj naj bi to od njih zahtevalo prevelike prilagoditve in preveč učenja, ni utemeljeno. Raziskave so ovrgle predpostavko, da imajo starejši prevelik odpor do novih tehnologij, in da se ne morejo naučiti upravljanja z njimi (Fisk 2001). Pravilen način učenja, ki izkoristi nezmanjšane sposobnosti in nadomesti tiste, ki se izgubljajo, ima velik potencial za doseganje usposobljenosti za začetniške stopnje uporabe podpornih tehnologij.

Starejši ljudje, stari od 60 do 74 let (v veliki meri pa tudi tisti, ki so starejši od 75 let), lahko brez težav pridobijo računalniška znanja in spretnosti, prebirajo spletne strani in to znanje tudi vzdržujejo skozi čas (Morell in dr. 2004).

Vendar pa računalniško usposablјanje pri starejših odraslih traja dlje kot pri mlajših posameznikih, ker delajo starejši odrasli pri učenju uporabe računalnikov več napak kot mlajši (Melenhorst in dr. 2006). Ayersman in von Minden (1995) poudarjata, da je načinov učenja več vrst. Graf, Li in McGrenere (2005) na eni strani izpostavijo učenje z odkrivanjem (učenje skozi prakso), na drugi strani pa učenje s sprejemanjem (učenje skozi opazovanje).

V novih situacijah starejši odrasli običajno prevzamejo način učenja s sprejemanjem, medtem ko se mlajši pogosteje odločijo za učenje z odkrivanjem. Profesionalni pedagoški pristop, ki temelji na učenju s sprejemanjem, je po mnenju Gerda in Stegbauerja (2005) pogosto primernejši.

Kljub temu pa ne gre zanemarjati pomena neformalnega »učenja« (ali pa prikazovanja določenih funkcionalnosti novih tehnologij) s strani mlajših družinskih članov. Navdušenost nad nekaterimi, pogosto razvedrilnimi in/ali poučnimi aplikacijami oz. storitvami, ki je običajno prisotna predvsem med najmlajšimi uporabniki IKT, znajo vnuki že s preprostimi prikazom prenesti na njihove stare starše. Ta prvi pozitivni stik z nekaterimi novimi tehnološkimi inovacijami in možnost skupnega preživljanja prostega časa z vnuki tudi na ta način, pa pogosto predstavlja že dovolj veliko motivacijo za to, da starejši pristopijo k formalnemu tečaju usposablјanja.

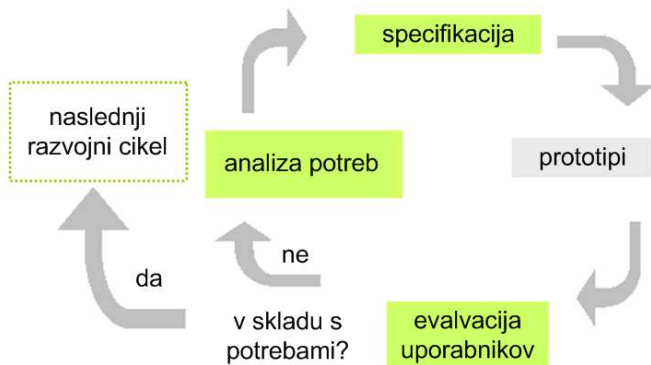
Pričakovanja, potrebe in interesi starejših oseb. Tehnologija ljudem lahko olajša življenje, omogoča

komuniciranje z družino in prijatelji, pomaga pri vzdrževanju zdravja in omogoči posameznikom, da ostanejo varni in funkcionalno neodvisni v lastnem domu. Relevantnost se je izkazala za eno od kritičnih vprašanj pri sprejemu nove tehnologije. Pregled literature (Demiris in dr. 2004; Melenhorst in dr. 2006) kaže, da imajo starejši ljudje najpogosteje naslednja pričakovanja in potrebe, kar se tiče podpornih sistemov: podporne tehnologije naj podpirajo neodvisnost in spomin, zmanjšajo splošno čustveno breme (tesnoba, stres in skrbi), preprečujejo neželene dogodke ali nesreče, preprečujejo situacije, ki ustvarjajo negativne občutke med bolnikom in oskrbovalcem, ustvarjajo udobje in ugodje ter izboljšajo varnost in medsebojno komuniciranje, tako z družinskimi člani kot z znanci.

IV. VKLJUČEVANJE KONČNIH UPORABNIKOV V PROCES NAČRTOVANJA, RAZVOJA IN IMPLEMENTACIJE

Med starejšimi pogosto obstaja določen odpor do novih tehnologij na splošno, prav tako pa tudi do podpornih tehnologij specifično. Glavni razlogi za to (ti so podrobneje obravnavani v Dolničar, 2009) so občutek, da nadzor nad njimi »prevzema tehnologija« ter strah pred izgubo zasebnosti in pred osamitvijo. Kljub temu, da tehnološki napredek predstavlja velik potencial za izboljšanje kakovosti vsakodnevnega življenja, aktivno staranje in socialno kohezivnost, se je treba zavedati, da zmožnosti, sposobnosti, potrebe, želje in okolje starejših posameznikov močno variirajo. Pri načrtovanju in razvijanju podpornih tehnologij moramo zato preučiti vse ključne lastnosti, okoliščine, ovire in želje starejših odraslih, ki potencialno vplivajo na sprejemanje oz. zavračanje novih tehnologij, s tem pa na kakovost življenja starejših in njihovih bližnjih.

Kot zgleden primer k uporabnikom usmerjenih raziskovalnih aktivnosti lahko navedem pristop, ki smo ga oblikovali v okviru že omenjenega štiriletnega interdisciplinarnega projekta SOPRANO, kjer sodeluje več kot 20 partnerjev iz osmih evropskih držav. Da bi zagotovili, da bi storitve v čim večji meri zadostile potrebam uporabnikov, smo potencialne končne uporabnike vključili v celoten proces načrtovanja in razvoja sistema v štirih ključnih fazah: analiza potreb, generiranje in evalvacija osnovnih funkcionalnih in oblikovnih elementov, testiranje komponent prototipov in testi/evalvacije v realnem okolju. Iterativni proces vključevanja končnih uporabnikov ilustrira Slika 2.



Slika 2: Iterativni proces vključevanja končnih uporabnikov

V zgoraj predstavljenem procesu raziskovanja in razvoja je bilo uporabljenih več (tudi inovativnih) metod, ki so bile prav tako prilagojene starejšim končnim uporabnikom:

fokusne skupine in poglobljeni intervjuji, uprizoritev in evalvacija multimedijskih ter gledaliških predstavitev ter testiranje uporabnosti.



Slika 3: Multimedijske predstavitve kot osnova za generiranje in evalvacijo osnovnih funkcionalnih in oblikovnih elementov SOPRANO sistema

Uporaba več metod in participativnega pristopa z vključevanjem uporabnikov v več fazah razvoja sistema je močno prispevala k pripravljenosti starejših za uporabo SOPRANO sistema, prav tako pa tudi k njihovem zadovoljstvu s sistemom. Kot posebej koristno metodo velja izpostaviti interaktivno gledališko predstavo (več o tem glej v Dolničar, Mueller in Santi, 2011). Izkazalo se je, da pametni dom ne more ustvariti popolnega domačega okolja, lahko pa k temu pomembno prispeva.

LITERATURA

- [1] Ayersman, D. J., in von Minden, A. (1995): Individual differences, computers, and instruction. *Computers in Human Behavior*, 11: 371–390.
- [2] Cuttler, C., Graf, P. (2007): Personality predicts prospective memory task performance: An adult lifespan study. *Scandinavian Journal of Psychology*, 48: 215–231.
- [3] Carpenter, B. D., Buday, S. (2007): Computer use among older adults in a naturally occurring retirement community. *Computer in Human Behavior*, 23(6): 3012–3024.
- [4] Dolničar, V. (2008): National investigation of market barriers and ethical issues in relation to the application domains: ageing well at home and ageing well at work: national data gathering (wave I). ICT & Ageing project.
- [5] Dolničar, V. (2009): Podporne tehnologije - podpora ali ovira medgeneracijske solidarnosti?. V Tašner, V., Lesar, I., Antić, M., Hlebec, V., Pušnik, M. (ur.): *Brez spopada : kultur, spolov, generacij*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, str. 275-290.
- [6] Dolničar, V., Mueller, S., Santi, M. (2011): Designing technologies for older people: a user-driven research approach for the Soprano Project. V: Colombo, Fausto (ur.). *Broadband society and generational changes, (Participation in broadband society, vol. 5)*. Frankfurt am Main: P. Lang, 2011: 221-246.
- [7] Dolničar, V., Nagode, M. (2010): Overcoming key constraints on assistive technology uptake in Slovenia. *Teor. praksa*, 47 (6): 1295-1315.
- [8] Fisk, M. J. (2001): The Implications of Smart Home Technologies. V Peace, S., in Holland, C. (ur.): *Inclusive Housing in an Ageing Society: Innovative Approaches*. Bristol: Policy Press.
- [9] Gerd, P., in Stegbauer, C. (2005): Is the digital divide between young and elderly people increasing? *First Monday*, 10(10).
- [10] Graf, P., Li, H., McGrenere, A. (2005): Technology usability across the adult lifespan. *HCI 2005. Proceedings vol. 2*.
- [11] Hlebec, V., Ličer, N., Nagode, M., in Bitenc, K. (2003): Uporaba alarmnega sistema kot sredstva večje samostojnosti starostnikov: Vrednotenje 10-letnega delovanja alarmnega sistema kot sredstva za

zagotavljanje kakovosti bivanja v tretjem življenjskem obdobju. Ljubljana: FDV, Center za metodologijo in informatiko.

- [12] Melenhorst, A-S., Rogers, W. A., in Bouwhuis, D. G. (2006): Older Adults' Motivated Choice for Technological Innovation: Evidence for Benefit-Driven Selectivity. *Psychology and Aging*, 21(1): 190–195.
- [13] Morell, R. W., Mayhorn, C. B., in Echt, K. V. (2004): Why Older Adults Use or Do Not Use the Internet. V Burdick, D. C., in Kwon, S. (ur.): *Gerotechnology: Research and Practice in Technology and Aging*. New York: Springer Publishing Company.
- [14] Nagode, M. (2009): Organizirana pomoč za stare ljudi, ki živijo na domu: Pomoč na domu in varovanje na daljavo. V Hlebec, V. (ur.): *Starejši ljudje v družbi sprememb*. Maribor: Aristej.
- [15] Nagode, M., Dolničar, V. (2010): Assistive technology for older people and its potential for intergenerational cooperation : critical review of the present situation and identification of key constraints for wider uptake. *Teor. praksa*, 47 (6): 1278-1294.
- [16] Razpotnik, B. (2012): *Vse starejši in vse dlje aktivni*. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
- [17] Richardson, M. (2006): Interruption events and sensemaking processes: A narrative analysis of older people' relationships with computers: PhD Doctorate. The University of Waikato.
- [18] Richardson, M., Weaver, C. K., in Zorn T. E. (2005): »Getting on«: older New Zealanders' perceptions of computing. *New Media & Society*, 7: 219-245.
- [19] Rogers, W., Mayhorn, C. B., in Fisk, A. D. (2004): Technology in Everyday Life for Older Adults. V Burdick, D. C., in Kwon, S. (ur.): *Gerotechnology: Research and Practice in Technology and Aging*. New York: Springer Publishing Company.
- [20] Rudel, D. (2007): Informacijsko-komunikacijske tehnologije za oskrbo bolnika na daljavo. Rehabilitacijski inženiring in tehnologija: Zbornik predavanj (Rehabilitacija, letn. 6, supl. 1). Ljubljana: Inštitut Republike Slovenije za rehabilitacijo.
- [21] Vertot, N. (2008): Prebivalstvo Slovenije se stara – potrebno je medgeneracijsko sožitje. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
- [22] Zupan, A., Jenko, M., in Ocepek, J. (2009): Pametno stanovanje za invalidne in starejše osebe. *Življ. teh.*, 60 (3): 34-39

Projekt INNOVAge

Gregor Steklačič, Center za razvoj Litija

Povzetek — Vse razvite države se soočajo s hitrim porastom starejšega prebivalstva. Zaradi specifičnih potreb te populacije je potreben razvoj posebnih storitev in tehnologij. Tak demografski razvoj zahteva temeljite družbene spremembe na področju socialnega varstva, stanovanj, zaposlovanja, vključevanja starostnikov v družbo itd. Cilj projekta INNOVAge je okrepiti in izboljšati regionalne razvojne politike za samostojno življenje starostnikov preko povezovanja, mentorstva in grozdenja podjetij ter razvojnih inštitucij, ki so aktivne na tem področju. Projektni partner projekta INNOVAge, ki je začetni fazi izvajanja in se bo zaključil konec leta 2014, je v Sloveniji Center za razvoj Litija.

Ključne besede — starostniki, aktivno staranje, samostojno življenje, pametni domovi, dobre prakse, eko-inovacije, grozdenje

Abstract — The raising of the percentage of elderly population is common process within all developed countries. Due to specific needs of that population is necessary to develop tailored services and technologies. Such demographic development requires thorough social changes in the area of social protection, housing, employment, involvement of older people in society, etc... The goal of the INNOVAge project is to increase and improve regional development policies for eco-independent living for the elderly through networking, mentoring and clustering activities at both regional and inter-regional levels. Project is in the starting phase and it will be ended at the end of the year 2014. Project partner in Slovenia is Development centre Litija.

Keywords — elderly, active aging, independent living, smart homes, best practise, eco-innovation, clustering

I. UVOD

Ne le za slovensko, ampak tudi na splošno za razvite družbe velja, da se njeno prebivalstvo čedalje bolj stara, kar pomeni, da je vse večji delež ljudi starejši od 65 let. V zadnjih letih statistike posebej beležijo tudi kategorijo starejših od 80 let, ki je posledica dejstva, da se ta kategorija povečuje in bo po projekcijah prebivalstva za Slovenijo leta 2060 predstavljala 12,7 % vseh prebivalcev Slovenije. Dolgoročna rešitev za oskrbo te populacije prav gotovo ne predstavlja gradnja novih in novih domov za starostnike, ampak prilagoditev njihovih lastnih domov, v prvi vrsti arhitekturno kot tudi z IKT opremo. Naslednje generacije starostnikov bodo postajale vse bolj elektronsko pismene, bodo znale vse bolj uporabljati IKT opremo za komunikacijo z različnimi inštitucijami, s prijatelji preko socialnih omrežij, večji pa bodo tudi naročanja živil in dobrin preko spleta. Ravno tako se razvija tudi področje e-zdravja, ki lahko zdravstvenemu in tudi osebnim proračunom prihrani velike stroške.

S tega vidika je potrebno pri načrtovanju pametnih mest posebno mesto dati starostnikom, saj se bodo le z njihovo vključitvijo v sistem pametnega mesta (države) le ta res razvila enakopravno za vse prebivalce.

II. VSEBINA PROJEKTA

Center za razvoj Litija je subregijski razvojni center, ki izvaja razvojne projekte na območju Srca Slovenije. V sklopu uresničevanja vizije za dvig življenja vseh prebivalcev na območju izvaja tudi projekte na področju starostnikov. S tem namenom smo se vključili tudi v projektno partnerstvo projekta INNOVAge, ki se izvaja na programu INTERREG IVC. Vodilni partner je Regija Marche iz Italije, projekt se je

začel 1. januarja 2012 in se zaključi 31. decembra 2014. Skupni projektni proračun je približno 2,5 mio EUR, od tega je odbrenih 169.099,00 EUR za implementacijo aktivnosti v Sloveniji.

Aktivnosti, ki so predvidene za izvedbo v Sloveniji so:

- SWOT analiza za območje regije
- vzpostavitev regionalnega inovacijskega centra področju samostojnega bivanja starostnikov (vključeni organi odločanja, razvojne inštitucije, fakultete, podjetja, uporabniki, poznavalci potreb uporabnikov)
- izdan katalog dobrih praks na področju samostojnega bivanja starejših
- 5 študijskih obiskov z vključenimi lokalnimi in nacionalnimi strokovnjaki
- 3 mednarodne tematske delavnice z vključenimi lokalnimi in nacionalnimi strokovnjaki
- dvig znanja lokalnih in nacionalnih strokovnjakov na področju samostojnega bivanja starostnikov
- regionalni dogodek na področju samostojnega bivanja starostnikov na domu in aktivnega staranja

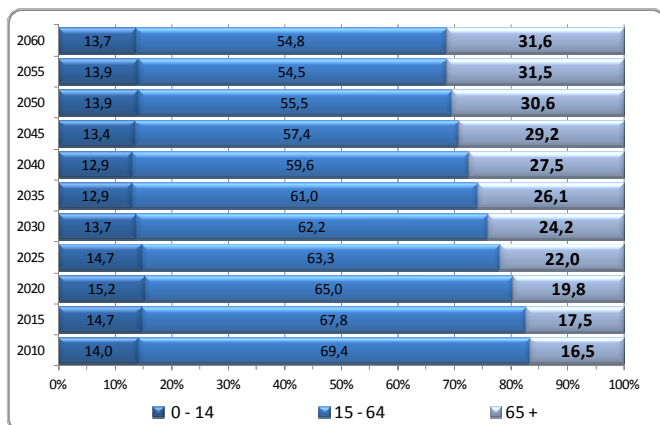
V sklopu projekta je bilo do sedaj izvedena SWOT analiza na področju samostojnega bivanja starostnikov na svojem domu za Slovenijo, izvedeno je bilo tudi uvodno srečanje na projektu ter dva študijska obiska na Nizozemskem in v Grenoblu.

III. UGOTOVITVE SWOT ANALIZE

V Sloveniji je sicer na voljo kar precej podatkov o staranju prebivalstva (glavni vir je Statistični urad Republike Slovenije), medtem ko je uporaba e-vsebin oz. IKT tehnologije med starostniki manj raziskana, kar kaže na to, da dajemo v Sloveniji temu področju zaenkrat še premajhen pomen.

Z naraščajočo kronološko starostjo postajajo starejši čedalje manj samostojni, saj težje obvladujejo okolje in svoje telo. S fizično onemoglostjo se zmanjšuje tudi prostorska mobilnost. Fizični prostor postaja tako ovira za dostopnost do ljudi, stvari in informacij. Z omejenostjo starega človeka na lastno stanovanje narašča tudi njegova odvisnost od drugih. Takšne spremembe nas navajajo k razmišljanju o tem, kako zagotoviti višjo kakovost življenja starostnikov, predvsem tistih, ki bi jim tehnologija pametnih domov (mest) lahko olajšala življenje na njihovem domu. S tega vidika je pomembna predvsem starostna struktura prebivalstva, ki nam prikazuje število potencialnih uporabnikov IKT tehnologije, ki mora biti prilagojena za uporabo starostnikom, na drugi strani pa elektronska pismenost uporabnikov.

Tabela 1: Projekcija starostnih skupin prebivalstva Slovenije od 2010 do 2060



Vir: SURS

Za razvoj pametnih stanovanj (Ambient assisted living – AAL), ki bi omogočali starostnikom podaljšano bivanje na njihovih domovih, pa je pomemben predvsem odstotek starostnikov, ki bodo tako opremo najbolj potrebovali, tj. starejših od 80 let. To je obdobje, ko bi razvita IKT podpora v stanovanju, zdravstvo na daljavo ali primerno načrtovana stanovanja in pripomočki starostnikom lahko močno olajšali bivanje na njihovem domu in s tem tudi podaljšanje življenja v njim domačem okolju, izven institucionalnih varstvenih centrov.

Projekcije kažejo na to, da bo 2030 vsaj 65 let starih prebivalcev 24,2 %, leta 2060 pa že 31,6. Najhitreje se povečuje delež in število prebivalcev, starih 80 let in več. V Sloveniji jih je bilo leta 2010 le 3,9 % vsega prebivalstva, do leta 2060 pa naj bi njihovo število predstavljalo kar 12,7 % celotnega prebivalstva ali kar cca. 260.000. Podobni podatki veljajo tudi za druge države, članice EU, zato je na tem področju pomemben razvoj tehnologij, ki bodo uporabnikom prijazne, hkrati pa ne bodo predstavljale previsokega finančnega vložka.

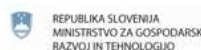
V sklopu priprave SWOT analize smo analizirali tudi uporabo IKT tehnologije po starostnih skupinah, pri čemer je zanimivo dejstvo, da SURS podatkov za starostno skupino 75 ali več let teh podatkov sploh ne zajema. Slovenija se danes sicer lahko pohvali z dokaj zgledno splošno stopnjo uporabe IKT, ki je nekako v evropskem povprečju. Pri tem pa je nesporno dejstvo, da je vključitev starejše generacije pri izkoriščanju tega mnogo prešibko. Iz tega razloga je nujno, da se razvije takšno IKT podporno opremo in programe, ki bodo starostnikom prijazni in ne bodo zahtevali novih znanj, najbolje pa je, da se spremljanje psihofizičnega stanja starostnika vključi v že obstoječe dnevne navade starostnikov in ne bo zahtevala spremembe vedenjskih vzorcev in pridobivanja novega znanja. Zaradi pomanjkanja podatkov za najstarejšo starostno skupino se lahko osredotočimo na podatke za starostne skupine od 55 do 64 let ter od 65 do 74 let, ki bodo v nekaj letih postali uporabniki. V starostnem razredu od 55 do 64 let je računalnik v zadnjih 3 mesecih uporabljalo 115.313 uporabnikov (42,7 %) in v starostnem razredu od 65 do 74 let 32.348 uporabnikov (18,2 %). Število upokojencev, ki so v zadnjih 3 mesecih redno uporabljali računalnik je bilo 81.426. Izredno spodbudna pa je zelo hitra rast uporabe računalnikov in s tem tudi spleta v starostni skupini od 55 do 74 let, saj je bila ta v prvem četrtletju leta

2008 17 odstotna, leta 2009 že 22, leta 2010 pa že 28. Še večji potencial predstavlja razvoj na mobilnikih temelječih aplikacij, saj je mobilnel leta 2011 posedovalo kar 69 % prebivalcev v starostni skupini od 65 do 74 let, v skupino od 55 do 64 let pa že 86 %. Tudi tu je potrebno zavedanje, da so se starejši v večini le priučili osnov uporabe IKT tehnologij, zato ne znajo pa uporabljati vseh možnosti, ki jih ponujajo sodobne IKT naprave.

V sklopu ugotovitev SWOT analize je bilo zapisanih več alinej pri vsakem posameznem poglavju, zato vsake posebej ne bi navajali. Pri poglavju prednosti bi izpostavili predvsem na trend upadanja vlog za bivanje v domovih za starejše, navezanost starostnikov na lastniško stanovanje, vključenost starostnikov v družbeno življenje (društva) ter veliko pilotnih projektov na tem področju. Na drugi strani med glavne slabosti uvrščamo razdrobljenost sistema storitev, pomanjkanje politične volje in finančnih sredstev za implementacijo pilotnih projektov življenja, uporaba IKT opreme s strani trenutno starejše generacije je mnogo prenizka, pomanjkanje zaupanje starejših v IKT tehnologijo, razdrobljena poselitev ter finančna nedostopnost trenutnih produktov. Na drugi strani pa so priložnosti na tem področju prilagoditev IKT tehnologij za uporabo s strani starejših, znanje uporabe IKT tehnologij generacije, ki prihaja, promocija storitev na nacionalni ravni, cenovno dostopnejše naprave. Glavne nevarnosti pa predstavlja še vedno neelastičnost starejšega prebivalstva, psihofizične ovire v razmišljanju starostnikov, slabo finančno stanje starostnikov in posledično cenovna nedostopnost novih tehnologij za starejše.

IV. ZAKLJUČEK

Delež starostnikov s starostni strukturi Slovenije se bo v prihodnosti konstantno povečeval, s tem pa kritična masa za uporabo prilagojenih storitev in IKT opreme, ki bo omogočala podaljševanje samostojnega življenja v lastnih domovih. Pomembno je, da se pri načrtovanju sistemov pametnih mest vključi tudi vidik teh uporabnikov v strukturo pametnih mest. Pri razvoju te opreme se podjetja ne smejo držati načela, da se za vsako ceno starostniku proda najsodobnejšo IKT opremo, ki bo na koncu neuporabljena, ampak je potreben razvoj takšne opreme, ki jo bo starostnik uporabljal v sklopu svojih vsakodnevnih aktivnosti. V sklopu projekta INNOVAge se načrtuje oblikovanje eko-inovacijskega centra, ki bo združeval posameznike, ki odločajo o politikah, povezanih s staranjem, da začnejo danes načrtovati starostnikom prijazne rešitve za jutri. Projekcije kažejo, da bo leta 2050 že skoraj vsak tretji Slovenec starejši od 65 in vsak deveti od 80, kar je velik izziv za našo družbo. Projekt INNOVAge spodbuja slovensko politiko, izobraževalne ustanove in podjetja k povezovanju na področju samostojnega življenja starejših ljudi. INNOVAge prinaša v slovensko okolje sveže ideje, znanje in izkušnje različnih dobrih praks, ki se izvajajo v bolj razvitih delih Evrope.



Torek, 13. november 2012

SmartSantander – a smart city experimental platform

Srdjan Krčo¹, Stevan Jokić¹, Joao Fernandes², Luis Sanchez³, Michele Natti⁴,
Evangelos Theodoridis⁵, Divna Vučković¹,
¹Ericsson, Serbia; ²Alexandra Institute, Denmark; ³University of Cantabria, Spain;
⁴University of Surrey, UK; ⁵CTI, Greece;

Abstract — SmartSantander is a large-scale experimental framework primarily focused on enabling experimentation in the context of smart cities and Internet of Things. In this paper, an overview of the SmartSantander project and the experimental framework the project designed and deployed is provided. The main architecture components are described together with a description of a few main deployed services as well as an outline of how experiments are run using the framework.

Keywords — Smart city, IoT, experimental platform

I. INTRODUCTION

The smart city concept has recently become one of the major topics, both in the research and business communities. The number of people living in the cities is continuously increasing, year after year. Today, more than 50% of the World population lives in the cities and it is estimated that by 2050 this will rise to more than 70% [1]. Such a dramatic expansion of the cities has brought to focus the need to develop the cities in a sustainable manner while making the quality of life in the cities as high as possible.

Complex systems like cities require careful management to ensure uninterrupted performance of all relevant activities and thus uninterrupted living conditions for all stakeholders. Creating and maintaining efficient public transport system, provision of electric energy, water and gas distribution systems as well as waste management and maintenance of the city infrastructure like roads and public parks are some of the activities important for every city.

The responsibility for different services mentioned above is usually delegated to appropriate utility companies. Coordination of the activities between these companies is expected and planned, but due to various reasons, technical, administrative and political, this coordination is more than often not efficient. This results in each public service being run as a standalone activity with (administrative) walls built between the domains preventing efficient exchange of information and sharing of available infrastructure.

Contrary to this approach, ability to automatically share data, interact and combine services as required, will be an embedded feature of the smart cities. ICT will play a crucial role in development of such infrastructure and Internet of Things will represent one of the core components. Only using such approach it will be possible to efficiently connect, integrate and utilize information generated by ever increasing number of city actors, items and events: passengers travelling, public transportation system vehicles, roads, traffic lights, waste bins (and the amount of waste to be collected), water distribution pipes (and amount water to be distributed), as well as the number of various administrative requests and answers processed etc.

Having the above in mind, it is clear that cities serve as an excellent catalyst for IoT research, as they represent a very dense techno-social eco-system that can act as an invaluable

source of challenging functional and non-functional requirements from a variety of problem and application domains.

Aiming at leveraging such an environment for advancement of Future Internet research in the domains of IoT and smart cities, the SmartSantander project [5] is creating a large-scale experimental facility across 4 European countries (Spain, Germany, UK and Serbia) with an additional installation in Australia. The project started in September 2010 with plans to deploy close to 20 thousands of sensors. The main deployment site is the city of Santander (Spain). Today, there are around 5 thousand sensors deployed across the sites which integrated with a set of back-end components comprise the SmartSantander platform. Deployed devices combine a range of hardware platforms, communication technologies and sensor types to implement a number of city services.

Three main groups of the platform users are the following:

- Researchers: experimenting with different protocols, data processing algorithms, data mining, visualization etc. They can re-program selected IoT devices (one IoT device supports one or more different sensors), follow execution of their programs, collect traces etc.
- Service developers: aiming to evaluate their services in a real environment before full commercial deployments. They can re-program the IoT devices or deploy services that are using data generated by deployed IoT devices and run user trials or evaluate performance of their applications.
- Citizens and city administrations availing of and benefiting from the deployed services: a number of services, ranging from the on-street parking to environment monitoring and participatory sensing are deployed on the platform and available to be used by the end users.

The rest of the paper is organized as follows. Section II, provides an overview of the SmartSantander architecture. In Section III details of several implemented services are given. This is followed by Section IV which explains the steps required to undertake to run an experiment in the framework. Section V concludes the paper.

II. ARCHITECTURE

The SmartSantander framework is built as a 3-tiered system comprising the following layers: IoT device, IoT gateway and server tier.

Deployed IoT devices, physical or virtual, create the *IoT node tier*. This layer accounts for the majority of devices used in the system and comprises typically resource-constrained devices (in terms of power, memory and energy availability). To provide heterogeneity, a variety of IoT device types is used: diverse mote platforms, RFID readers and tags as well as more powerful platforms. Some nodes are deployed at fixed locations (Figure 1), while others are mobile (Figure 2).

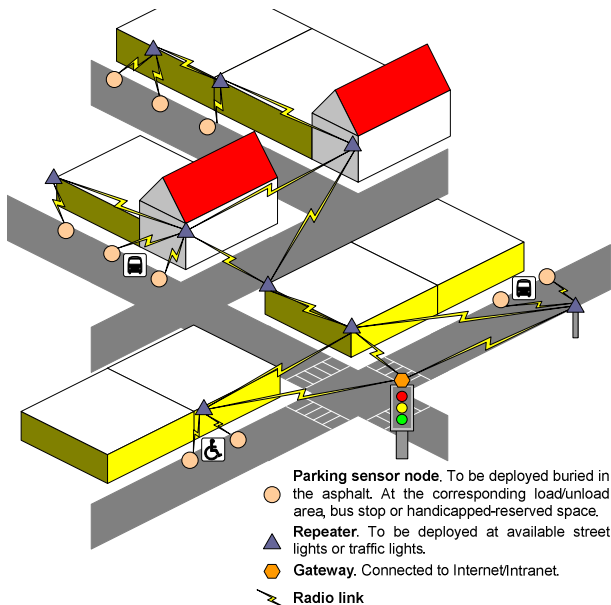


Figure 1: Deployment of the irrigation IoT devices

As already highlighted, the SmartSantander is an experimental framework and the goal of deploying IoT devices is to make them available for use in various experiments. However, due to the constraints coming from the fact that deployment is done in the cities and used not only for experimentation, but also for provision of various city services, this is not always possible. Therefore, from the experimentation perspective, two main groups of IoT devices can be identified in the framework:

- fully available for experimentation: these devices that can be completely re-programmed according to the experimenters' requirements, including switching them off/on, breaking functionality to test performance etc.
- with limited availability for experimentation: these devices are involved in providing a city service and cannot be re-programmed, altered or impacted in some other way (for example overloading), as it could have negative impact on the provided service. Such IoT devices can be used for experimentation on the higher layers like service evaluation, social impact, data processing (of data generated by the devices) etc.

The *gateway node tier* links the IoT devices at the edges of the network to a core network infrastructure. The nodes of the GW tier are also part of the programmable experimentation substrate, in order to allow experimentation for different inter-working and integration solutions of IoT devices with the network elements of a current or Future

Internet. The GW tier devices are typically more powerful than IoT nodes but at the same can still be based on embedded device architectures – and are thus more resource-constrained than devices of the server tier. Examples of GW node devices are embedded servers, e.g. Plugcomputers, mobile phones or netbooks.

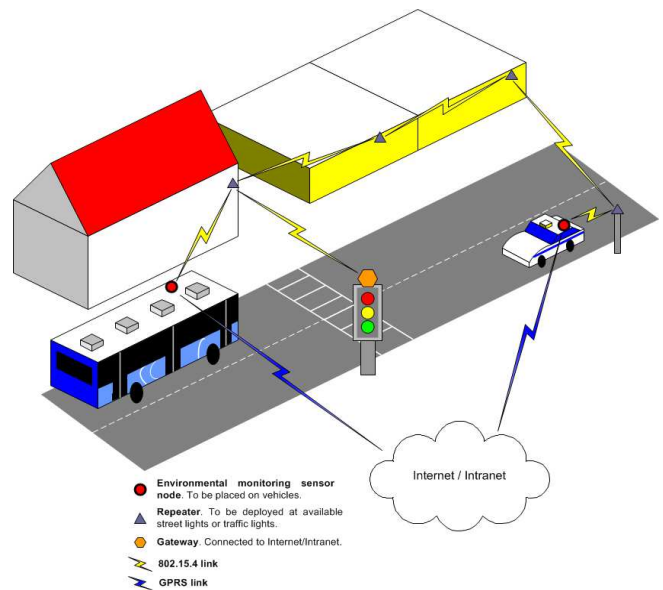


Figure 2: Environmental monitoring and public transport management

The *server tier provides* more powerful server devices with high availability, which are directly connected to the core network infrastructure. The servers can be used to host IoT data repositories and application servers that can be configured to realise a variety of different IoT services and applications or to investigate approaches for real world data mining and knowledge engineering.

III. SERVICES

Several services have been deployed on the SmartSantander platform. In this section, a summary of selected services is provided.

A. Outdoor parking management

The Outdoor Parking Management use case implies provision of a Limited Parking Space Management service in the city of Santander. To achieve this, several hundred parking places in the city centre of Santander are equipped with ferromagnetic wireless sensors (buried under asphalt). These sensors detect when a car is parked and transmit this information wirelessly to the closest repeater installed on a nearby lamp post. The repeaters then forward information about the occupancy status to the backend server, often using multihop routes. Collected information is pushed to public displays installed on the main city junctions informing drivers about the number of free parking places in different areas including standard parking spaces, as well as parking spaces for people with disabilities.

B. Environment monitoring

The current solutions for environment monitoring in urban settings are based on a handful of measurements stations at fixed locations. Although the accuracy of the

measurement equipment in these units is high, the cost makes large-scale deployments to obtain measurements at finer granularity not feasible. On the other hand, leveraging the IoT technology, it is now possible to deploy a large number of low cost sensors for a fraction of the current cost. These IoT sensors do not provide the same degree of accuracy as modern environment measurement stations. However, using a large number of measurement points and intelligent processing of the measurements it is possible to obtain sufficiently accurate observations that can be used as initial indicators of the status of the environment pollution.

A large number of environment monitoring devices have been installed on lamp posts in different areas of Santander. Deployed devices contain air pollution sensors as well as noise sensors. To further increase the coverage of the environment monitoring network, a number of devices is being deployed on the public transport buses, police cars and municipality vehicles. A similar deployment of 65 buses is in use in Pancevo (Serbia). All measurements are available via web and mobile applications.

This deployment serves multiple application domains. For instance it enables provision of additional services like smart public transportation management and traffic conditions assessment.

C. Participatory sensing

In this scenario, users utilise their mobile phones to send physical sensing information, e.g. GPS coordinates, compass, environmental data such as noise, temperature, etc. Depending on the sensors embedded in a particular phone. This information is fed to the SmartSantander platform. Users can subscribe to services such as “the pace of the city”, where they can get alerts for specific types of events currently occurring in the city. Users can themselves also report the occurrence of such events, which will subsequently be propagated to other users that are subscribed to the respective type of events, etc.

The users receive notifications about the occurred events via a smartphone application, phone calls, SMS and e-mails in the preferred language.

All the users that are interested in receiving the notifications have to subscribe the service, defining their personal profile (including e.g., the preferred language), selecting the information they are interested to. This subscription can be done via web interface; if the Council wants to provide the service also to users without web access, it can provide a phone number of a help desk to be called in order to subscribe the service with operator support.

D. Precision irrigation and garden monitoring

The Precision Irrigation service offers a wide data set acquired in a distributed way from multiple locations at a selected area. It is complementing the automated irrigation systems currently in use in parks and gardens. Such systems are using a group of programs that execute defined activities based on preconfigured timetables and hence without taking into account the real-time parameters specific for each area.

The precision irrigation and garden monitoring service provides relevant real-time information to the gardening authorities and parks technicians, allowing them to assess the concrete situation before and after a program has been executed thus facilitating better and more informed management (Figure . It is being deployed in two parks in the

city of Santander: Las Llamas Atlantic park and Magdalena Palace gardens. Apart from providing tools for the gardening authorities, there is also an alert module that notifies users when irregular conditions are detected, function to remotely monitor water consumption as well as to measure and/or estimate important performance indicators like water absorbed, water waste, energy and labor cost.

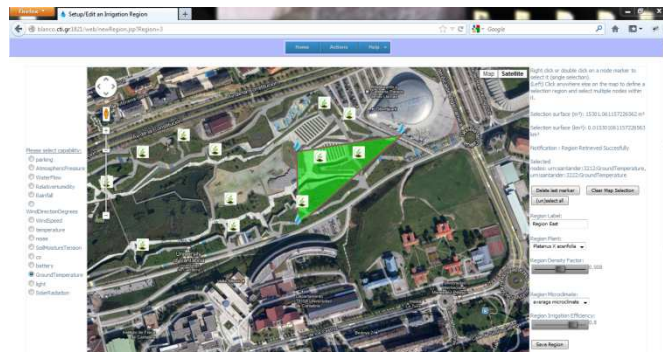


Figure 3 Park Region Management

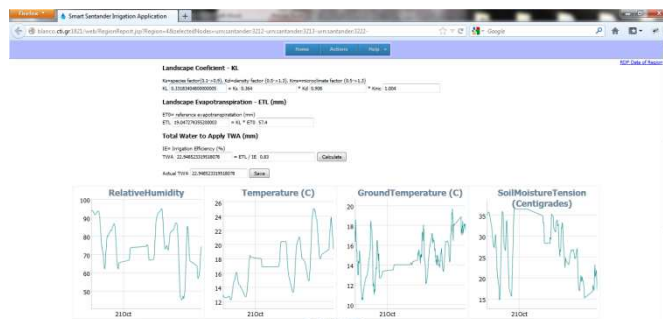


Figure 4 Region Report

E. Augmented reality

This service provides the possibility of “tagging” points of interest in the city, for instance a touristic point of interest, shops and public places such as parks, squares, etc. Today, 112 tags are installed on metal surface identifying different points of interest for tourism. There are 406 tags installed at the bus stops and 2000 Window stickers (double side printing) at the shops across Santander. Using the mobile application users can get additional information about the tagged locations as well as leave feedback to the city administration (Figure 5).

On a small scale, the service provides opportunity to distribute information in the urban environment as location based information. On a larger scale, the tags can be coupled with more advanced services such as “feedback” from the citizens to the city council.



Figure 5 SmartSantanderAR application view

In addition to providing information based on the scanned tag, the mobile application developed for this purpose also can record movement patterns of the users in an anonymous way to support experimentation. Such information can be used by application developers to enrich their applications based on the user experience within the city. For the municipality, observations collected will provide more information about the number of people visiting certain points in the city over a period of time thus enabling them to better organize and improve supporting city infrastructure as well as to receive feedback from the visitors.

F. Smart metering

The top level goal of this scenario and its related use cases is to explore the use of Internet of Things (IoT) based solutions to manage the user side energy demand in an office environment. This scenario builds upon an instance of the SmartSantander testbed, which is currently deployed throughout the office space of the Centre for Communication System Research (CCSR) at the University of Surrey, Guildford and consists of 200 SmartMeters and 100 reprogrammable gateways. On top of this testbed instance, a system is able to collect energy consumption information of all devices associated with a particular work desk and relate this information with a particular user. Apart from collecting metrics concerning the energy consumption of devices, the system is expected to also recognize the corresponding context of consumption (such as employee presence at his work desk, occupancy of the meeting rooms, etc).

IV. CONCLUSIONS

As the cities are becoming home for more and more people around the globe, efficient methods for the management of the cities that will ensure sustainable development while providing high quality of living are

becoming one of the core challenges in front of us. SmartSantander framework represents a significant enabler facilitating better understanding of the issues involved, technical, social and economic, in creating smart and sustainable cities.

In the last year of the project, development of the framework will be continued with deployment of more IoT devices and new services. The main focus of experimentation is expected to be on the service, application and user level, although research on the lower layers will be supported as well.

The goal of the last year will be also to increase the number of users as well as to create mechanisms for keeping the platform running after the project ends.

ACKNOWLEDGMENTS

Although only a few names appear in authors list of this paper, this work would not have been possible without the contribution and encouragement of the enthusiastic team of the SmartSantander project which has been partially funded by the European Commission under the contract number FP7-ICT-257992.

REFERENCES

- [1] "Urbanization and health", Bulletin of the World Health Organization, Volume 88, Number 4, April 2010, pp. 245-246
- [2] Gluhak A., Krco S., Nati M., Pfisterer D., Mitton N., Razafindralambo T. (2011): *A survey on facilities for experimental internet of things research*, *Communications Magazine*, IEEE Communication Magazine, Volume: 49, Issue: 11, 2011, Page(s): 58 – 67
- [3] FP7-ICT-2009-5-257992. Project SmartSantander. <http://www.smartsantander.eu>

Preobrazba mesta za digitalno prihodnost

Ana Seliškar, Mestna občina Ljubljana

Povzetek — Živimo v času, ko mesta predstavljajo glavno vodilo napredka, istočasno nosijo tudi največji delež odgovornosti zanj. Širokopasovna omrežja dokazano pozitivno vplivajo na konkurenčnost gospodarstva in splošni razvoj mesta. Na področjih, kjer so naravni viri omejeni, prihodnost lahko predstavlja razvoj digitalnih storitev. Instrumentalizacija sveta okoli nas narekuje vzpostavitev široke, enostavno dostopne in zadosti poceni infrastrukture, če želimo doseči hitri razvoj naprednih digitalnih storitev in preboj interneta stvari v naše okolje. V Ljubljani smo zato pognali edinstven projekt v obliki javno zasebnega partnerstva za vzpostavitev mestnega Mesh WiFi omrežja za potrebe prebivalcev, podjetij in javne uprave. Del projekta obsega tudi poenotenje komunikacij ter zasebni računalniški oblak za konsolidacijo IKT storitev v javni upravi.

Ključne besede — Ljubljana, mestno brezžično omrežje, javno zasebno partnerstvo, računalništvo v oblaku, digitalne storitve, inovacije

Abstract — We live in an era where cities are main drivers of prosperity and bear the most of the responsibility as well. With limited natural resources, the future development is digital. So within cities we have to make the most of it. Building a citywide digital infrastructure for future internet services can be quite an endeavour. But the impacts of such an effort are repaid on an immense scale. The city of Ljubljana has implemented a unique public private partnership in order to build a citywide high speed wireless platform to be used by citizens, enterprises and public authorities. Cloud services and unified communications are part of this platform as well. But the main objective remains to use the platform to jump start research and development of future digital services on a city wide scale.

Keywords — City of Ljubljana, city wide wireless network, private public partnership, cloud computing, digital services, innovation

I. UVOD

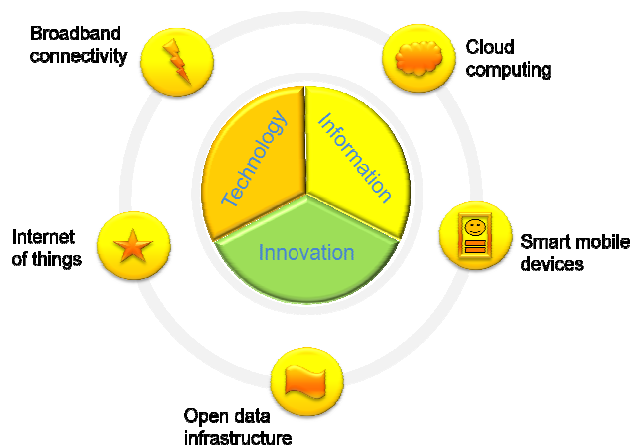
21. stoletje smo dočakali z slavljem, vendar so se mnoge stvari od takrat obrnile na slabše. Dojeli smo, da so naravni viri omejeni. Soočeni smo z ekonomsko in finančno krizo in demografskimi spremembami.

Po drugi strani vse od '80-tih let prejšnjega stoletja živimo v času digitalne revolucije, ki nam je odprla vrata v svet in pospešila globalizacijo. Spremembe populacije kompenzirajo nastajajoči virtualni svetovi socialnih omrežij. Milenijska generacija razume in tudi živi na način stalne povezanosti («always on-line»). Pomembnost digitalne revolucije najbolje opisuje dejstvo, da je na seznamu tridesetih inovacij, ki so najbolj spremenile svet v zadnjih treh desetletjih [1], večina povezana z IKT in med njimi je internet na prvem mestu.

Vlaganja v razvoj digitalnih storitev so tako najbolj logična ob pomanjkanju drugih naravnih virov. V mestih imamo za to vse potrebne vire. Več kot polovica prebivalstva živi v mestih in s tem je dosežen zadosten potencial za inovacije. V mestih so univerze in podjetja. Ne nazadnje mesta imajo lokalno upravo, ki skrbi izključno za dobrobit mesta.

Vse osnovne tehnologije za vzpostavitev platforme za hiter razvoj na področju digitalnih storitev so že na voljo. Širokopasovne povezave omogočajo povezanost vsakomur in vsaki stvari. Pri tem so stvari najbolj pomemben del, saj smo na pragu interneta stvari oziroma povezav strojev s stroji. Računalništvo v oblaku zmanjšuje stroške in čas potreben za oblikovanje novih storitev. Nudi nam prožnost, zmanjšuje zahtevnost in povečuje prilagodljivost. Pametne naprave

omogočajo povezanost kadarkoli in kjerkoli in s tem podaljšujejo čas, ko smo lahko produktivni. Infrastruktura za objavo podatkov omogoča, da podatki niso več obsojeni na hrambo v silosih. Podatki morajo biti na voljo za uporabo znova in znova, s čimer se poveča verjetnost, da postanejo zares vredna informacija.



Slika 1: Tehnološki gradniki digitalnih storitev

In z vso to tehnologijo že na voljo, kdo drug naj stopi naprej in prevzame odgovornost za nadaljnji razvoj na področju digitalnih storitev kot mesto. Mesta morajo prevzeti iniciativo za razvoj nove vrste inovacijskih središč, kjer vse zainteresirane strani v inovacijskem procesu delajo skupaj, uprava, univerze, podjetja in državljani, in tako ustvarjajo novo kulturo, kjer je inovativnost cenjena in nagrajena.

II. PLATFORMA ZA RAZVOJ

Mobilne tehnologije veljajo za enega najhitreje rastočih področij v sklopu informacijsko-komunikacijskih storitev, saj se število naprav in uporabnih aplikacij stalno povečuje. Vedno več naprav in aplikacij za svoje delovanje potrebuje (stalen) širokopasovni dostop do svetovnega spleta, razvitost le-tega pa lahko v domača in poslovna okolja prinese številne koristi, saj pozitivno vpliva na produktivnost, izobraževanje, e-vključenost in splošno gospodarsko razvitost.

Študije dokazujejo, da razvitost širokopasovnega dostopa do interneta lahko prinese številne koristi za produktivnost, izobraževanje, e-vključenost in gospodarsko razvitost mesta. Razširjenost širokopasovnega dostopa je smiselno spodbujati, ker se dostop do naprednih komunikacijskih storitev šteje za

ključnega za gospodarski in družbeni razvoj mestnega okolja ter za povečevanje kakovosti življenja njegovih prebivalcev in obiskovalcev.

Širokopasovni dostop je pomemben tudi za razvoj in uporabo storitev javne uprave. Posamezniki s širokopasovnim dostopom do interneta bolje poznajo in bolj pogosteje uporabljajo e-upravne in mestne storitve na internetu. Zato se širokopasovni dostop šteje za ključnega za široko uporabo storitev javne uprave.

Mestna občina Ljubljana (v nadaljevanju MOL) se je na podlagi aktualnih študij in razvojnih smernic odločila za postavitev sodobnega brezžičnega omrežja na širšem območju Ljubljane ter za vzpostavitev enotnega omrežja in povezljivosti pravnih subjektov, ki delujejo pod njenim okriljem.

Namen projekta je na obstoječi mestni optični infrastrukturi zgraditi širokopasovno brezžično omrežje WiFi tipa »mesh« z vključeno zadnjo inačico standarda 802.11n. Z brezžičnim signalom bodo pokrite zunanje javne površine (ceste, ulice, trgi, parki). Točke dostopa bodo postavljene na mestnih stojnih telesih (svetilke in semaforji).

Izgradnja omrežja bo razdeljena v več faz. Najprej bo s signalom pokrito območje centra, nato se bo omrežje širilo navzven. Z brezžičnim signalom bo pokrita večina javnih površin v naseljenih območjih mesta.



Slika 2: Pokritost z WiFi signalom v 1. fazi

Kot pomemben nivo zadovoljitve javnega interesa bo občanom in obiskovalcem Ljubljane v tem omrežju omogočen brezplačni omejeni dostop do interneta.

III. JAVNO ZASEBNO PARTNERSTVO

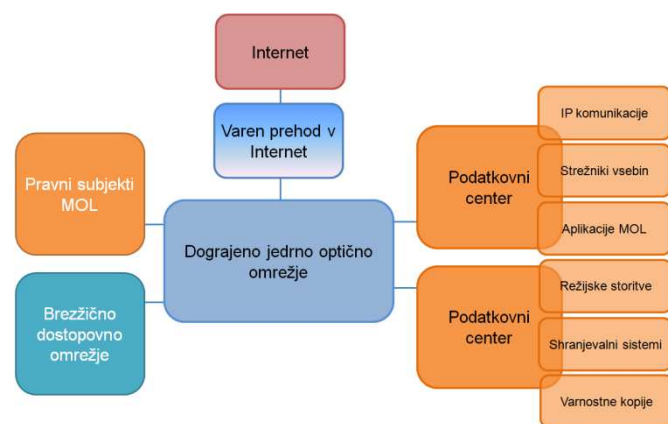
Za izvedbo projekta je MOL pristopila k javno zasebnemu partnerstvu z družbami Telekom Slovenije in NIL. Projekt bo za oba zasebna partnerja tudi odlična referenca in odličen primer vpeljave za mesta, ki želijo nadgraditi svojo učinkovitost in ponudbo za občane.

Telekom Slovenije že dalj časa ni zgolj ponudnik za storitve telefonije, ampak je ponudnik celovitih IKT rešitev. Model sodelovanja, kot je definiran v javno-zasebnem partnerstvu bo prinesel pozitivne učinke za javnega in zasebnega partnerja, saj bo konsolidacija omrežja dolgoročno zmanjšala stroške in omogočala hitro in ekonomsko učinkovito vpeljavo novih storitev. Projekt predstavlja

celovito rešitev 'storitev v oblaku', ki jo Telekom Slovenije lahko uspešno uporabi tudi na drugih projektih, v vseh državah, kjer je prisoten kot ponudnik storitev na trgu.

Projekt obsega postavitev WiFi omrežja na večini javnih površin naseljenega dela občine. Skupaj bo nameščenih okoli 1400 brezžičnih dostopnih točk. Omrežje bo občanom in obiskovalcem mesta omogočalo dostop do interneta in storitev mestnega portala. Vsakemu uporabniku omrežja bo zagotovljen brezplačni dostop do interneta v obsegu ene ure na dan. Poleg tega bodo vsi uporabniki neomejeno dostopali do informacij javnega značaja in spletnih mestnih storitev.

Med projektom bosta Telekom Slovenije in NIL kot zasebna partnerja v Ljubljani postavila tehnološko platformo, ki bo omogočala optimizacijo in dolgoročno boljši izkoristek razpoložljivih virov in sredstev vseh pravnih subjektov MOL. Ob primerni izrabi zgrajene infrastrukture bo MOL deležna dodatnih prihrankov iz naslova upravljanja in vzdrževanja IKT-infrastrukture.



Slika 3: Arhitektura rešitve

Izgradnja kakovostnega IKT-omrežja v MOL bo v drugi fazi poskrbela za konsolidacijo storitev mestne uprave in javnih zavodov ter podjetij na področju informacijskih tehnologij. Del projekta obsega postavitev t. i. zasebnega mestnega oblaka oziroma postavitev podatkovnega centra MOL na dveh nadomestnih lokacijah. Ta bo opremljen z vso potrebno infrastrukturo in poslovnimi programskimi rešitvami, ki jih bodo poslovni subjekti pod okriljem MOL, ki skupno delujejo na kar 326 lokacijah, najemali glede na lastne potrebe po konkurenčnih cenah. MOL načrtuje, da bo novo infrastrukturo v prihodnje uporabila tudi za najrazličnejše skupne storitve.

Hkrati bo nova infrastruktura prevzela vlogo enotnega telekomunikacijskega omrežja, ki bo obsegalo tako stacionarno VoIP kot mobilno telefonijo. Fiksno-mobilna konvergenca med pravnimi subjekti MOL bo poskrbela za to, da se bodo klici prek omrežja MOL obravnavali kot interni klici in jih zasebni partner ne bo zaračunaval.

IV. STORITVE DIGITALNEGA MESTA JUTRI

Mestna občina Ljubljana bo tako v naslednjih dveh letih dobila izjemno infrastrukturo na javnih površinah za dostop do interneta. Občani bodo dobili tudi enourni brezplačni dostop do interneta ter celodnevni brezplačni dostop do spletnih storitev mestne uprave.

Vendar bo projekt pravi pomen dobil šele z razvojem digitalnih storitev kot so načrtovanje poti, digitalni vodiči,

iskanje prijateljev, digitalni trenerji ali virtualna okolica za prebivalce in obiskovalce.

V javni upravi se bo lahko začel razvoj storitev za npr. vizualno komuniciranje, nadzor javnih površin, senzorska omrežja in oddaljeno upravljanje in nadzor.

Tudi podjetniki lahko izkoriščajo prihodnjo platformo za povezljivost, digitalne panoje, lokacijsko oglaševanje in razvoj digitalnih storitev.

Za spodbujanje inovativnosti in razvoj novih rešitev lahko uporabimo naslednja pristopa, ki sta preizkušena in zanesljivo delujeta že v drugih mestih.

A. *Odprta mestna uprava*

Mesto ima množico različnih podatkov, ki niso zaupne narave, vendar omejena sredstva za izdelavo prikazov teh podatkov za občane in tudi omejeno kreativnost kako lahko te podatke med sabo združi in ponovno uporabi za nove storitve (npr. poveže podatke o javnih in zasebnih parkiriščih v celovito storitev za voznike). Zato je svetovni trend, da uprave mest javno objavijo svoje podatke v neki standardizirani obliki, da so na voljo programerjem za izdelavo aplikacij.

Uprava to lahko naredi z majhnim vložkom, zainteresirani podjetniki pa se sami odločijo, kateri podatki so jim zanimivi za izdelavo novih storitev.

B. *Študentske podjetniške ideje*

Za promocijo brezžičnega omrežja v Ljubljani in razvoj novih idej bi bilo smotno razpisati natečaj za osnutke on-line storitev in z javno objavo promovirati najboljše ideje. V navezi s Tehnološkim parkom Ljubljana je najboljšim inovatorjem omogočena pomoč pri vzpostavitvi start-up podjetja v okolju TPL, kjer lahko dobi tudi pomoč pri iskanju kapitala za nadaljnji razvoj.

Oba pristopa skupaj lahko pomembno vplivata na prihodnjo rabo infrastrukture z namenom zagona novega razvojnega cikla v mestu.

V. MESTO KOT INOVACIJSKI CENTER

Raziskave in razvoj so bistveno zagotovilo boljše prihodnosti. Evropske države zaostajajo za ZDA in Japonsko v vlaganjih v raziskave in razvoj. Tega se zaveda Evropska komisija, ki je začela iniciativo Unija inovacij (Innovation Union) in razvila novo ogrodje za vlaganja v inovacije Obzorje 2020 (Horizon 2020) s proračunom 25 milijard EUR za obdobje 2014-2020. Cilj iniciative je doseči vlaganja v raziskave in razvoj v višini 3% BDP do leta 2020 [2].

Za primerjavo, v letu 2010 smo v Sloveniji porabili za raziskovalno-razvojno dejavnost 745,9 milijona EUR bruto domačih izdatkov ali 2,1 % slovenskega bruto domačega proizvoda. Od tega je 306,7 milijona EUR državnih proračunskih sredstev skupaj s sredstvi iz proračuna strukturnih skladov EU, kar je predstavljalo 0,87 % slovenskega BDP [3].

Vendar za doseg tega cilja niso dovolj samo povečana sredstva, Evropa v naslednjem desetletju potrebuje vsaj še milijon raziskovalcev več. Zato je izjemnega pomena vzpostavitev sistemov na lokalnih nivojih, ki spodbujajo raziskave in inovacije, ter vključitev čim širšega kroga prebivalcev še posebej mladine v te sisteme.

Pri razvoju teh sistemov je ključnega pomena spremenjen način sodelovanja javnega in zasebnega sektorja. Potrebno je

razviti inovativna partnerstva med lokalno skupnostjo, izobraževanjem in gospodarstvom.

Ljubljana ima na enem mestu vse, kar je potrebno za inovativni razvoj:

- 65.000 študentov na Univerzi,
- mnoge centre odličnosti,
- največje raziskovalne inštitute v Sloveniji,
- finančne in druge podporne inštitucije,
- univerzitetni inkubator in tehnološki park,
- populacijo 500.000 ljudi na ožjem gravitacijskem območju,
- vlogo prestolnice in gospodarsko-poslovnega središča države.

Poleg tega v Ljubljani s podporo EU sredstev deluje že nekaj LivingLabov na različnih področjih (regionalno e-sodelovanje, internet stvari, računalništvo v oblaku, ...), ki združujejo gospodarske in izobraževalno-raziskovalne subjekte. Potencial za razvoj Ljubljane v inovacijski center je odličen.

'Mesto kot inovacijski center' ustvarja več deležnikov:

- lokalna uprava v širšem smislu, ki razume, podpira in omogoča razvoj inovacij,
- zasebna podjetja, ki sofinancirajo in implementirajo inovacije,
- izobraževalni sistem, ki zagotavlja ustrezne kadre,
- prebivalstvo, ki sodeluje pri pilotskih implementacijah inovacij,
- inovacijski centri (fizičnih in virtualnih), v katerih kjer se združujejo zgoraj naštetih in v katerih se rojevajo inovacije.

Lokalna uprava bi tako morala zagotoviti vizijo in cilje razvoja Ljubljane kot inovacijskega centa, podporo v lokalni zakonodaji in predpisih (odstranjevanje administrativnih ovir), prednostna področja za razvoj inovacij (npr. inovacije v javni razsvetljavi, prometu ali kakšnem drugem področju, ki je v pristojnosti javne uprave). Enako tako je naloga lokalne uprave pospešiti nadaljnji razvoj širokopasovnih (optičnih) povezav v mestu (optika za vsa gospodinjstva in vse pravne subjekte), ker so hitre povezave bistvene za razvoj inovacij na področju digitalnih storitev. Tukaj je vloga mesta, da doseže dogovor s ponudniki optičnih povezav o nadaljnjih investicijah v to področje. Ne nazadnje je vloga mesta tudi, da privabi še več podjetij, ki se ukvarjajo z visoko tehnologijo, da del svojega razvoja izvajajo v Ljubljani.

Vloga podjetij obsega investicije v lastni razvoj in inovacije, podporo inovacijskim centrom ter pilotske implementacije inovacij.

Vloga Univerze in izobraževalnega sistema je v implementaciji dobrih študijskih programov na področju inovacij, ki ga v svoji viziji ima mesto, ter podpiranje raziskovalnih programov in inovacijskih centrov.

Prebivalstvo pri tem sodeluje kot vir pobud in idej in kot širši poligon oz. vzorec potencialnih uporabnikov, kjer se ideja ali produkt preizkuša.

Fizičnih in virtualnih inovacijski centri sodelujejo s podporo procesom razvoja, administrativno podporo in koordinacijo, promocijo in iskanjem virov ter nudijo pomoč pri prehodu od ideje do start-up podjetij.

VI. ZAKLJUČEK

Ljubljana bo kmalu imela odlično platformo za razvoj digitalnih storitev. Ideja o mestu kot inovacijskem centru za razvoj digitalnih storitev tako postaja izvedljiv projekt. V prihodnjih letih bomo videli kako bo Ljubljana dejansko izkoristila platformo, ki jo s tem projektom pridobiva.

LITERATURA

- [1] Wharton School, Univerza v Pensilvaniji, ZDA, <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article.cfm?articleid=2163>
- [2] European Comission, <http://ec.europa.eu/research/horizon2020>
- [3] SURS, <http://www.surs.si>



Ana Seliškar je kot vodja Centra za informatiko zaposlena v Mestni občini Ljubljana od oktobra 2007. Pred tem je delala v gospodarstvu, zadnjih šest let kot direktorica informatike v Delu d.d. V Mestno upravo jo je pritegnil ambiciozno zastavljen županov program in spremembe, ki jih je prinesel. Sicer je Ana Seliškar diplomirana inženirka računalništva in informatike, ki trenutno opravlja magistrski

študij na svoji matični fakulteti.

Nadgradnja in avtomatizacija cestnega prometa v MO Maribor

Tomaž Vrčko, Iskra Sistemi d.d., Ljubljana

Povzetek – V predhodnih študijah je MO Maribor ugotovila, da so vlaganja v izgradnjo in nadgradnjo sistema avtomatizacije cestnega prometa zamrla. Ugotovljeno je bilo tudi, da je prometni sistem, ki je upravljan iz Centra za Avtomatsko Vodenje Prometa (CAVP), razpadel na štiri dele. Zaradi dotrajanosti kabelskega omrežja in povezav prihaja do izpada komunikacij s CAVP, moteno pa je tudi koordinirano delovanje semaforjev (zeleni val), ki je ključeno pri zagotavljanju optimalne pretočnosti. Zaradi dotrajane cestne in programske opreme naraščajo stroški rednega in investicijskega vzdrževanja, pojavlja pa se tudi vprašanje smiselnosti vlaganj v vzdrževanje obstoječih naprav nasproti celostne prenovi sistema.

Projekt prenovi avtomatizacije cestnega prometa v Mariboru je torej zasnovan na celovit način, ki bo omogočal centralno upravljanje in vodenje prometnih tokov, učinkovit nadzor nad delovanjem prometnega sistema, optimizacijo prometnih tokov glede na trenutne infrastrukturne danosti, hkrati pa bo znižal stroške MO Maribor za električno energijo, znižal stopnjo izpusta škodljivih plinov motornih vozil, povečal varnost v cestnem prometu in celostno povečal kvaliteto bivanja v MO Maribor.

V sklopu projekta bo vzpostavljen napreden algoritem za optimizacijo prometnih tokov, ambicija projekta pa je vzpostavitev delovanja Smart City platforme in centralno upravljanje vseh mestnih podsistemov.

I. PROMETNA PROBLEMATIKA, OBSTOJEČE STANJE IN RAZLOGI ZA NADGRADNJO OBSTOJEČE UREDITVE CESTNEGA PROMETA

V globalnem pomenu 80% celotnega svetovnega prebivalstva živi v mestih. Cestni promet v Sloveniji narašča za 3,5 odstotka letno, več kot 83 odstotkov potniških kilometrov pa je narejenih z avtomobilom. V povprečju je le 9 odstotkov potovanj opravljenih z javnim potniškim prometom.

Naraščajoči motorizirani promet zato postaja vedno bolj neobvladljiv in povzroča obremenitev celotnega urbanega sistema in motnje v njegovem delovanju. Na mesto Maribor je bilo naslovljeno kar nekaj apelov strokovne in laične javnosti, interesnih skupnosti in združenj po izboljšanju trenutnega stanja. To pa je bilo mogoče le ob celoviti in sistemski obravnavi prometne problematike.

Na podlagi prometne študije iz leta 2011 je bilo ugotovljeno, da enostavna posodobitev semaforkega sistema ne bi rešila problema pretočnosti, ekologije in varnosti. Sodobni cestni promet je organska entiteta. S tega vidika je bilo potrebno avtomatizacijo cestnega prometa prilagoditi nepredvidljivim migracijam, to pa je možno doseči s t.i. pametnimi križišči in pametnim prometno-nadzornim centrom.

Parcialne rešitve na mikro ravni za MO Maribor niso bile sprejemljive, saj so dražile investicijo na dolgi rok, hkrati pa niso dajale zelenega učinka. Kljub odličnemu delu mestnih služb za upravljanje s prometom so se pojavljale kritične točke, ki so ob kompleksnosti cestnega prometa postajale vedno bolj neobvladljive in so vse hitreje kazale, da je razmerje med dosedaj vloženi sredstvi v delno prenovi in želenim rezultatom kot produktom vložka neustrezno in nezadostno.

Srce sodobne prometne ureditve je Center za avtomatsko vodenje prometa (CAVP). V MO Maribor je za njegovo upravljanje zadolžen Cestno prometni Inštitut (CPI). CAVP nadzira celotni semaforški sistem, pristop na pešceve površine, spremlja prometne tokove in opravlja video nadzor prometa. Tako trenutno upravlja s 67 semaforiziranimi križišči in 5-imi prehodi za pešce in aktivno spremlja vse, kar

zadeva avtomatizacijo cestnega prometa. V smislu optimalnega delovanja in skladno s sodobnim prometnim povpraševanjem je cilj razširitev v sodobni Center, ki bo sposoben sam analizirati prometne tokove, delati analize in predikcije ter sam upravljati s prometom na način, ki zagotavlja optimalno pretočnost v danih razmerah.

A. Stanje pred pričetkom prenovi avtomatizacije prometnega sistema v MO Maribor

i. Center za Avtomatsko Vodenje Prometa (CAVP)

V CAVP so trenutno locirani semaforški nadzorni sistemi štirih proizvajalcev:

- Ericsson
- Peek
- Iskra
- Fanos

Semaforški nadzorni sistemi predstavljajo štiri nezdržljive, samostojne enote in tako ne omogočajo učinkovitega upravljanja s semaforškim sistemom. Od naštetih je sistem Ericsson tako dotrajan, da lahko vsak trenutek odpove. Prometna ureditev v Mariboru je trenutno razdeljena na osem semaforških con, prometniki pa ob spremembah urbanistične zasnove mesta vedno težje sledijo optimalnemu prometnemu toku.

ii. Kabelske povezave

Na podlagi Projektne naloge, 2011, je bilo ugotovljeno, da je večina kabelske infrastrukture, preko katere so semaforke naprave vezane na CAVP, še vedno zgrajene pretežno iz bakrenih kablov, kar onemogoča učinkovito komunikacijo semaforških naprav s CAVP, hkrati pa povečuje možnost prenehanja delovanja semaforjev ob ekstremnih vremenskih razmerah (udari strel, elektromagnetne motnje...).

iii. Krmilne naprave

Na območju MO Maribor so trenutno vgrajene semaforke naprave petih proizvajalcev:

- Nikola Tesla
- Ericsson

- Fanos
- Iskra
- Peek

od katerih je več kot četrtnina starejših od 20 let. Starejše semaforne naprave so nujno potrebne zamenjave, večina ostalih naprav pa potrebuje celovito nadgradnjo ne samo v smislu omogočanja implementacije ITS, temveč tudi zamenjave semaforških signalnih dajalcev na LED tehnologijo in posledično nočno zatemnitvijo, kar je del usmeritve EU.

iv. Signalni dajalci, video nadzor in detekcija prometa

Več kot 80% vseh semaforških signalnih dajalcev je potrebnih zamenjave s sodobnimi LED signalnimi dajalci, ki omogočajo večjo vidljivost, manjšo svetlobno onesnaženost mesta, predvsem pa do 80% nižje izdatke za električno energijo.

Razlogi za nadgradnjo avtomatizacije prometa v MO Maribor

Zelena knjiga – Za novo kulturo mobilnosti v mestih ugotavlja, da so zastoji v mestih eden izmed glavnih problemov večine evropskih mest. Zastoji imajo negativne gospodarske, socialne, zdravstvene in okoljske posledice ter povzročajo uničevanje naravnega in grajenega okolja. Pogosto se pojavljajo na mestnih obvoznih in vplivajo na zmogljivost vseevropskega prometnega omrežja (TEN-T). Tekoč prometni sistem bi omogočil, da ljudje in blago potujejo brez zamud in bi omejil navedene negativne posledice. Na lokalni ravni največji izziv tako predstavlja zmanjšanje negativnih posledic zastojev ob zagotavljanju nadaljevanja uspešnega gospodarskega položaja mestnih območij.

Zastoj v mestnih središčih zmanjšamo tudi z uvedbo sistemov inteligentnega in prilagojenega prometa (t.i. inteligentni prevozniki sistemi – v nadaljevanju ITS), ki omogočajo optimalno načrtovanje potovanj, boljše upravljanje s prometom in lažje upravljanje prometnega povpraševanja. Zaradi velikih stroškov razvoja in postavitve povsem novih inteligentnih sistemov se mesta odločajo za kombinacijo - posodobitev obstoječe in kjer je primerno, razvoj in postavitve nove prometne infrastrukture. Javno-zasebno partnerstvo pa je tista oblika financiranja, ki občinam omogoča izvedbo tovrstnih ukrepov, saj same v večini primerov nimajo zadostnih finančnih virov.

Mobilnost je danes eden pomembnejših dejavnikov in pokazatelj uspešnosti gospodarstva. Dejstvo je, da se zaradi neurejene prometne ureditve in ob hitrem tempu življenja pozablja na kulturo udeležbe v prometu. Nove vpadnice, novi urbani centri in drugačna mentaliteta voznikov povzročata neobvladljivost obstoječe prometne ureditve, ki se slabša iz dneva v dan.

Promet je glede emisij CO₂ sektor, ki ga je najtežje upravljati. Kljub napredku v avtomobilski tehnologiji, povečevanje prometa in narava vožnje v mestih (ustavljanje in speljevanje) pomenita, da so mesta glavni in še vedno rastoči vir emisij CO₂, kar prispeva k podnebnim spremembam. Pomembna škodljiva posledica povečanega prometa v mestih in vsakodnevnih zastojev je tudi izguba časa udeležencev v prometu, kar se odraža tudi v nižjem bruto družbenem proizvodu. ITS omogoča dinamično upravljanje obstoječih infrastruktur, saj izkušnje iz evropskih mest, ki so ITS že vpeljale, kažejo, da se z učinkovitejšo rabo cestnega prostora lahko pridobi dodatne zmogljivosti v višini

20–30 % ali več. To je zlasti pomembno, ker je v mestnih območjih navadno malo prostora za dodatne cestne površine.

21. aprila 2011 je Župan Mestne občine Maribor podpisal pristopno izjavo h Konvenciji županov, ki je dogovor sodelujočih mest, s katerim se mesta zavezujejo, da bodo z izboljšanjem energetske učinkovitosti ter s proizvodnjo in rabo čistejših energij presegla cilje energetske politike Evropske unije pri zmanjševanju emisij CO₂. Mesta se hkrati zavezujejo, da bodo za izvajanje nalog namenile zadostne človeške vire, da bodo civilno družbo na svojih geografskih območjih spodbujala k sodelovanju pri izvajanju akcijskega načrta, vključno z organiziranjem lokalnih energetskih dni, in se bodo medsebojno povezovala z drugimi mesti.

V Sloveniji na dnevni ravni kar 140 ton emisij CO₂ povzroči cestni promet. Gradnja in izgradnja novih poslovnih stavb, parkirnih hiš in stanovanjskih naselij je nujna za razvoj MO Maribor, vendar bo ob obstoječi stopnji avtomatizacije cestnega prometa še dodatno obremenila tako prometno infrastrukturo kot stopnjo onesnaženosti zraka, kar posledično pomeni tudi večje stroške vzdrževanja in upravljanja. Po podatkih revije The Observer je kar 60% vsega CO₂, izpuščenega v mestih, posledica motornega prometa, 40% izpustov CO₂ v mestih pa povzroča stoječi promet.

Drugi problem, ki ga je potrebno izpostaviti, je prometna kultura, katere posledice so prometni prekrški v smislu prekoračitve hitrosti in vožnje v rdečo luč. Prehitre in neodgovorne voznike je potrebno ustrezno izobraziti. Trenutni nadzor v mestu nima dovolj izvajalcev, ki bi bili sposobni učinkovito umiriti promet na celotnem območju MO Maribor in dolgoročno vzpostaviti novo kulturo prometnih udeležencev, za kar se aktivno zavzemajo Ministrstvo za notranje zadeve, Ministrstvo za promet in Pravosodno ministrstvo RS. Po statističnih podatkih Policijske uprave Maribor za leto 2010 je bilo na območju Maribora v letu 2010 uradno zabeleženih 4.482 prometnih nesreč z 18-imi smrtnimi izidi in 2.734 telesno poškodovanimi. Vzrok prometnih nesreč IV. kategorije je bila v prvi vrsti vožnja z neprilagojeno hitrostjo, sledi izsiljevanje prednosti ter nepravilna stran in smer vožnje. Umiritev prometa ima hkrati tudi pozitiven vpliv na okolje (zaradi tekočega prometa se zmanjšuje stopnja izpustov CO₂ v zrak, kar je direktna posledica prekomernega ustavljanja in speljevanja).

II. OPREDELITEV CILJEV CELOVITE UREDITVE PROMETNEGA SISTEMA V MO MARIBOR

Ker želi MO Maribor svojim prebivalcem in njenim obiskovalcem omogočiti varno udeležbo v cestnem prometu, zagotoviti boljši nadzor in celovito upravljanje s cestnim prometom ter zmanjšati onesnaževanje okolja, hkrati pa zagotoviti finančno učinkovito prometno infrastrukturo, je podjetje Iskra Sistemi d.d. predvidelo celostno prenovilo in nadgradnjo obstoječe avtomatizacije cestnega prometa ter s tem povezano vzpostavitev sodobne prometne rešitve z možnostjo nadgradnje za prihodnje potrebe Mestne občine Maribor.

Opisana rešitev celovite nadgradnje prometne ureditve v MO Maribor zajema:

- ažuren in v realnem času odziven sistem za avtomatsko vodenje prometa

- mrežo induktivnih zank in drugih detektorjev, ki bo omogočila aktivno spremljanje prometnih tokov vsega prometnega ožilja v Mariboru neprekinjeno, 24 ur na dan
- sodoben prometno-nadzorni center, ki bo nadziral in spremljal dogajanje v cestnem prometu, analiziral prometne tokove in jih učinkovito upravljaj
- optimiziran promet, ki bo omogočil boljšo varnost vseh udeležencev v cestnem prometu in posledično manjše število nesreč,
- možnost aktivnega delovanja semaforjev 24 ur na dan, kar bo povečalo varnost v cestnem prometu predvsem v nočnem času
- boljši nadzor nad prometom, ki bo tako postal bolj pretočen, varen in urejen,
- zmanjšanje stroškov električne energije in vzdrževanje trenutne opreme v cestnem prometu,
- zmanjšanje onesnaževanja okolja z izpušnimi plini in hrupom,
- zmanjšanje časa, porabljenega v prometnih konicah,
- povečanje ugleda mesta, saj bo z novim sistemom mesto privlačnejše za domače in tuje goste.
- implementacijo in integracijo sodobnih ITS (Intelligent Transportation Systems) sistemov v Mariborski prometni sistem, ki bo omogočila ne samo učinkovito upravljanje in nadzor nad prometom, temveč tudi črpanje sredstev EU za prihodnji razvoj in vpeljavo novih prometnih doktrin
- zadovoljstvo uporabnikov mariborskega prometnega sistema in razbremenitev dela sedanjih upravljalcev, ki se bodo lahko osredotočali na prihodnost prometne ureditve in politike
- prenos obveznosti in odgovornosti vzdrževalnih del ter stroškov vzdrževanja in upravljanja na izvajalca nadgradnje prometne ureditve v MO Maribor za celotno obdobje JZP

III. PREDSTAVITEV IZVAJALCA CELOVITE NADGRADNJE AVTOMATIZACIJE MESTNEGA PROMETA V MO MARIBOR – ISKRA SISTEMI D.D.

Podjetje Iskra Sistemi je globalni ponudnik industrijskih rešitev in elektrotehničnih izdelkov. Smo največje nacionalno podjetje na področju avtomatizacije procesov, komunikacijskih in varnostnih sistemov za distribucijo električne energije, prenosnih in omrežnih sistemov, komunikacij preko visokonapetostnih linij, avtomatizacije železniškega in cestnega prometa ter programskih rešitev s področij energetike in logistike. Proizvajamo izdelke s področij energetskih, elektronskih kondenzatorjev, elementov za odpravo motenj, stikalne tehnike, električnih merilnih instrumentov, baterij, anten, jeder in potenciometrov ter ponujamo storitve galvanizacije, orodjarne, električnega merilnega laboratorija ter upravljanja in vzdrževanja objektov.

Sedež podjetja je v Ljubljani, navzoči pa smo na tržiščih po celem svetu. Delovno področje je razdeljeno na osem strateških poslovnih področij:

- Energetika
- Komponente za vgradnjo
- Učinkovite inštalacije
- Promet
- Telekomunikacije
- Informatika in poslovne rešitve
- Varovanje, oskrba in upravljanje

- Ostale storitve.

Sodobne tehnološke rešitve in tradicionalna poslovna prilagodljivost omogočata individualno obravnavo naročnikov in učinkovito reševanje poslovnih problemov. Največ projektov je izvedenih po načelu "ključ v roke".

V letu 1956 je bil v sodelovanju z Iskro postavljen prvi poskusni semafor v Ljubljani pred Delavskim domom, kmalu zatem pa je bilo urejeno prvo avtomatizirano križišče v Ljubljani. Od takrat do danes je Iskra vodilno slovensko podjetje na področju avtomatizacije cestnega prometa. Na področju ureditve mestnega prometa je naša največja referenca prestolnica Slovenije, kjer je celotni semaforški sistem skupaj s prometno-nadzornim centrom plod tehnologije in znanja Iskre Sistemi d.d. Od leta 2010 pa je Iskrina oprema vgrajena v prvo inteligentno semaforizirano križišče v Sloveniji – križišče Tomačevo.

IV. PREDSTAVITEV REŠITVE ZA MO MARIBOR

MO Maribor je želela svojim prebivalcem in obiskovalcem omogočiti varno udeležbo v cestnem prometu, izboljšati pretočnost občinskih cest še posebej v prometnih konicah ter posledično izboljšati kvaliteto življenja v celotni občini.

V okviru dolgoročnega programa obnove semaforškega sistema in glede na izdelano Študijo prometnega sistema iz 2011 je bila v MO Maribor smiselna le celovita prenova avtomatskega vodenja prometa. Takšna rešitev omogoča, da se zaradi kompatibilnosti in sinhronizacije posameznih nosilcev cestno-prometnega sistema, možnosti, ki jih sistem ponuja, uresničujejo v polni meri. To pomeni, da je cestno-prometna oprema nadzorovana, vodena in prilagodljiva vsem predvidljivim in nepredvidljivim situacijam ter kljubuje izzivom, ki jih prinaša prihodnost.

Posodobitev in nadgradnja obstoječe avtomatizacije cestnega prometa v MO Maribor, bo zagotovila:

- boljši pregled nad stanjem cestnega prometa na področju celotne MO Maribor,
- prometno odvisno delovanje vseh križiščnih naprav, ki urejajo cestni promet v MO Maribor,
- medsebojno komunikacijo križiščnih naprav, ki urejajo cestni promet v MO Maribor,
- pretočnost prometa,
- odpravo zastojev v križiščih ob prometnih konicah v največji možni meri,
- prilagojen prometni tok ob izrednih dogodkih,
- večjo odzivnost prometnih udeležencev,
- boljšo povezanost med različnimi deli mesta,
- znižanje stopnje onesnaženosti v MO Maribor,
- znižanje izdatkov za električno energijo v zvezi z urejanjem cestnega prometa v MO Maribor,
- povečanje varnosti udeležencev cestnem prometu.
- vzpostavitev mreže induktivnih zank in drugih vrst detektorjev, ki semaforški napravi in Centru za avtomatsko vodenje prometa sporoča dejansko stanje v prometu, kar omogoča aktivno prometno odzivnost avtomatiziranih križišč (pametna križišča),
- zamenjavo starejših, neustreznih svetlobnih dajalcev z LED tehnologijo, ki znižuje porabo električne energije do 80%,
- priklop semaforških naprav in Centra za vodenje prometa na novo zgrajeno optično omrežje

- sodoben prometni računalniški sistem, ki omogoča on-time odzivnost na prometne razmere, v povezavi s Centrom usmerja delovanje semaforjev s ciljem zelenega vala in ustrezne koordinacije prometnih tokov, ter omogoča številne druge funkcije.

A. *Smiselnost in prednosti posameznih elementov posodobitve*

i. *Priklop semaforških naprav na optiko*

Semaforške naprave so računalniki na cesti. Sestavljene so iz več tehnološko zahtevnih enot, ki morajo brezhibno komunicirati s semaforji in prometnim centrom. Poleg tega je prometna varnost na prvem mestu in morebiten izpad semaforjev zaradi prenosa večjega števila podatkov so nastale potrebe po večji pasovni širini in nizkih odzivnih časih.

Obstoječe semaforške naprave v Mariboru so priklopljene na različne medije, preko katerih komunicirajo s centralnim nadzornim centrom za vodenje nadzor prometa v mestu. Komunikacijske poti potekajo po bakrenih kablkih in optičnih vlaknih.

Največ semaforških naprav je priklopljenih na bakrene telekomunikacijske kable. Ti kabli omogočajo sorazmerno majhen prenos podatkov t.j. 1200 b/s, zato ne zadovoljujejo sodobnih potreb po prenosu večje količine podatkov.

Da lahko ugodimo zahtevam učinkovite nadgradnje semaforškega sistema, bodo semaforške naprave povezane na omrežje iz optičnih vlaken, ki:

- se odlikujejo po visoki pasovni širini, slabljenje pa je neprimerno manjše kot v kovinskih vodnikih.
- so popolnoma neprevodni, in zato neobčutljivi na elektromagnetne motnje in udar strele
- ne poznajo prisluha, njihovo slabljenje ni odvisno od hitrosti prenosa
- omogočajo popolno varnost podatkov.

ii. *Zamenjava starih semaforških naprav*

Bistvo učinkovite prometne ureditve je povezanost semaforških naprav v sistem. Cilj je, da bo vsako križišče v Mariboru opremljeno z najsodobnejšo semaforško napravo.

Naprave družine MSKE predstavljajo novo generacijo semaforških naprav. Namenjeni so reševanju prometnih zahtev in primerne za semaforiziranje srednje velikih in velikih križišč. Popolnoma modularna strojna oprema in zmogljiva, sodobna programska oprema je vgrajena v poliestrskem ohišju, ki zagotavlja izjemne izolacijske karakteristike in hkrati potrebno zračenje za zanesljivo delovanje v vseh letnih časih.

Semaforška naprava zaznava prometne zahteve preko induktivnih zračnih detektorjev, mikrovalovnih ali IR detektorjev, tipk za pešce in ostalih senzorjev za najavo vozil in pešcev.

Možno je krmiljenje osvetljenih prometnih znakov, krmiljenje ostalih naprav preko TTL izhodov ali serijskih komunikacij kot so odštevalni prikazovalniki (odštevanje sekund do izteka zelenega ali rdečega signala), spremenljivi prometni znaki (VMS) itd.

Semaforške naprave se povezuje z nadzornim centrom preko TK kabelskih paric, z UKV in GPRS modemi, Ethernet optično ali lokalno UTP mrežo, možne pa so tudi druge oblike komunikacijskih medijev.

Naprave omogočajo:

- samodiagnostiko delovanja,

- enostavno programiranje,
- daljinski vpis prometnih programov in parametrov,
- zbiranje prometnih podatkov,
- krmiljenje dodatnih spremenljivih prometnih znakov,
- časovno odvisno delovanje,
- prometno odvisno delovanje,
- koordinirano delovanje v zelenem valu,
- priključitev na prometni center,
- ročno posredovanje.

iii. *Nadgradnja obstoječih svetlobnih signalnih dajalcev z LED tehnologijo in funkcijo za nočno zatemnitev*

Ena od glavnih prednosti LED diod je njihov velik izkoristek oziroma velik svetlobni tok glede na porabljeno moč. Življenjska doba LED diod je lahko zelo dolga. Mnogo diod, narejenih v 70-ih in 80-ih letih prejšnjega stoletja so v uporabi še danes. Tipična življenjska doba znaša med 50.000 in 60.000 ur. Prednost LED diod je tudi v tem, da lahko s paraboličnimi reflektorji dobimo tudi veliko bolj usmerjeno svetlobo. Njihov kratek čas za osvetlitev nam pomaga tudi pri varnosti. Ker pa je svetilnost diod ponoči premočna in moteča za udeležence v prometu, Iskra Sistemi d.d. v semaforške naprave vgrajujemo funkcijo "dimming", ki nočno svetilnost avtomatsko zmanjša in jo prilagodi uporabniku. Po zadnjih izračunih naše led diode, vgrajene v semaforje, zmanjšujejo porabo električne energije do 80% glede na halogensko tehnologijo.

iv. *Naprave za detekcijo pešcev v prometu, prilagajene slepim in slabovidnim osebam*

Semaforška tipka za slepe in slabovidne je predvidena za uporabo na semaforiziranih križiščih v mestih, kjer slepi uporabljajo prehode za pešce. Prednost tipke je, da omogoča slepim in slabovidnim varnejši prehod preko ceste, dovoljuje pa uporabnikom tudi najavo prisotnosti, ki povzroči aktiviranje zvočnega signala in pospeši odpiranje proste smeri za pešce. Tipka je montirana na semaforškem drogu v višini, da jo lahko doseže vsak pešec, tudi oseba na invalidskem vozičku. Ko je prehod za pešce zaprt, oddaja tipka zvočni signal z nizko frekvenco.

v. *Implementacija več vrst detektorjev za spremljanje prometnih tokov*

Detekcijske enote predstavljajo živčni sistem prometnega centra. Zaznavajo vsako aktivnost v prometni infrastrukturi in obveščajo Center o dogajanju v prometu. Na ta način se lahko Center s svojo opremo aktivno odziva na vsakršno prometno situacijo, 24 ur na dan, 365 dni v letu. Optimalno spremljanje prometnih tokov zagotavljajo induktivne zanke, mikrovalovni detektorji, točkovne talne detekcijske enote in Blue Tooth detekcijski sistem.

Induktivne zanke so zelo pomembne pri mikrokontroli vsakega križišča. Uporavljamo jih za detekcijo vozil, ki pripeljejo v križišče. Ponavadi so vgrajene 5cm pod vozno površino in na podlagi induktivnosti detektirajo vsako vozilo oz. vsak kovinski objekt na njih. Obstaja več različic zank, uporabljene pa bodo večinoma zanke dimenzij 1.5m x 4.0m. Zanke so vododporne in povezane z oscilatorjem, ki skozi impulze sprejema podatke iz zanke. Uporabljajo se za najavo vozil, podaljševanje zelenega signala, detekcijo vozil, štetje prometa, meritev hitrosti, klasifikacijo vozil. Induktivne zanke lahko uporabimo v vsakem križišču za detekcijo

prometnega toka in optimizacijo ustreznega prometnega programa.

Naslednji tip detektorjev, ki jih uporabljamo pri detekciji prometnih tokov so mikrovalovni detektorji, ki delujejo po principu Dopplerjevega efekta. Gre za senzorje, ki na podlagi odboja mikrovalov detektirajo prometni tok v križiščih in odprtih cestah. Detektorji beležijo prisotnost vozil na voznem pasu, prav tako pa tudi količino prometa, zastoje, hitrost. Informacije, ki jih beleži, preko komunikacijskih portov prenaša v semaforško napravo in/ali prometni center. So enostavni za montažo in vzdrževanje. Mogoče jih je povezati z ostalimi prometnimi podsistemi.

Poleg opisanih pri detekciji prometa uporabljamo še točkovne talne detektorje, ki jih odlikuje dolga življenjska doba, nizki stroški vzdrževanja in visoka stopnja zanesljivosti. Senzor magnetnih detektorjev uporablja pasivno zaznavno tehnologijo, ki detektira večje premikajoče objekte. Senzor meri spremembo Zemljinega naravnega magnetnega polja, ki ga je povzročil premikajoči se objekt. Naprava zaznava vozila na enem voznem pasu, je enostavna za uporabo in rokovanje, odlikuje pa jo visoka stopnja zanesljivosti.

Blue Tooth detekcija se uporablja za spremljanje poti udeležencev v prometu, s čimer natančneje določimo smer prometnega toka in lažje prilagajamo prometno signalizacijo v izogib zastojem. Gre za mrežo detektorjev, ki zaznavajo Bluetooth signal uporabnikov v prometu in spremljajo gibanje vozila od točke A do B. S tovrstnim načinom povečujemo zanesljivost napovedovanja prometnih konic in zastojev, trendov v prometu, preusmerjanja in spremljanja potovalne hitrosti...

vi. *Prekrškovni sistem ISV (Izobraževalni sistem za voznike) – detekcija prevoza rdeče luči in hitrosti*

Sodoben in zanesljiv sistem za detekcijo prometnih prekrškov, ki meri hitrost in detektira prevožene rdeče luči, je trenutno najnaprednejši pri nas, v Angliji, ZDA in drugod po svetu pa ga učinkovito uporabljajo že vrsto let. Sistem deluje na principu digitalne kamere z visoko ločljivostjo v kombinaciji z zankami za detekcijo vozil. Podatki se ažurno zajemajo in zbirajo v zbirnem centru, kar omogoča izvajanje takojšnjega sankcioniranja.

Obdelava podatkov poteka v zbirnem centru in je popolnoma avtomatizirana. To pomeni, da je po implementaciji sistema vsaka interakcija s periferno opremo nepotrebna. Podatki se ažurno zbirajo v zbirnem centru, avtomatsko preberejo registrsko tablico vozila v prekršku ter tip prekrška (hitrost in/ali rdeča luč), podatke pošljejo naprej v obdelavo (oprema s podatki o vozilu in lastniku vozila), ter omogočajo izpis poročila oz. obvestila o prekršku.

vii. *Nadgradnja obstoječega Centra za avtomatsko vodenje prometa*

Bistvo prometne ureditve in pretočnosti vsakega mesta je optimalni zeleni val in druge zelene strategije, ki pa jih ni mogoče vzpostaviti, če mesto med seboj ni povezano v zaključeno in nadzorovano celoto. Jedro celotne rešitve je sodobni Center za Avtomatsko Vodenje Prometa (AVP4).

Osnovni princip delovanja:

Semaforška naprava, ki je postavljena v križišču, usmerja delovanje semaforjev. Vse semaforške naprave pa so povezane v nadzorni Center, ki:

- zbira podatke iz vseh prometno pomembnih delov mesta,

- omogoča pogled v realno strukturo in prometne obremenitve v križiščih,
- omogoča vpogled v realni prometni tok v vseh prometnih conah,
- shranjuje podatke za nadaljnjo analizo,
- omogoča uporabnikom, da preko dlančnika ali pametnega telefona daljinsko spremljajo delovanje križiščnih naprav in semaforjev,
- opravlja prometne analize, načrtuje prometni tok in prilagodi delovanje semaforjev realnemu stanju v prometu.

Stanje, ki se danes kaže v večini prenaseljenih mest je: preobremenjen promet, zastoji v križiščih in konicah, nenadzorovan promet ponoči, prevelik hrup in naraščajoča stopnja onesnaženosti. Če želi mesto gospodarski uspeh, dinamičnost, različnost in zanimivost, potrebuje veliko maso subjektov, ki so v interakciji z mestom. Hkrati pa vseobsežno prijazno mesto potrebuje tih in umirjen promet, nizko kapaciteto vozil na cestah in ekološko prijazno ukrepanje. Ta dva pojma sta navidezno diametralno nasprotna. Iskra Sistemi d.d. smo uspeli razviti sistem, ki mestnemu prometu omogoča maso in dinamiko, hkrati pa ne obremenjuje infrastrukture in je okolju in uporabniku prijazen. Tako omogoča, da mesto brez negativnih posledic sprejme več prometa, kot ga ima sedaj ob obstoječih težavah.

viii. *Algoritem za optimizacijo prometnih tokov*

Prometnemu centru odzivnost na realno stanje v prometu omogoča pametni algoritem – IS-COT. Bistvo pametnega algoritma je, da zaznava realno dogajanje v cestnem prometu ter prilagaja semaforške cikle, dolžine zelenega intervala in potovalni čas med križišči. To dela na način, da na podlagi sprotih projekcij predvidi zastoj zaradi povečevanja gostote prometa in prilagaja odpiranje zelene luči tako, da do zastojev dejansko ne pride. Algoritem omogoča revolucionaren prispevek k pretočnosti prometa, saj je reševanje zastojev, ko do njih že pride, praktično nemogoče. Za primerjavo: delni nadzor prometa s podaljševanjem in nadziranjem zelene luči na glavnih prometnicah, ki ga je mesto Portland – Oregon (ZDA) vpeljalo pred 6-imi leti, dosega le 60 odstotni učinek algoritma IS-COT. Do danes je bilo v Portland-u v zrak spuščeno za 157.000 ton CO₂ manj, kar je ekvivalent izpustu 4,7 mio litrov goriva oz. neposreden prihranek v višini skoraj 5 mio EUR. Prav tako so skrajšali potovalni čas za 27%, kar vključuje tudi javni prevoz z avtobusi. Učinek pa je multiplikativen, ker pri aplikaciji učinkov na Maribor povečuje atraktivnost vožnje z javnim prevozom in zmanjšuje uporabo osebnih vozil za vsakodnevne vožnje v službo in domov.

IS-COT posledično občutno izboljša prometni tok, kar ima za posledico bistveno zmanjšanje izpusta emisij plinov v zrak. Tekoč prometni tok zmanjšuje porabo goriva do 20%, izpusta nitrogen oksida do 20% in ogljikovega monoksida do 50%.

IS COT se odziva na vsako situacijo in prilagodi prometno povpraševanje realnemu stanju, zato omogoča tekoč promet brez nepotrebnih zastojev. Bistvo je, da sistem v vsakem trenutku ve, kaj se na cesti dogaja in ima vsak trenutek vse prometne informacije, ki jih vsak trenutek posreduje uporabniku. Ta jih potem uporabi v smislu optimiziranja prometne poti in potovalnega časa.

ix. Paralelno optično omrežje

V Sloveniji zadnja leta beležimo nagel proces informatizacije. Tako nastala informacijska družba pa za svoj obstoj potrebuje ustrezno fizično infrastrukturo. Vedno večje potrebe po hitrem prenosu večjih količin informacije zahtevajo nadgradnjo in/ali prenovo obstoječih bakrenih in kabelskih omrežij. Pojavile so se realne potrebe po kompleksnih rešitvah, ki bodo omogočale večjo pasovno širino.

MO Maribor, njene službe in povezane družbe so razkrojene po vsej površini mestne občine. Informacijska povezanost družb bi omogočila optimizacijo stroškov poslovanja in povečanje učinkovitosti tako internega delovanja kot eksternega v smislu zagotavljanja storitev občanom. Zaradi potrebe po nadgradnji komunikacijskega omrežja, ki bo lasten MO Maribor, zasebni partner v ponudbo vključuje izgradnjo osnovnega optičnega omrežja za potrebe MO Maribor, na katerega se bodo lahko priklopile njene službe in povezane družbe, in ki bo omogočil hitrejši in kvalitetnejši prenos podatkov. Predstavljal bo osnovo za vzpostavitev centraliziranega nadzora in upravljanja informacijskega sistema celotne občine, kar bo bistveno znižalo tovrstne stroške in dvignilo kvaliteto storitev.

V. OPREMA, POTREBNA ZA ZAGOTOVITEV ZAHTEVANE STOPNJE AVTOMATIZACIJE CESTNEGA PROMETA V MO MARIBOR

A. Vsebina projekta

Na območju MO Maribor bodo za potrebe nadgradnje avtomatizacije cestnega prometa izvedena naslednja dela:

- Preplastitve vozišča, talne obeležbe
- Zamenjavo semaforških naprav
- Posodobitev križišč na LED tehnologijo
- Rekonstrukcijo križišč
- Center za avtomatsko vodenje prometa
- Optične priključke – optično omrežje
- Optika – aktivna oprema
- Opremo za nova križišča
- Video nadzor križišč
- Priklop semaforških naprav na optiko
- Video steno s programsko opremo
- Prekrškovni sistem ISV – Izobraževalni sistem za voznike
- Prekrškovni sistem VDR – video detekcija vožnje v rdečo luč
- Izgradnjo paralelnega optičnega omrežja

Skupna vrednost investicije je cca. 30 mio EUR.

VI. AMBICIJA CENTRA ZA AVTOMATSKO VODENJE PROMETA V MO MARIBOR

Koncept Smart City

Medtem ko mesta rastejo površinsko in populacijsko, postajajo globalno vedno močnejši centri ekonomske, politične in tehnološke moči. Skladno z vplivom raste tudi odgovornost. Prihajajo nove tehnologije in sistemi, ki bodo služili za boljše razumevanje urbanega poslovanja in razvoja. Operativno mesta temeljijo na številnih ključnih sistemih, sestavljenih iz mrež, infrastrukture in okolja, od katerih so odvisne mestne storitve, meščani, podjetja, transport, komunikacija, voda in energija.

Celoten mestni sistem je sestavljen iz posameznih operativnih dejavnosti, ki vsaka zase preko javnih služb zagotavljajo storitve uporabnikom. Potrebno je omeniti še javno varnost, zdravstveni sistem in izobraževalni sistem. Od kvalitete teh storitev je odvisna kvaliteta življenja meščanov. Mesto je poslovni sistem, ki skrbi za kvaliteten pretok stvari (informacij in dobrin). Vzpostavljene morajo biti dobre komunikacijske in transportne poti, skrbeti mora za izmenjavo idej preko svojih komunikacijskih sistemov, zagotavljati vse potrebne socialne in gospodarske dejavnosti ter zagotoviti neprekinjen dostop do energije in vode.

Sistemi in njihova uporabniška dimenzija nakazujejo na vedno večjo povezljivost. Žal pa zaradi pomanjkanja finančnih sredstev in vizije mesta danes še vedno sredstva namenjajo primarno za obnovo starejše infrastrukture posamično. Na ta način sicer ohranjajo vzdržnost, vendar še vedno ostajajo na poti neracionalne izrabe potencialov in visokih stroškov upravljanja in vzdrževanja. Z večanjem gostote urbanega prebivalstva in zahtevnosti uporabnikov se vedno bolj soočamo z dejstvom, da stari načini zagotavljanja resursov in upravljanja z njimi niso več vzdržni.

Do danes v svetu še nimamo celovitega sistema, ki bi predstavljal pametno upravljanje sistemov za podporo več 100.000-im ali celo več milijonom prebivalcem. Na tem področju se pričakujejo novi izzivi in nove rešitve. Smart city je definiran kot skupek različnih tehnologij, integriran v strateški pristop k neprekinjenemu razvoju, kvaliteti življenja in ekonomski prosperiteti mesta. Dodaja vrednost mestnim upravljavcem, ljudem in podjetjem. Ključna področja pri konceptu Smart city so Pametne javne gospodarske službe, Pameten transport, Pametne komunikacije, Pametne stavbe in Pametno upravljanje. Smart City trg je do leta 2020 ocenjen na 85 mrd EUR.

Priložnost, ki jo paradigma Smart City ponuja, ni samo zadovoljevanje potreb uporabnikov in znižanje stroškov upravljanja in vzdrževanja, temveč zagotavlja trajnostni razvoj, ki z novimi načini uporabe sodobnih tehnologij omogoča trajnostni razvoj – mobilno družbo - informacijsko družbo – energetska in okoljska zavedno družbo – pametno družbo. Povezana mesta na tak način delujejo sinhrono, povečujejo ekonomsko učinkovitost, povečujejo nivo znanja in razvijajo višji nivo zavedanja vsega okoli sebe.

Ker je prometna pretočnost eden pomembnejših indikatorjev razvoja regije in ekonomske rasti, je deležen tudi večje pozornosti pri odločanju mestnih odločevalcev o prioritetah razvoja. Vsi večji projekti s področja prenove avtomatizacije cestnega prometa vključujejo prenovo semaforškega sistema, implementacijo detektorjev za detekcijo prometa ter prometni nadzorni center.

Z vidika optimizacijskega algoritma upravljaavec takšnega Centra spremlja podatke iz prometa ter ustrezno prilagajanje semaforškega sistema glede na odločitve optimizacijskega algoritma. Logična nadgradnja takšnega Centra je integracija in nadzor mestne javne razsvetljave, kjer je možno zaradi prehoda na LED tehnologijo in pametnim upravljanjem razsvetljave glede na realne potrebne prihraniti do 80% tovrstnih izdatkov. Tu se že pokaže potreba po centralnem upravljanju vseh mestnih sistemov. S postavitvijo detektorjev je na javni infrastrukturi in objektih smiselno spremljanje porabe električne energije, plina, vode... Za analizo takšnih podatkov in iskanje rešitev v smislu optimalne rabe pa mesto potrebuje Smart City informacijski sistem, ki bo znal zajetno množico različnih podatkov v realnem času ustrezno

analizirati, prilagajati delovanje podsistemov, poiskati vzroke za trenutno stanje in predlagati rešitve, ki bodo dale boljše rezultate – nižja poraba, večja izkoriščenost. Poleg tega bo Smart City informacijski sistem znal med seboj povezati podsisteme v smislu kriznega odločanja, kjer incident za uspešno sanacijo potrebuje sinhrono delovanje več elementov. V tej fazi mesto poseduje pameten sistem, ki je realno odziven na delovanje infrastrukture, nenehno analizira dogodke in se sproti uči, hkrati pa je navzgor neomejen z nadgradnjami, ki so smiselne v sedanosti in ki šele pridejo na podlagi prihodnjih potreb.

A. *Smart City informacijski sistem*

Značilnost informacijskega sistema, ki ga razvijamo v podjetju Iskra Sistemi in smiselno nadgrajuje nadgradnjo avtomatizacije cestnega prometa v MO Maribor je ta, da gre na spodnjem nivoju za široko porazdeljeno množico bolj ali manj pametnih naprav, tako ali drugače povezanih v IP omrežje, ki stalno ustvarjajo velike količine podatkov. Prometni sistemi, pametna električna omrežja, sistemi za upravljanje z odpadki, sistemi za nadzor nad vodno oskrbo itd. bodo v bodoče delovali v nekakšnem simbiotičnem razmerju, kjer bodo podatki in odločitve enega sistema vplivali neposredno in/ali posredno na druga področja.

Te podatke je torej potrebno najprej zbrati, shraniti v podatkovno bazo, prikazati in jih razumeti. V naslednjem koraku pa jih lahko še združimo in jih uporabimo za sprejemanje kompleksnih povezanih odločitev.

Tehnološki izziv razvoja Smart City platforme je torej dvojen:

- infrastrukturni, kjer je cilj zasnovati zanesljivo in obvladljivo omrežje, ki se lahko razvija in ni vezano zgolj na produkte enega proizvajalca;
- dogodkovni, kjer je nastanek nekega dogodka pogojen z oblikovanjem merilne (ali kakšne druge) informacije in vsebuje prenos dogodka preko infrastrukture do podatkovne baze in od tam do aplikacij na odločitvenem nivoju.

Cilj projekta je zasnovati in razviti generično tehnologijo Iskrine lastne Infrastrukture za pametne storitve (Service Delivery Platform), ki bo podjetju, kot dolgoletnemu uspešnemu integratorju sistemov na področjih prometa, telekomunikacij in energetike, omogočala razvoj novih storitev za vstop na nastajajoči trg Smart City rešitev.

i. Opis arhitekture

Glavni namen Platforme za pametne storitve je izkoristiti prednosti hitre rasti števila pametnih naprav, ki so povezane s svetovnim spletom in ustvarjajo ogromne količine podatkov. Z ustrezno analizo, obdelavo in selekcijo relevantnih podatkov oziroma dogodkov je možno spremljanje dogajanja v realnem času, kar omogoča hitro sprejemanje ustreznih odločitev in akcij ter posledično večjo učinkovitost in odzivnost organizacije oz. sistema.

Dogodkovno vodena platforma zbira, integrira in shranjuje podatke iz množice raznih naprav, kot so: senzorji, merilniki, pametne kartice ipd. Tako pridobljene podatke nato obogati z internetnimi podatki ter s podatki drugih baz, ter jih analizirane in pomensko obdelane ponuja drugim aplikacijam ter storitvam.

Zaradi velike količine in različnih tipov podatkov se povečuje potreba po njihovi klasifikaciji in analizi, ki loči

pomembne podatke od manj pomembnih, ter pomenski obdelavi, ki omogoči, da se na podlagi podatkov sprejema najbolj ustrezne in racionalne odločitve.

Ena izmed ključnih funkcionalnosti platforme je tudi horizontalno povezovanje posameznih vertikal, kar omogoča obogatitev podatkov na osnovi podatkov iz drugih domen. Posledično se pojavljajo novi scenariji uporabe in zliivanja obstoječih podatkov.

Platforma je uporabna za številne dogodkovno odvisne scenarije: e-cestninjenje, Internet of Things (IoT), Smart Grids, Smart Traffic, Smart City, Real-time Fraud Detection, Denial of Service (DoS) ipd.

Poglavitni namen platforme je torej agregiranje podatkov iz različnih virov, zagotavljanje varnosti in kontrole dostopa do podatkov in potrebnih virov infrastrukture, ki so potrebni za njihovo obdelavo, ter obogatitev podatkov na osnovi analitskih tehnik in postopkov strojnega učenja.

Platforma predpostavlja uporabo odprtih vmesnikov tako na dohodni kot na izhodni strani, s čimer se mogoča nadzorovano posredovanje podatkov v ter nadzorovan dostop do surovih in obdelanih podatkov.

Podatkovna naravnost platforme omogoča njeno uporabo tako v širokem spektru individualnih scenarijev, kot tudi v naprednih scenarijih, ki temeljijo na zliivanju podatkov različnih domen.

Ključne funkcije platforme predstavljajo jedro njenega delovanja in omogočajo:

- sistematiziran zajem podatkov ne glede na vir, frekvenco in obliko;
- predobdelava podatkov, v katero sodijo razpoznavna entitet na osnovi vnaprej definirane domenske ontologije, eliminacija duplikatov in anonimizacija podatkov;
- obdelava in analiza podatkov, ki vključuje bogatenje podatkov, razpoznavna konteksta in vzorcev, identifikacija anomalij in razpoznavna trendov;
- vizualizacija podatkov, ki vključuje vizualizacijo KPI (Key Performance Indicator) posameznih predvidenih scenarijev ter delovanja same platforme (nadzorne plošče);
- realno-časovno obveščanje na osnovi procesiranja dogodkov v sklopu dogodkovno-krmljene arhitekture, kjer so izvori dogodkov bodisi zunanji (preko ustreznih vmesnikov) ali notranji (gradniki same platforme).

VII. ZAKLJUČEK

Posodobitev avtomatizacije cestnega prometa v MO Maribor je sredstvo za spopadanje z bodočimi socialnimi, urbani in prometnimi izzivi. Omogoča obvladljivost prometa, povečuje atraktivnost mesta, umirja promet in bistveno izboljšuje kulturo udeležencev v prometu. Pomembno prednost predstavljajo sodobne semaforne naprave, saj omogočajo enostavno rokovanje in vzdrževanje ter zaradi vgrajene LED tehnologije velike prihranke pri porabi električne energije.

Neposredne koristi nadgradnje obstoječega prometnega sistema se bodo odrazile v optimalnem urejanju cestnega prometa, ki ga trenutno stanje kljub odličnemu delu upravljalcev sistema avtomatizacije cestnega prometa v Mariboru ne omogoča v celoti. Po izvedbi investicije se pričakuje, da bo promet nadzorovan, obladljiv, predvsem pa bolj pretočen, kar bo imelo za posledico manjše izgube časa udeležencev v prometu, ki bodo ta čas lahko porabili za druge

aktivnosti, izboljšala se bo kvaliteta zraka (manj CO₂) ter zmanjšala obremenitev okolja in ljudi s hrupom.

Posodobitev in nadgradnja obstoječega prometnega sistema bosta imeli neposreden pozitiven vpliv tudi na spreminjanje podobe občine in na boljšo kvaliteto bivanja v njej, saj bodo ne samo prebivalci MO Maribor, temveč tudi naključni obiskovalci, bolj varni na cestah.

Projekt bo dal MO Maribor sodobno prometno opremo, novo zgrajeno optično omrežje in sodoben center za avtomatsko vodenje prometa. Ob realizaciji implementirane Smart City platforme pa bo Maribor dobil možnost povezave vseh mestnih podsistemov na centralno mesto. Bistvo je, da bodo mestni upravljavci imeli centralen pregled nad dogajanjem v mestu, nadzor nad upravljanjem s stroški, možnost optimizacije mestnega poslovanja na makro nivoju, prebivalci pa bodo občutili dvig nivoja kvalitete življenja v mestu skozi konsistenten napredek, informatizacijo in boljšo preglednostjo nad delovanjem mesta.

Predstavitev projekta MOL WiFi

Rudolf Sušnik, Ljubomir Oberski, Telekom Slovenije, d.d.

Povzetek — Javno zasebno partnerstvo (v nadaljevanju: JZP) postaja v današnjih časih, ko so investicijska sredstva na vseh področjih vedno bolj okrnjena, vse pogostejši način sodelovanja med javnimi in zasebnimi partnerji. Ta model sodelovanja se je uporabil tudi pri projektu »Uvedba brezžičnega omrežja na območju Mestne občine Ljubljana« (v nadaljevanju: WiFi MOL), kjer sodelujejo Mestna občina Ljubljana, kot javni partner, ter Telekom Slovenije, d.d. (v nadaljevanju Telekom Slovenije) in NIL Podatkovne komunikacije, d.o.o. (v nadaljevanju NIL) kot zasebna partnerja pri projektu. V članku je uvodoma opisan obseg projekta, v nadaljevanju pa je podrobneje opisan koncept in način implementacije rešitve brezžičnega omrežja, uporabljene tehnologije in gradniki brezžičnega omrežja ter način implementacije logike za avtorizacijo, avtentikacijo in zaračunavanje - AAA.

Ključne besede — WiFi, MOL, JZP, WLAN, MAN, AAA

Abstract — Public-private partnership is one of the most favourable way of cooperation between public and private partners in these days when investment budgets are going low everywhere. In this way was therefore the project of "building a metro WiFi in Ljubljana" started as well. Partnership includes Municipality of Ljubljana (MOL) as public partner and Telekom Slovenije with its partner NIL as private partners.

In the paper we introduce objectives of the project and afterwards we focus on WiFi network. However, besides WiFi, the project includes building optical infrastructure, MAN infrastructure (Metropolitan Area Network) and data center as well. One of the main focuses regarding technology matters is development and implementation of AAA core (Authentication, Authorization, Accounting) which we see as a vital part for service delivery.

Such thorough renovation of telecommunications and IT services will provide better quality of life to their residents. And since Ljubljana is the first such case in Slovenia, we hope other municipalities will follow.

Keywords — WiFi, MOL, JZP, WLAN, MAN, AAA

I. UVOD

Potrebe mest po izgradnji brezžičnih lokalnih omrežij, poimenovanih tudi omrežja WiFi (angl. Wireless Fidelity) oz. WLAN (angl. Wireless Local Area Network) so v zadnjih letih vse večje, saj se na eni strani nahajamo v času hitre rasti uporabe interneta na raznih uporabniških napravah, ki jih imajo uporabniki neprestano pri sebi in potrebujejo za njihovo funkcionalno uporabo kvalitetno in zanesljivo brezžično povezavo, hkrati je uvedba metro WiFi omrežij osnova za ponujanje najrazličnejših aplikacij za olajšanje vsakdanjega življenja v mestu (turistične informacije, informacije o prostih parkirnih mestih in o zastojih v prometu, hiter dostop do storitev e-uprave ipd.), omogoča pa nam tudi vpeljavo najrazličnejših lokacijskih storitev in storitev avtomatizacije kot so ciljno lokacijsko oglaševanje, avtomatizacija semaforizacije glede na gostoto prometa, avtomatsko odčitavanje stanja porabe energentov s pomočjo merilnikov z WiFi vmesniki, zaračunavanje parkirnin glede na dejansko porabljen čas parkiranja ipd.

Ker je uvedba kvalitetnega metro brezžičnega lokalnega omrežja povezana z velikimi investicijskimi in obratovalni stroški, si običajno mesta brez sodelovanja s partnerji v današnjih časih težko privoščijo tako velik finančni zalogaj in se posledično raje odločajo za povezovanje z drugimi partnerji, pri tem pa je vse bolj uveljavljena oblika JZP. Ključna prednost, ki jo prinaša tak način sodelovanja in povezovanja podjetij in ustanov je predvsem sorazmerna

porazdelitev finančnih obveznosti in poslovnih koristi med partnerji, kar na eni strani omogoča lažjo in hitrejšo izvedbo projektov, hkrati pa se vsi udeleženi partnerji maksimalno angažirajo za uspešno in kvalitetno izvedbo projektnih aktivnosti, saj je od le tega odvisen tudi njihov prihodek (angl. Revenue Sharing). Pri tem je potrebno poudariti, da imamo v Sloveniji za potrebe izvajanja JZP v veljavi zakon o javno-zasebnem partnerstvu in je postopek izvedbe projektov JZP dobro definiran že na ravni države.

Za uvedbo metro WiFi omrežja v javno zasebnem partnerstvu se je odločila tudi Mestna občina Ljubljana (MOL), ki je tekom razpisa »Uvedba brezžičnega omrežja na območju Mestne občine Ljubljana« kot zasebnega partnerja za izvedbo projekta izbrala Telekom Slovenije s partnerjem NIL. Izbira je zagotovo prava, saj projekt MOL WiFi zraven uvedbe metro WiFi omrežja, obsega tudi izvedbo povezav med vsemi lokacijami MOL-a in z njim povezanimi pravnimi osebami (izgradnja mestnega dostopovnega omrežja – MAN), izgradnjo dveh redundantnih podatkovnih centrov, kjer bo nameščena vsa centralna logika za obratovanje storitev, vzpostavitev javnega WiFi portala MOL, uvedbo storitev IP telefonije, najem storitev mobilne telefonije ter najem različno zmogljivih in visoko-razpoložljivih virtualnih podatkovnih strežnikov in drugih storitev v podatkovnem centru. Vse navedene storitve so namreč v nekoliko drugačnih različicah od razpisnih zahtev del standardne ponudbe Telekoma Slovenije in/ali NIL-a, obe podjetji imata s postavitvami in obratovanjem teh storitev večletne izkušnje in bogate reference, prav tako pa podjetji skupaj delujeta na več sorodnih projektih in imata utečene postopke medsebojnega sodelovanja.

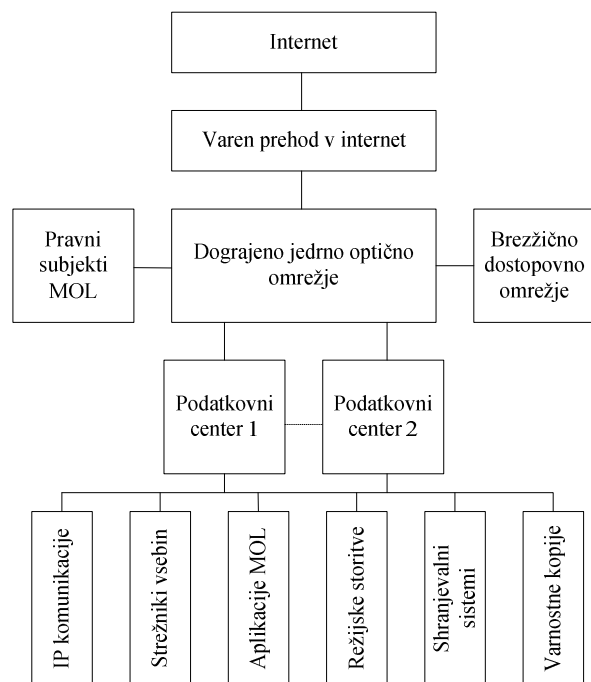
II. OBSEG PROJEKTA MOL WiFi

Kot je navedeno že v "Uvodu", izgradnja metro WiFi omrežja ni edini cilj, ki ga je potrebno doseči tekom izvedbe projekta MOL WiFi. Zraven postavitve centralne logike za obratovanje WiFi omrežja in namestitve več kot 1400 dostopovnih točk proizvajalca Cisco za doseg projektnih zahtev (med 40% in 90% pokritost površin glede na razpisne pogoje), ki se bodo privzeto nameščale na objekte javne razsvetljave in semaforizacije – rešitev je podrobneje opisana v poglavju IV., se bo tekom projekta posodobilo tudi celotno mestno omrežje (ang. MAN - Metropolitan Area Network), ob tem pa je osnovni pogoj izvedba kvalitetnega fizičnega dostopovnega omrežja. Tekom projekta WiFi MOL bo posledično v skupno mestno omrežje povezanih več sto

lokacij poslovnih objektov in ožičenih dostopovnih točk (angl. RAP - Roof Access Point), privzeto preko obstoječih ali novih optičnih povezav v obstoječi ali novi kabelski kanalizaciji MOL-a, za določene lokacije pa so dopuščene tudi alternativne optične ali SHDSL povezave Telekom Slovenije.

Za agregacijo prometa iz naslova uporabe WiFi omrežja in iz naslova prometa poslovnih objektov bo na območju Ljubljane postavljenih cca. 60 t.i. uličnih vozlišč v katerih se bo nahajala aktivna in pasivna oprema (stikala Cisco ME3400, UPS, optični delilniki, napajalni del, sistem za hlajenje) na kateri se bodo zaključevale optične povezave do RAP-ov in poslovnih objektov, hkrati pa bo vsako ulično vozlišče z N x 1GB povezavo (kapaciteta je odvisna od števila RAP-ov in poslovnih objektov, ki bodo priključeni na določeno ulično vozlišče) vpeto v oba podatkovna centra, ki se nahajata na Cigaletovi ulici in v Tehnološkem parku Ljubljana.

V obeh podatkovnih centrih se bo nahajala povsem identična centralna in avtentikacijska oprema za WiFi omrežje, za zagotavljanje IP telefonije, za redundančni priklop uličnih vozlišč (centralno agregacijsko MAN omrežje) ter strežniška infrastruktura za zagotavljanje storitev podatkovnih centrov (virtualni strežniki, virtualna namizja - VDI, prostor za varno shranjevanje podatkov ipd.). Oba podatkovna centra bosta medsebojno povezana po dveh geografsko neodvisnih poteh (obroč), delovala bosta v načinu active – stand-by, implementiran pa bo tudi hitri preklon → v primeru izpada enega izmed podatkovnih centrov oz. posameznega ključnega centralnega elementa, prevzame vlogo »active elementa« oprema v drugem podatkovnem centru. Do obeh podatkovnih centrov je zagotovljena večgigabitna internetna povezava za potrebe WiFi in poslovnih objektov ter SIP TRUNK-a za potrebe IP telefonije, poskrbljeno pa je tudi za visok nivo varnosti.



Slika 1: Blokovi prikaz MOL WiFi omrežja.

Ker je bilo tekom razpisa zahtevano, da se vsem uporabnikom MOL WiFi omrežja omogoči enourni dnevni brezplačni dostop, ob plačilu pa neomejena uporaba, se je v

sklopu projekta implementirala tudi avtentikacijska logika, tako da bodo lahko uporabniki MOL WiFi omrežja izbirali med različnimi nivoji dostopa, izbiro pa bodo potrdili na vstopni strani mestnega WiFi portala, ki bo tudi privzeta stran ob prijavi v MOL WiFi omrežje. Ker je Telekom Slovenije tudi ponudnik mobilnih storitev Mobitel, bo za potrebe varne dostave gesel uporabljen SMS, kar pomeni, da je mobilni telefonski aparat pogoj za dostavo varnostnih gesel za uporabo MOL WiFi omrežja, pri tem pa lahko ima uporabnik MOL WiFi omrežja sklenjeno mobilno razmerje s katerimkoli ponudnikom mobilnih storitev, ki ima sklenjeno operatersko pogodbo s Telekomom Slovenije.

Po izvedbi vseh projektnih aktivnosti bo mesto Ljubljana dobilo sodobno in modularno zgrajeno IKT infrastrukturo, tako za lastne potrebe, kot za potrebe metro WiFi omrežja in bo na ta način postavljeno zelo visoko na lestvici tehnološko naprednih in prebivalcem prijaznih mest.

III. TEHNIČNA REŠITEV

Kot je bilo že omenjeno v uvodnih točkah, celotna tehnična rešitev v projektu MOL WiFi zajema širok spekter tehnologij in storitev [2]:

- prenosno optično omrežje,
- na tehnologiji »oblaka« temelječ podatkovni center, ki predstavlja centralno vozlišče tako za IT storitve, kot za upravljane storitve, mestno dostopno omrežje (MAN), telefonije (VoIP) in omrežja WiFi,
- omrežna infrastruktura z glavnim vozliščem v podatkovnem centru ter agregacijskimi uličnimi vozlišči,
- omrežje WiFi, ki ga sestavljajo dostopovne točke, nameščene na semaforjih in uličnih svetilkah, centralni »kontroler« v podatkovnem centru ter storitvena platforma, sestavljena iz portala in t.i. AAA jedrnega dela (AAA – Authentication, Authorization, Accounting; avtentikacija, avtorizacija, zaračunavanje).

Našteto se sicer močno prepleta med seboj, v tem prispevku pa bomo dali glavni poudarek storitvam in infrastrukturi omrežja WiFi.

IV. WiFi – RADIJSKO OMREŽJE

A. Zahteve

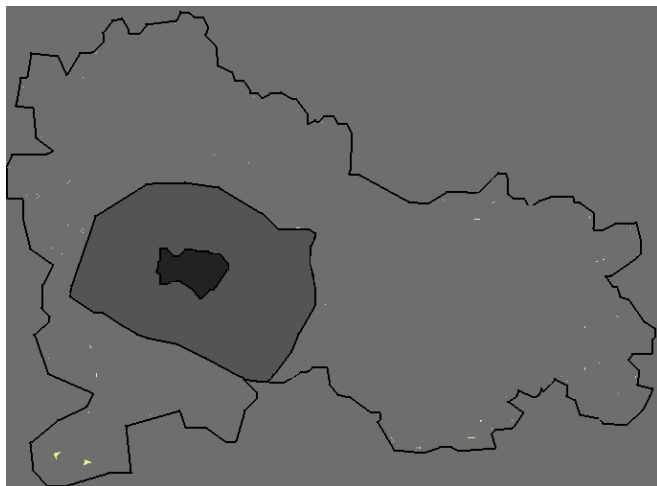
Zahteve za pokrivanje z WiFi signalom [1] so opredeljene v razpisu javno-zasebnega partnerstva, poleg zahtevane tehnologije WiFi po standardu IEEE 802.11n in ustrezni podpori vseh sodobnih protokolov (IPv4, IPv6, zagotavljanje varnosti, QoS, razpoložljivosti, ...), so glavnega pomena zahteve, ki definirajo obseg pokrivanja. To je razdeljeno v tri faze:

- faza 1: območje ožjega centra, obdanega s Tivolsko cesto, Aškerčevo cesto, Zoisovo cesto, Karlovško cesto, delom Dolenjske ceste do železnice, železniško progo do Glavne železniške postaje, Vilharjevo cesto, delom Dunajske ceste in z vključenim območjem Parka Tivoli, skupaj cca. 4 km², zahtevana 90% pokritost površin;
- faza 2: področje med območjem faze 1 in ljubljansko obvoznico, zahtevana 80% pokritost površin;
- faza 3: posamezna področja izven avtocestnega obroča.

Zahteve se nanašajo zgolj na zunanje površine, med tem, ko pokrivanje notranjosti stavb ni zahtevano (bo pa do delne pokritosti notranjosti stavb nedvomno prišlo). Razpis prav

tako podrobno ne opredeljuje kapacitet, kar pomeni, da mora v zvezi s tem zasebni partner sam predvideti zadostne zmogljivosti WiFi dostopovnega omrežja za doseganje zahtevane pokritosti.

S stališča storitev je zahteva javnega partnerja, da mora imeti vsakdo možnost enourne dnevne uporabe omrežja oz. dostopa v internet ter neomejeno možnost dostopa do spletnih strani, ki so povezane z javnim partnerjem (občinski portal, spletne strani organizacij v lasti ali solastništvu MOL). Uporabnikom dostop v internet po izteku 1 (brezplačne) ure, zagotavlja zasebni partner, ki storitev (lahko) zaračuna.



Slika 2: Območje Mestne občine Ljubljana z vrisanimi »fazami« in predvidenimi površinami, pokrili z WiFi signalom. Faza 1 – temno sivo področje v sredini; faza 2 – vmesno področje, označeno svetlo sivo; faza 3 – belo območje.

B. Infrastrukturni gradniki

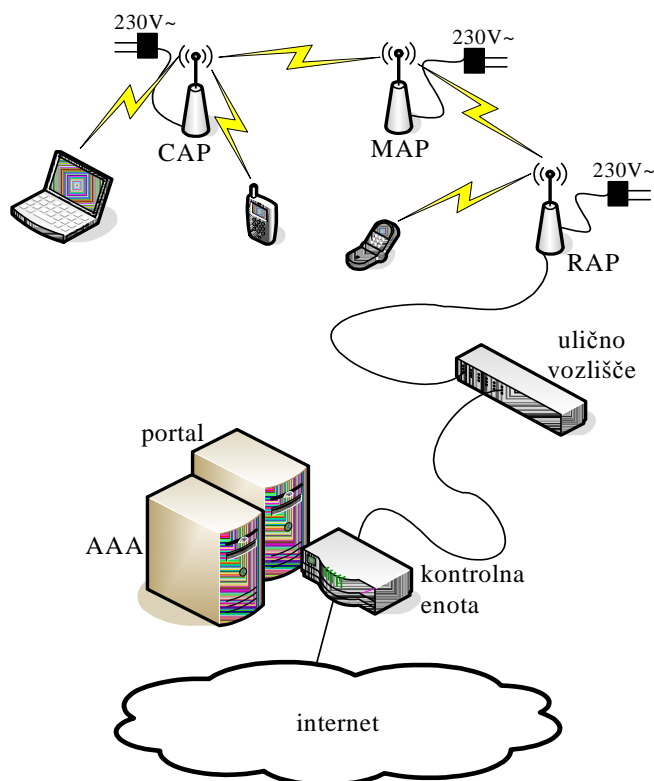
Glavni del radijskega omrežja so dostopovne točke, v našem primeru gre za dostopovne točke z radijsko tehnologijo po standardu IEEE 80.11n. Za poenostavitev gradnje omrežja le-to temelji na konceptu mesh [3], kar pomeni, da je le del dostopovnih točk povezanih v dostopovno optično omrežje, ki z radijsko povezavo zagotavljajo podatkovno povezavo ostalim dostopovnim točkam. Tako ločimo tri vrste dostopovnih točk:

- RAP (Roof Access Point): dostopovna točka, ki je povezana v optično omrežje,
- MAP (Mesh Access Point): vmesna dostopovna točka, ki je na eni strani povezana na RAP ali MAP, na drugi pa na MAP ali CAP,
- CAP (Child Access Point): robna dostopovna točka, ki je povezana na RAP ali MAP.

Vse tri vrste dostopovnih točk opravljajo dvojno funkcijo, zato imajo vgrajene po dva radijska modula – omogočajo dostop uporabnikom (frekvenčni pas 2.4 GHz) in skrbijo za povezovanje oz. prenos naprej v omrežje (frekvenčni pas 5 GHz). Radijske povezave med posameznimi dostopovnimi točkami se lahko spreminjajo, saj se omrežje namreč samo sposobno prilagajati razmeram v okolju.

Radijsko omrežje je centralno krmiljeno, vsi podatkovni tokovi se stekajo v centralno kontrolno enoto (kontroler, angl. Wireless Controller), ki skrbi tako za signalizacijo kot promet.

Shema omrežja prikazuje Slika 3.



Slika 3: Shema omrežja – radijski del (dostopovne točke, RAP – Roof Access Point, MAP – Mesh Access Point, CAP – Child Access Point; kontrolna enota, ki skrbi za prilagajanje radijskim razmeram na terenu), povezovalni del (optične povezave, ulična vozlišča), storitveni del (portal, sistem AAA – avtentikacija, avtorizacija in zaračunavanje).

C. Planiranje radijskega omrežja

Vodilo pri planiranju radijskega omrežja je zagotovitev kvalitetnega WiFi signala na zunanjih površinah v predpisanem obsegu. Da naloga ni preveč preprosta, se pojavlja veliko število omejujočih dejavnikov - izpostavimo nekaj najočitnejših:

- nizka moč radijskega signala (100 mW),
- nelicenčni spekter (ISM pasova 2.4 GHz in 5 GHz) oz. potencialno veliko število motilcev in s tem interferenc,
- vegetacija, zlasti krošnje dreves (pomlad, poletje),
- arhitekturne ovire,
- omrežje kanalizacijskih jaskov za zagotovitev električnega napajanja in optičnih povezav.

Planiranje radijskega omrežja se izvaja v dveh korakih – v prvi fazi se s pomočjo karte oz. aplikacije GIS (Geographic Information System) [4] glede na prostorsko situacijo (v takšni meri kot jo je iz karte sploh mogoče določiti) in razpoložljivost kanalizacije določi lokacije dostopovnih točk, nato pa se na terenu izvede dejanska meritev, s čimer se preveri ustreznost postavitve, ki jo je na samem mestu meritve mogoče korigirati. Aplikacija GIS je tu ključnega pomena, saj omogoča spremljanje in beleženje vseh podatkov, potrebnih za pripravo dokumentacije in navodil za montažo (mikrolokacija, mesto pritrditve, usmerjenost anten, mesto priklopa napajanja, mesto priklopa optične povezave, opis potrebnih zemeljskih del, opombe itd.).

V. ZAGOTAVLJANJE STORITEV V OMREŽJU WiFi

A. Namen

Pod pojmom »storitve« imamo v tem kontekstu v mislih postopke, ki na omrežnem nivoju omogočajo diferenciacijo uporabnikov in prometnih tokov, kar se odraža v različnih nivojih »kvalitete« prenosa podatkov (QoS, angl. Quality of Service) – promet s prioriteto, pasovna širina, zagotavljanje varnosti ipd. Cilj zagotavljanja storitev je zgraditi fleksibilen sistem, ki bo omogočal izvedbo vseh aktualnih aplikacijskih storitev in bo hkrati dovolj odprt za dodajanje novih funkcionalnosti, ki se bodo pojavljale v življenjski dobi omrežja.

Osnova za izvedbo zgoraj predstavljenih želja so postopki avtentikacije in avtorizacije, zraven prištevamo še zaračunavanje (AAA). Postopki AAA definirajo logiko delovanja, za udejanjanje pa skrbi centralna kontrolna enota (sliki 3 in 4).

K storitveni platformi prištevamo še spletni portal, ki ima v splošnem širši pomen, v povezavi z zagotavljanjem storitev pa omogoča t.i. spletno avtentikacijo uporabnikov. Več o načinih avtentikacije uporabnikov sledi v nadaljevanju.

B. Topologija storitvene platforme

Storitveno platformo funkcionalno delimo na tri enote – komunikacija z uporabnikom (portal), logika izvajanja postopkov (AAA jedro), neposredno izvajanje operacij (kontrolna enota).

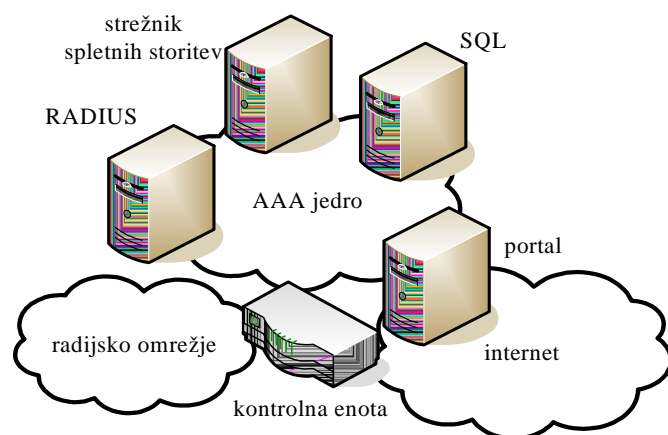
V smislu storitvene platforme je funkcija spletnega portala bolj ali manj omejena na komunikacijo z uporabnikom – grafični vmesnik, vsi postopki in podatki pa so definirani v zalednem sistemu (AAA jedro), ki dejansko predstavlja jedro platforme.

AAA jedro sestavljajo tri enote:

- spletni strežnik z implementiranimi spletnimi storitvami (angl. web services) predstavlja vmesnik za komunikacijo z napravami izven AAA jedra,
- strežnik s podatkovno bazo (SQL), kjer se nahajajo podatki, ki definirajo postopke in podatki, ki se nanašajo na uporabnike,
- strežnik RADIUS, ki služi komunikaciji z RADIUS napravami izven jedra, npr. kontrolna enota.

Enota za izvajanje operacij (kontrolna enota) skrbi, da na podlagi podatkov, ki ji sprocesira AAA jedro, uporabnik dobi ustrezno časovno omejen dostop v internet s pripadajočo pasovno širino in zagotovljeno kvaliteto storitve.

Topologijo natančneje prikazuje Slika 4.



Slika 4: Topologija storitvene platforme.

C. Razvoj storitvene platforme

Vizija omrežja MOL WiFi je kompatibilnost s standardom oz. priporočilom organizacije WiFi Alliance, poimenovanim Hotspot 2.0 [5, 6], ki gre v smeri zagotavljanja podobne uporabniške izkušnje kot v mobilnih omrežjih, tj. samodejno zaznavanje (znanih) WiFi omrežij in samodejna prijava v omrežje, avtentikacija brez oz. z minimalno intervencijo uporabnika (IEEE 802.11u [7]), zagotovitev varnosti z uporabo postopkov WPA2, gostovanje v omrežjih drugih ponudnikov WiFi itd. Glede same opreme (dostopovne točke, kontroler) smo odvisni od proizvajalcev, medtem ko je izvedba v AAA jedru in na portalu v veliki meri prepuščena našim načrtom in zmožnostim realizacije.

Kot je bilo že omenjeno v prejšnjih točkah, omrežje zagotavlja brezplačen in plačljiv dostop v internet, ki se izvaja z uporabo spletne avtentikacije, tj. uporabnik na portalu vpiše podatke, ki so potrebni za aktivacijo brezplačnega ali plačljivega profila. V tem scenariju spletni portal nastopa kot posrednik med uporabnikom in AAA jedrom, ki izvede vse potrebne postopke povezane s izvedbo plačila oz. odobritve brezplačnega dostopa. V primeru brezplačnega dostopa to pomeni predvsem pošiljanje SMS sporočila s »kodo«, ki jo uporabnik vnese kot svoje avtentikacijsko sredstvo. V primeru plačljivega dostopa pa postopek zajema komunikacijo z ustreznim plačilnim sistemom – Moneta, procesni center za kreditne kartice.

Razvoj poteka tudi na področju WiFi gostovanja, saj Telekom Slovenije v svojem javnem WiFi omrežju NeoWLAN preko partnerja Trustive sodeluje z najpomembnejšimi svetovnimi WiFi operaterji (iPass, Swisscom, Telefonica, Vodafone, ...), to sodelovanje pa nameravamo razširiti tudi na omrežje MOL WiFi. Ker »Hotspot 2.0« še ni v splošni uporabi, večji WiFi operaterji problem uporabniške izkušnje rešujejo z namensko aplikacijo, ki si jo uporabnik naloži na prenosni računalnik/tablico/telefon, ta pa samodejno prijavi uporabnika v ustrezno partnersko omrežje, ki zagotavlja dogovorjen nivo storitve. Tudi v tem primeru gre za spletno avtentikacijo, le da jo samodejno izvede aplikacija, pri čemer mora omrežje podpirati standarde WISPr (Wireless Internet Service Provider roaming) [8].

Še bolj v smeri »Hotspot 2.0« gre uporaba avtentikacijskih postopkov EAP (Extensible Authentication Protocol) [9], kjer je prijava v omrežje sicer možna le uporabnikom, ki jih omrežje že pozna, to pa do neke mere predstavlja večjo podobnost z mobilnimi omrežji, ki jih z

uporabo avtentikacijske metode EAP-SIM pravzaprav združimo v eno celoto. V tej »celoti« prav tako lahko zagotovimo neprekinjeno prehajanje med omrežji obeh tehnologij. Skratka, če spletna avtentikacija predstavlja možnost prijave vsakemu, metode EAP lahko uporabljajo le znani uporabniki, tj. (redni) naročniki storitve.

Za zagotavljanje storitev, ki jih uporabniki pričakujejo od omrežja imamo torej na voljo različne metode, ki jih lahko zagotovimo na (odprti) platformi. Kakšen razvoj pričakujemo smo opisali v zgornjih odstavkih, seveda pa se lahko želje in potrebe uporabnikov obrnejo tudi kako drugače, zato je odprtost prav gotovo izjemno pomembna.

VI. ZAKLJUČEK

Pristop k projektu izgradnje metro WiFi omrežja in posodobitve IKT in optične infrastrukture na območju Mestne občine Ljubljana nasploh, je zagotovo prava odločitev za vse partnerje v projektu, saj bo mesto Ljubljana tako dobilo najsodobnejšo infrastrukturo in storitve, ki jih bosta tekom celotnega trajanja obdobja JZP upravljala in vzdrževala zaupanja vredna partnerja Telekom Slovenije in NIL. Da je odločitev za izgradnjo metro WiFi omrežja prava, dokazujejo tudi raziskave, saj je bilo v letu 2012 prodano kar 1,2 milijarde WiFi naprav, hkrati pa se pričakuje velik porast uporabe WiFi naprav, saj bi naj bilo leta 2015 prodano kar za 1 milijardo naprav več (2,2 milijarde) [10]. Hkrati raziskave napovedujejo več kot 4-kratno povečanje števila aktivnih dostopovnih točk, saj bi se naj do leta 2015 število iz 1,3 milijona postavljenih dostopovnih točk v letu 2011 na svetovnem merilu dvignilo kar na 5,8 milijona [11].

Upamo, da bo odločitev Mestne občine Ljubljana za izgradnjo metro WiFi omrežja pripomogla k podobnim odločitvam drugih občin v Sloveniji, pri tem pa se Telekom Slovenije vidi kot zaupanja vreden in zanesljiv partner z bistveno konkurenčno prednostjo - smo lastnik največjega deleža dostopovnih kabelskih omrežij in obstoječe telekomunikacijske infrastrukture nasploh v Sloveniji, hkrati imamo zagotovo najkvalitetnejšo mobilno omrežje v Sloveniji, vse navedeno pa je mogoče učinkovito souporabiti v ustreznih oblikah javno-zasebnega partnerstva.

LITERATURA

- [1] Razpisna dokumentacija za projekt Uvedba brezžičnega omrežja na območju Mestne občine Ljubljana, MOL, marec 2012, <http://www.ljubljana.si/si/mol/mestna-uprava/sluzbe/javna-narocila/razpisi/68716/detail.html>.
- [2] Sušnik R., Sodja J., Building a Carrier-Grade Metropolitan Wi-Fi Network, WiFi World Summit 2012, Barcelona, Španija, 11. – 12. september 2012.
- [3] Sušnik R., Sodja J., Uporabnost omrežij »Metro Wi-Fi« za »Internet stvari«, 25. delavnica o telekomunikacijah Vitel, 2011, str. 62 – 66.
- [4] Korenini R., ArcGIS za Android in iOS, Telekom Slovenije - interna dokumentacija, maj 2012.
- [5] Vachhani A., Simpson Morris S., Wi-Fi certified passpoint, WiFi World Summit 2012, Barcelona, Španija, 11. – 12. september 2012.
- [6] The Future of Hotspots: Making Wi-Fi as Secure and Easy to Use as Cellular, White paper, Cisco, 2012.
- [7] It's All About U, White paper, Ruckus Wireless, 2011.
- [8] Best Current Practices for Wireless Internet Service Provider (WISP) Roaming, WiFi Alliance, 2003.
- [9] RFC 3748, Internet Engineering Task Force (IETF), <http://tools.ietf.org/html/rfc3748>.
- [10] ABI Research, 2012.
- [11] Informa Telecoms & Media, 2011.

BIOGRAFIJI



Dr. Rudolf Sušnik je od leta 2006 zaposlen v skupini Telekom Slovenije. Pred tem je bil kot mladi raziskovalec zaposlen na Fakulteti za elektrotehniko, kjer se je leta 2003 tudi začel ukvarjati s tehnologijami brezžičnega interneta. Poleg tehnologije WiFi, kjer načrtuje javna in zasebna (upravljana) omrežja, se ukvarja še z razvojem uporabniških storitev ter storitev za podporo mobilnemu omrežju. V okviru projekta MOL WiFi je na strani Telekoma Slovenije zadolžen za tehnične aktivnosti v zvezi z omrežjem WiFi.



Ljubomir Oberski je leta 2004 diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Od takrat je zaposlen na Telekomu Slovenija, kjer je v 8 letnem obdobju deloval na različnih področjih (razvoj in upravljanje omrežja, razvoj storitev, produktno vodenje), trenutno pa se kot vodja projektov ukvarja z vodenjem večjih prodajnih projektov - eden izmed takšnih projektov je tudi vodenje tehnične izvedbe projekta MOL WiFi.

Sodobne storitve mestnih omrežij – primer MOL

Mag. Damijan Markovič, NIL d.o.o, Ljubljana

Abstract — Širokopasovna omrežja v mestih ponujajo različni ponudniki storitev. Ti se osredotočajo predvsem na storitve, ki so globalnega značaja, ne pa na storitve, ki so osredotočene na lokalno skupnost. Lokalna ponudba je tako odvisna predvsem od samih občin. V primeru Mestne občine Ljubljana (MOL) želi mesto v prvi meri povezati storitve svojih pravnih subjektov, obenem pa omogočiti tudi sodobne storitve za občane in obiskovalce. V predavanju se bomo osredotočili na sklope omrežja, ki presegajo fizično povezljivost in prikazali storitve, ki naredijo mesto prijazno - in nenazadnje tudi pametno.

Keywords — pametna omrežja, storitve v oblaku

Abstract — Most Cities today have Broadband networks widely available by regional service providers (SP). Even though that majority of subscribers are in the city, SP offer only general services. Rare SP offers services that are specific for certain area or community. MOL (Municipality of the City of Ljubljana) has decided to consolidate its entities and their services under a cloud infrastructure and as such provide smart services for internal and external users.

Keywords — smart networks, cloud services

I. UVOD

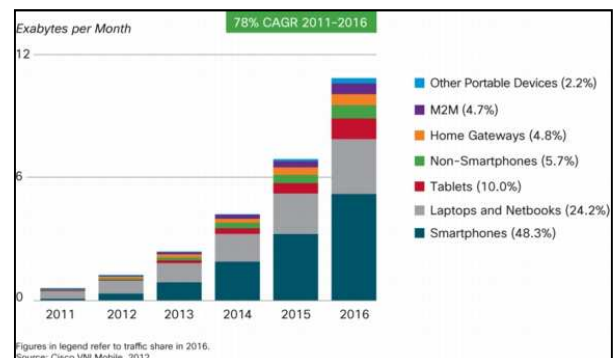
Mestna omrežja oziroma s tujko City/Community networks postajajo v svetu vse bolj aktualna, saj mesta za svoje delovanje potrebujejo povezane storitve. Pred 20-30 leti smo bili zadovoljni, če smo v mestu imeli urejeno komunalno infrastrukturo, tj. da je vsako stanovanje imelo tekočo pitno vodo, kanalizacijo in elektriko. Kasneje smo v stanovanja napeljevali telefonske priključke. S telefoni smo pri medsebojni komunikaciji ogromno pridobili. Telefonski priključek je dolga leta veljal za prestižno pridobitev. Telefon pa ni omogočal samo komunikacije med ljudmi, temveč tudi med računalniki. Marsikdo se je jezil nad svojimi otroki, ki so izmenjevali ogromno podatkov preko računalnikov in modemov.

Prve hitrosti, ki so bile na voljo, so se gibale med 1200 in 2400 b/s. Z razvojem tehnologije smo lahko brez večjih nadgradenj telefonskih central na istem mediju uspeli prenesti tudi do 56kb/s.

Danes skoraj na istem fizičnem mediju, tj. bakrenih žicah, pri povezavah dosegamo hitrosti od 1Mb/s do 20Mb/s ali celo več. Vprašanje pa je, ali so te hitrosti dovolj velike za vse uporabnike. Iz slike 1 se lahko prepričamo, da rast prenosa podatkov iz meseca v mesec narašča z eksponentno krivuljo.

Bakrene povezave, ki jih ima še velika večina zasebnih uporabnikov, se v poslovnem svetu čedalje bolj nadomešča z optičnimi vlakni. Razlog je preprost, količina prenesenih podatkov se povečuje in bakreni vodi težko sledijo kapacitetam, ki jih ponujajo optični vodi.

Z najnovejšimi tehnikami prenosa lahko danes na enem optičnem paru prenašamo več kot 1Tb/s. Optika je tudi boljša za prenose na daljše razdalje, saj lahko optične informacije prenašamo tudi po več 1000 km daleč, preden jih ponovno pretvorimo v električno obliko.



Slika 1: Rast prometa v omrežju

Za domače uporabnike je velika prednost, če lahko prenašajo podatke z nekaj Mb/s. Kaj pa poslovni uporabniki?

Poslovni uporabniki ne prenašajo enakih vsebin kot domači oziroma zasebni uporabniki in tudi njihove potrebe po hitrosti niso nič manjše. Ravno obratno. Sodobne aplikacije zahtevajo neprestano izmenjavo podatkov med uporabniki in strežniki, pri čemer ni pomembna samo hitrost, temveč tudi zanesljivost. Vsaka prekinitve lahko pomeni izpad delovnega procesa in s tem podaljšanje poslovnih procesov. To predstavlja za podjetje tudi velike stroške. Večina današnjih poslovnih procesov poteka tako, da se podatki urejajo na končnih delovnih postajah. Podatki se nato prenesejo, obdelajo in shranijo na centralnih strežnikih. Podatki se pri tem po omrežju nenehno prenašajo v eno ali drugo smer. Večja kot je hitrost, boljša je odzivnost aplikacije in bolj tekoče je delo za končnega uporabnika. Infrastruktura omrežja je tako za delovanje poslovnih okolij zelo pomembna.

II. MESTNO OMREŽJE

Pojem mestnega omrežja si lahko razlagamo na različne načine. Pred 20-30 leti je to pomenilo dobro razvejano komunalno omrežje, ki je nudilo osnovne pogoje za bivanje v mestu. Danes sodobno mestno omrežje predstavlja dodatne storitve, ki jih mesto ponuja prebivalcem in svojim javnim zavodom in podjetjem (pravnim organom). Kaj torej potrebuje sodobno mestno omrežje?

Mesto s svojimi pravnimi subjekti deluje kot ogromno podjetje, kjer mnogo manjših zaključenih enot skrbi za nemoteno delovanje mestne infrastrukture in storitev, ki jih mesto ponuja.

Pravni organi znotraj mesta opravljajo funkcije, ki so razpršene po širšem delu mesta oziroma njegovi okolici. Pravni subjekti se tako lahko nahajajo na več fizičnih lokacijah, če tako bolje služijo svojemu namenu. Tak primer so šole in vrtci, ki se nahajajo v stanovanjskih soseskah oziroma tam, kjer je njihova prisotnost najbolj smiselna.

Sodobne komunikacije v podjetjih zahtevajo neprestano povezljivost in izmenjavo podatkov, tako znotraj podjetja kot z drugimi podjetji in tudi omrežjem Internet. S tem, ko so podatki na voljo v vsakem trenutku, se lahko poslovni procesi izvajajo bistveno hitreje, kot če bi ti za nadaljevanje dela morali čakati na zunanje informacije. Danes še vedno večino omrežij gradimo zato, da se uporabniške delovne postaje povezujejo s strežniki in preko njih izmenjujejo podatke.

Omenili smo že, da mestno omrežje predstavlja tudi komunalno infrastrukturo, ki z računalniškimi omrežji nima nobene povezave. Daljinski nadzor črpališč in nadzornih točk v komunalnih vodih omogočata lažji nadzor in upravljanje široko razpredenega omrežja komunalnih storitev. Za tovrstne komunikacije so se vzpostavljala ločena komunikacijska omrežja. Preko teh omrežij je nadzorni center upravljal in nadziral delovanje podporne infrastrukture. Na lokacijah, kjer so nameščeni oddaljeni senzorji ali krmilniki, v večini primerov osebe fizično niso prisotne, zato je nadzor še toliko bolj pomemben.

Podobna infrastruktura je tudi telefonsko omrežje, ki je od računalniškega omrežja ločeno in uporablja svoje komunikacijske protokole.

III. IZZIVI SODOBNEGA MESTNEGA OMREŽJA

Standardi Ethernet in TCP/IP so prisotni že zadnjih 40 let. Kljub temu so se do nedavnega uporabljale samo računalniške komunikacije med strežniki ali delovnimi postajami. Za druge sisteme je bil Ethernet prepočasen, nezanesljiv ali drugače neustrezen način prenosa. V zadnjih letih so se mnoge slabosti odpravile in marsikateri standardi, ki so bili široko razširjeni pred desetletji, so preprosto izginili. Komunikacija med napravami se iz manj znanih standardov seli v omrežje Ethernet in protokole nad nivojem IP. Kaj so torej pravi izzivi, s katerimi se soočajo sodobna mestna omrežja? Med temi najbolj izstopajo:

- Širokopasovna povezljivost
- Dostopnost za mobilne naprave
- Konsolidiranje strežniških storitev
- Veliko število infrastrukturnih elementov
- Centraliziran nadzor in upravljanje
- Spremljanje porabe energije in prostora
- Enostavna razširljivost in vzdrževanje
- Zanesljivost delovanja storitve
- Kompleksnost rešitev.

Širokopasovna povezljivost omrežja je za sodobne komunikacije ključnega pomena. Z razvojem vse večjega števila aplikacij, ki jih uporabljajo strežniki ali uporabniki, se nenehno povečuje tudi potreba po pasovni širini. V sodobnih omrežjih se v skupno omrežje povezujejo tudi industrijska omrežja z visokim številom senzorjev in krmilnikov. V mestnih povezavah so to predvsem različne senzorske naprave, ki neprestano spremljajo komunalno infrastrukturo ali pa celo prometne tokove na cestah. Velik del pasovne širine se v sodobnih omrežjih uporablja tudi za prenos video storitev. V primeru mestnih omrežij so to video nadzorni

sistemi ali pa video-konferenčni sistemi, ki jih uporabljajo javna podjetja in zavodi.

S povezovanjem vse večjega števila javnih zavodov in podjetij v skupno mestno omrežje se povečuje možnost konsolidacije in optimizacije virov. Če so podjetja zaprta vase, potem vsako podjetje zase vzpostavlja komunikacijsko infrastrukturo.

Mestna občina Ljubljana (MOL) je z vse večjim porastom skupnih uporabniških aplikacij ugotovila, da:

- a) v večini javnih zavodov nima dovolj kadra za podporo uporabnikov,
- b) ima premalo kadra za razvoj storitev,
- c) vsako podjetje kupuje svoje licenčne produkte in
- d) je strežniška infrastruktura neustrezno planirana.

MOL je s postavitvijo enotnega in centralnega podatkovnega centra zavodom in podjetjem omogočila prenos njihovih aplikacij v skupni center, kjer za osnovno infrastrukturo skrbi skupina strokovnjakov. Zaradi zbranih podatkov v skupnem podatkovnem centru lahko administratorji infrastrukture več časa posvetijo razvoju storitev in ne samo vzdrževanju podporne infrastrukture. Dodatna pridobitev za mesto pa je konsolidacija virov in s tem povezani prihranki pri nabavi opreme. Marsikatero tuje analize so pokazale, da je strežniška infrastruktura v večini podjetij predimenzionirana.

Povezljivost omrežja se iz bakrenih in optičnih vodov širi tudi na brezžična omrežja, kar kažejo tudi zadnje analize uporabe pametnih mobilnih naprav. Trg so v zadnjih letih preplavile naprave v obliki pametnih telefonov in tablic, ki so tako zmogljivi kot so bili pred desetletjem zmogljivi strežniki. Hitrosti, s katerimi se povezujejo brezžične naprave, lahko presega tudi 100Mb/s.

IV. INFRASTRUKTURA OMREŽJA

Infrastruktura omrežja za projekt mesta Ljubljane je bil zasnovan na podlagi izzivov iz prejšnjega poglavja in konkretnih zahtev mesta. Zagotoviti je bilo potrebno omrežje za:

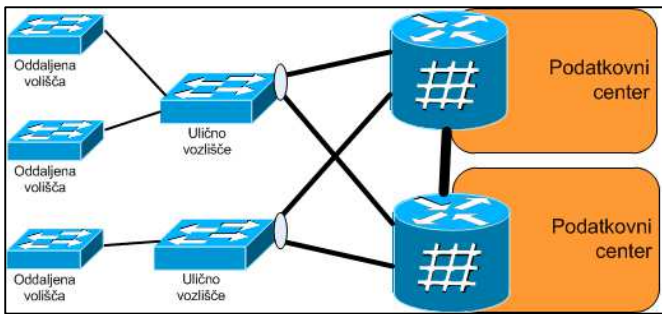
- 12000 uslužbencev, ki so zaposleni pri
- 115 javnih zavodih ali podjetjih in se nahajajo na
- več kot 320 lokacijah znotraj mesta Ljubljana.

Sodobno metro omrežje (MAN), ki je zasnovano za storitve mesta Ljubljana, tako omogoča optične povezave oddaljenih lokacij zavodov in podjetij do uličnih vozlišč. V uličnih vozliščih se prenos podatkov združi in usmeri do agregacijskih vozlišč z večjo hitrostjo. Na drugi strani povezave sta nameščeni agregacijski vozlišči v dveh podatkovnih centrih kot prikazuje slika 2.

Na mestna vozlišča se preko optičnih vodov priključujejo tudi brezžične točke dostopa. Brezžično omrežje omogoča uporabo storitev tako za javne zavode in podjetja, kot tudi storitve za občane in obiskovalce mesta Ljubljana.

Infrastruktura omrežja je razdeljena na dve ključni komponenti, ki sta nakazani na sliki 2:

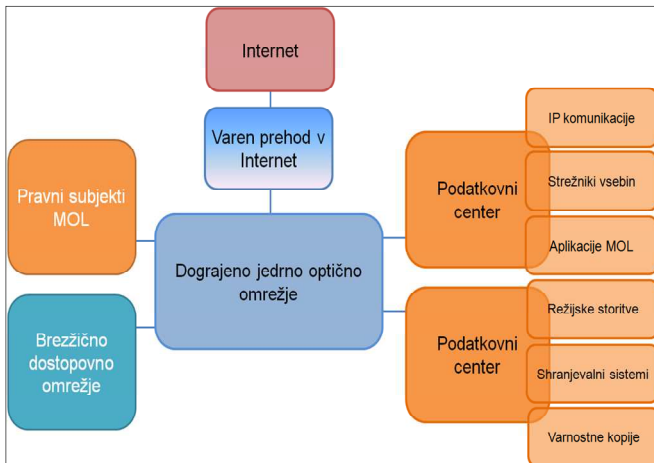
- Omrežje MAN, ki se razprostira po celotnem mestu in je odvisno od lokacije javnega zavoda ali podjetja ter lokacije uličnega vozlišča.
- Dva podatkovna centra, ki vsebujeta skupno komunikacijsko in strežniško infrastrukturo.



Slika 2: Omrežje MAN

V celotno infrastrukturo omrežja je vključena še povezljivost do ponudnika storitev omrežja. Vsi elementi infrastrukture so predstavljeni na sliki 3.

Preko jedrnega optičnega omrežja se vzpostavljajo povezave javnih zavodov in podjetij do storitev v obeh podatkovnih centrih ali do omrežja Internet. Podatkovna centra (DC) z redundantno konfiguracijo zagotavljata visoko stopnjo delovanja storitev za uporabnike. DC sta postavljena na dveh geografsko ločenih lokacijah in tako omogočata visoko zanesljivost delovanja, visoko izkoriščenost virov in nizko porabo energije.



Slika 3: Infrastruktura omrežja

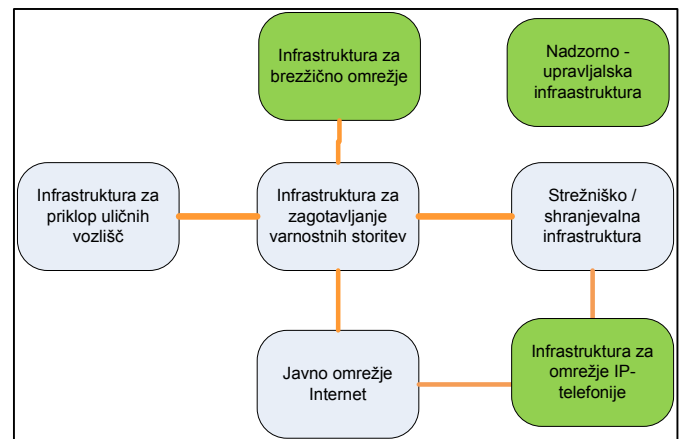
Prve storitve, ki se že izvajajo v obeh podatkovnih centrih za potrebe mesta Ljubljane, so:

- Skupna IP telefonija za javna podjetja in zavode
- Skupna strežniška infrastruktura za javna podjetja in zavode
- Skupna infrastruktura za storitve brezžičnega omrežja
- Centralni sistemi za zagotavljanje varnosti med različnimi javnimi zavodi in podjetji
- Centralizirano upravljanje strežniške in omrežne infrastrukture.

S konsolidacijo virov in premestitvijo le-teh v podatkovna centra so javni zavodi in podjetja bistveno pridobila pri izkoriščanju svojih računalniških in človeških virov. Projekt je v osnovi zasnovan na javno-zasebnem partnerstvu, kjer zasebni partner postavi in skrbi za vire v podatkovnih centrih, javni partner (MOL) pa se osredotoči na storitve, ki so povezane z delovanjem mesta in njegovih javnih zavodov in podjetij, ter jih izvaja na infrastrukturi, ki jo ponuja podatkovni center in omrežna infrastruktura.

V. PODATKOVNI CENTER

Podatkovni center je v primeru mesta Ljubljane razdeljen na dva dela, zato tudi govorimo o dveh podatkovnih centrih. Oba podatkovna centra delujeta kot celota, kar pomeni, da se storitve izvajajo v obeh centrih oziroma *active-active*. Storitve se glede na trenutno potrebo po virih porazdelijo med obema podatkovnima centroma. Podatkovna centra se nahajata na dveh fizično ločenih lokacijah znotraj mesta Ljubljane. Eden je v centru mesta, drugi pa na obrobju. S tako postavitvijo smo želeli doseči visoko stopnjo delovanja storitev podatkovnega centra. V primeru odpovedi posamezne komponente ali celotne infrastrukture na posamezni lokaciji se storitve samodejno prenesejo na delujoč podatkovni center. Podatkovna centra sta povezana z optičnimi povezavami, ki potekajo preko dveh različnih tras, kar zagotavlja redundantnost tudi na povezovalnem segmentu. Skupna kapaciteta optičnih povezav med podatkovnima centroma dosega nekaj 100Gb/s. S tako prepustnostjo zagotavljamo, da se podatki v podatkovnih centrih prenašajo z minimalnimi zakasnitvami, ne glede na lokacijo storitve in naprav, ki si podatke izmenjujejo. Posamezen podatkovni center je sestavljen iz blokov, ki so predstavljeni na sliki 4.



Slika 4: Infrastrukturni bloki podatkovnega centra

Vhodni blok v podatkovni center se neposredno povezuje z uličnimi vozlišči in v prvi meri zagotavlja povezljivost oddaljenih uporabnikov do podatkovnega centra. Zaradi statistično porazdeljenega prometa je v tem bloku poskrbljeno za ustrezno zagotavljanje kvalitete storitev proti uporabnikom. Na tem nivoju so uporabniki med seboj tudi varnostno ločeni.

Infrastrukturni blok z varnostnimi napravami in storitvami zagotavlja dodatne varnostne mehanizme. Tu se izvajajo različni nivoji varnostnega preverjanja. Vsaka organizacijska enota je tako s svojimi pravili in storitvami ustrezno ločena. Vsaka organizacijska enota ima tudi možnost vpogleda v svoje nastavitve. V tem delu omrežja želimo z varnostnimi storitvami varovati tako strežniško infrastrukturo s strani uporabnikov, kot tudi celotni podatkovni center s strani omrežja Internet.

Brez strežniške in shranjevalne infrastrukture ne bi mogli zagotoviti storitev, ki jih mesto Ljubljana v okviru izgradnje projekta želi izvesti. Infrastruktura vsebuje zmogljive in enostavno razširljive komponente, kakršne sodoben podatkovni center tudi potrebuje.

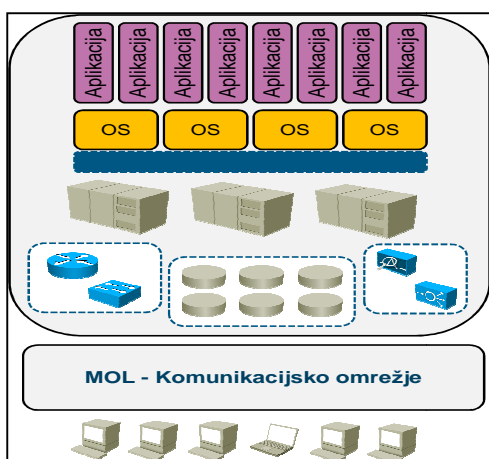
Z navedenimi gradniki in minimalnimi dodatnimi elementi smo vzpostavili dodatne storitve, ki so za mesto Ljubljana najpomembnejše. Za javne zavode in podjetja se je tako vzpostavila storitev IP-telefonije. S tem je mesto konsolidiralo vse svoje telefonske centrale, ki so predhodno bile različnih proizvajalcev, obenem pa se je poenostavilo tudi vzdrževanje telefonskih linij. IP-telefoni za svoje delovanje ne potrebujejo ločene infrastrukture, temveč lahko delujejo na že vzpostavljeni računalniški infrastrukturi.

Mesto bo občanom ponudilo brezžičen dostop do storitev mesta Ljubljane, kot tudi do storitev omrežja Internet. Z dodatnimi storitvami, ki so še v načrtu, bo brezžično omrežje omogočilo, da bo mesto Ljubljana postalo sodobno digitalno mesto.

Za javna podjetja in zavode pa se bodo razvijale storitve, ki bodo izkoriščale vire podatkovnega centra in tako zviševale redundanco ali kakovost storitev posameznih organov. Primeri uporabe takih storitev so:

- Konsolidacija in virtualizacija strežnikov
- Optimiziranje namizij
- Izvajanje varnostnih kopij podatkov za strežnike in delovne postaje.

Infrastruktura podatkovnega centra je zasnovana tako, da lahko zagotovi izvajanje zgoraj omenjenih storitev in je predstavljena na sliki 5.



Slika 5: Infrastruktura podatkovnega centra

Mesto Ljubljana lahko z gradniki rešitve svojim organom ponudi samo določene vire podatkovnega centra ali pa že izdelano storitev kot na primer skupni poštni strežniki ali navidezna namizja. Sistem omogoča, da v okviru izvedenih storitev vsak organ glede na svoje potrebe preko portala izbere vire, ki so na voljo:

- Razne strežnike z instaliranim Operacijskim sistemom
- Izvajanje storitev shranjevanja, visoke zanesljivosti v realnem času ipd.
- Ali spremembo nastavitve za posamezen strežnik:
 - Hitrost CPU (GHz)
 - Količina delovnega pomnilnika
 - Količina diskovnega pomnilnika.

Mesto svojim uporabnikom na tej infrastrukturi omogoča tudi upravljanje virov oddaljene lokacije. Ta rešitev je primerna za manjše enote, ki se osredotočajo na svoje delo in za vzdrževanje uporabljajo zunanje vire. Storitve tako prinaša naslednje prednosti:

- Konsolidacija in centralizacija delovnih postaj

- Enostavna in standardna oprema za oddaljene pisarne
- Zmanjšanje stroškov za zunanje vire
- Povečanje učinkovitosti dela
- Avtomatizacija upravljanja in samopostrežbe.

VI. ZAKLJUČEK

Mestna omrežja z osnovne komunalne infrastrukture prehajajo v sodobna mesta, kjer ima glavno vlogo digitalna infrastruktura. Mesto Ljubljana želi s povezovanjem svojih lokacij v prvi meri vzpostaviti širokopasovno povezavo za trenutne in bodoče zahteve svojih zavodov in podjetij.

Z razpredeno komunikacijsko infrastrukturo in izgradnjo dveh podatkovnih centrov bo svojim organizacijam lahko ponudila skupne vire, ki bodo pripomogli k hitrejšemu razvoju storitev. Porazdeljena strežniška infrastruktura in njena čedalje večja kompleksnost namreč ne omogoča hitrega razvoja. S poenotenim podatkovnim centrom in storitvami, ki omogočajo fleksibilno in hitro izbiranje virov, se organizacije lažje posvetijo svojemu osnovnemu delu, kompleksen nadzor in upravljanje pa prepustijo strokovnjakom iz zasebnih podjetij. Projekt je namreč zasnovan kot javno-zasebno partnerstvo, v katerem zasebni partnerji poskrbijo za ustrezno infrastrukturo in njeno delovanje, javni partner pa je osredotočen na storitve in njihovo izvedbo.

Prvi primeri uporabe so že izvedeni s poenotenjem telefonske in strežniške infrastrukture. Fleksibilna infrastruktura v podatkovnih centrih omogoča dodeljevanje virov različnim organizacijam, obenem pa še vedno zagotavlja njihovo avtonomnost oziroma zasebnost do drugih zavodov ali podjetij v lasti mesta Ljubljana.

Sodobno omrežje mesta Ljubljane ne zagotavlja veliko prednosti le za organizacijo mesta, temveč bodo z novo infrastrukturo pridobili tudi občani in obiskovalci mesta, saj na tej infrastrukturi poteka tudi brezžično omrežje.



Mag. Damijan Markovič je diplomiral in magistriral iz računalništva na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani. Od leta 1995 je zaposlen v podjetju NIL, podatkovne komunikacije d.o.o., kjer kot izkušen inženir svetuje, načrtuje in postavlja omrežja za večja in manjša podjetja, tako v Sloveniji kot v tujini. Svoje izkušnje podaja kot inštruktor za napredne tehnologije, svoje znanje pa uporablja tudi pri razvoju tečajev za podjetje Cisco. Je nosilec nazivov CCIE (*Cisco Certified Internetwork Expert*) in CCSI (*Cisco Certified System Instructor*).

eCall – ne samo klic v sili

Boštjan Tavčar, Uprava RS za zaščito in reševanje, Ljubljana

Povzetek — Članek opisuje storitev samodejnega klica v sili eCall. Vsa nova vozila v Evropski zvezi po letu 2015 bodo morala biti opremljena z napravo, ki bo v primeru nesreče samodejno posredovala klic v sili. Storitve eCall je lahko osnova ali dopolnitev številnim storitvam za zagotavljanje večje človeške varnosti v okviru pametnih mest. Pogoj za to ni le tehnološko dobro razvito pametno mesto temveč svobodno in vsem dosegljivo internetno omrežje.

Ključne besede — eCall, 112, SMS112, klic v sili

Abstract — The article describes an automated emergency call, eCall. All new vehicles in the European Union, after 2015, will have to be equipped with a device, which will automatically transmit an emergency call in the case of an accident. eCall can also be a base or complement of a variety of services to ensure greater human security in the context of smart cities. The condition is not only technologically advanced smart city but also free Internet network which will be accessible to everyone.

Keywords — eCall, 112, SMS112, emergency call

I. UVOD

Zamisel, da bi v Evropi uvedli enotno številko za klic v sili, je bila prvič uradno predstavljena v priporočilih Evropske konference za pošto in telekomunikacije leta 1976. Temelj za njeno uvedbo je bila odločitev Ministrskega sveta Evropske zveze leta 1991 (Council Decision of 29 July 1991 on the introduction of single European emergency call number – 91/396/EEC). Enotna številka za klic v sili 112 je bila uzakonjena leta 1998 z direktivo Evropskega parlamenta št. 98/10/EC. V Sloveniji smo jo uvedli v drugi polovici leta 1997, kot druga država v Evropi. Sprva je bila namenjena le govornim klicem v sili, s časom pa se je razširil obseg njenih storitev. Poleg prikaza mesta kličočega je bila uvedena tudi možnost besedilnih klicev prek WAP112 ali SMS112. Poleg samodejnega klica v sili iz vozil eCall je v načrtu tudi video klic v sili.

II. KLIC V SILI IZ AVTOMOBILOV eCALL

V poročilu i2010 - Evropska informacijska družba za rast in zaposlovanje, Evropska komisija predstavlja svojo strategijo informacijske družbe do leta 2010. Pobuda i2010 poudarja pomembnost prometnega sektorja, ki predstavlja 10% evropskega bruto domačega proizvoda in ima pomemben vpliv na zaposlitev. Varen in učinkovit promet ter njegove storitve so bistvene za doseganju lizbonskih ciljev za rast in delovna mesta. Za pomoč pri napredku za doseg teh ciljev je Evropska komisija dala pomembno pobudo za razvoj inteligentnih avtomobilov. Sistem eCall, vseevropski klic v sili iz vozil, je prvi korak k razvoju inteligentnih avtomobilov. Od sprejetja prvega sporočila eSafety je bil dosežen velik napredek pri razvoju tehnologij e-varnosti. Razvitih je bilo tudi veliko sistemov in storitev, ki so že pripravljene za praktično uporabo. Eden takšnih sistemov je sistem za vseevropski klic v sili iz vozil, imenovan eCall.

Sistem omogoča samodejno in ročno sproženje klicev v primeru nesreče. Ob klicu se vzpostavi povezava prek omrežja najbližjega operaterja mobilne telefonije, ki se

zaključi v službi za sprejem klicev v sili. Prek govornega kanala se najprej prenesejo podatki o stanju vozila, lokaciji vozila, podatki o trku in podobno, takoj za tem pa se vzpostavi govorna povezava z operaterjem za sprejem klicev v sili.

III. OPIS TEHNOLOGIJE eCALL

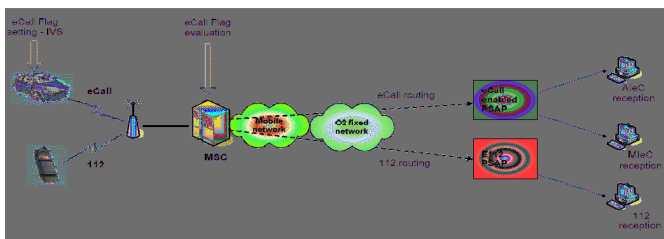
A. Naprava v vozilu

Predvidena je uporaba tovarniško vgrajenih naprav v novih vozilih in naprav, ki se jih bo dalo naknadno vgraditi v starejša vozila. Tovarniško vgrajene naprave imajo poleg centralno procesnega dela tudi sprejemnik GPS in modul GSM. Naprave za naknadno vgradnjo imajo poleg centralno procesnega dela še modul Bluetooth, prek katerega se povežejo s pametnim telefonom, ki ga uporabljajo za sprejem podatkov o lokaciji in za prenos klica v sili. Oba tipa naprav je potrebno povezati na (controller area network) podatkovno vodilo CAN v vozilu, prek katerega sprejemajo podatke iz senzorjev za nadzor zračnih blazin. Na podlagi podatkov iz teh senzorjev naprava izračunava pojemke hitrosti v smeri in pravokotno na smer vožnje vozila. S primerjavo tako izračunanih podatkov z referenčnimi vrednostmi se odloča, kdaj sprožiti klic v sili. Naprava mora biti odporna na udarce in mora imeti lasten rezervni vir napajanja. Omenjeni zahtevi je pri napravah za naknadno vgradnjo težko zagotoviti, saj so odvisne od delovanja voznikovega mobilnega telefona.

Določen je tudi minimalni nabor podatkov MSD, ki jih mora naprava posredovati ob klicu v sili: tip vozila, proizvajalec in vrsta vozila, telefonska številka za naprave, ki imajo SIM kartico, lokacija, zadnja smer vožnje, vzrok aktiviranja naprave, čas aktiviranja naprave...

B. Prenos klica v sili eCall

Pri standardizaciji klica v sili eCall so proučevali različne možnosti prenosa klicev tako s stališča razpoložljivih telekomunikacijskih omrežij kot tudi s stališča uporabe tehničnih rešitev v posameznih omrežjih. Storitve klica v sili na številko 112 je od leta 1998 opredeljena kot univerzalna storitev, ki jo morajo brezplačno zagotavljati vsi operaterji mobilne telefonije. Logična izbira je bila, da se eCall vpelje kot dodatna storitev obstoječega klica v sili na številko 112 pri čemer se uporabijo iste prenosne poti. Nekaj več dilem je bilo, katere mehanizme uporabiti za prenos podatkov. V omrežjih mobilnih operaterjev lahko uporabimo storitev kratkih sporočil SMS, storitev prenosa podatkov GPRS ali pa podatke preprosto prenesemo po obstoječem govornem kanalu.



Slika 1: Prenos klica v sili eCall (© Heero)

V zvezi s tem vprašanjem je svoje mnenje podalo tudi interesno združenje GSM Evrope, European Interest Group. GSM Evrope v svojem mnenju kot najprimernejši mehanizem za prenos podatkov zagovarja prenos prek obstoječega govornega kanala z uporabo modema. Prenos v obliki SMS sporočil se jim ne zdi primeren iz naslednjih razlogov:

- težko je zagotoviti korelacijo med govornim klicem in SMS sporočilom,
- SMS storitev ne deluje v realnem času, medtem ko je storitev eCall storitev v realnem času,
- ni zagotovil, da bo SMS storitev v prihodnosti še podprta, saj jo lahko nadomesti kakšna druga naprednejša storitev,
- SMS storitev zahteva uporabo SIM kartice v napravi, medtem ko je zgolj klic v sili prek govornega kanala možno sprožiti tudi brez uporabe SIM kartice

Iz tehničnega stališča je boljši prenos podatkov prek GPRS. Težava v tem primeru je, da ni mogoče zagotoviti prenosa prek omrežij tistih operaterjev, ki ne podpirajo tehnologije prenosa podatkov GPRS.

Na koncu je bila sprejeta odločitev, da se uporablja izključno prenos prek govornega kanala na način, da se v začetnem delu klica modemska prenese podatke, za tem pa se vzpostavi govorni klic.

IV. SLOVENSKI PREDLOG REŠITVE eCALL

Slovenski predlog rešitve eCall poleg standardnih možnosti in storitev predvideva možnost prepoznave jezika in rešitev čezmejnega usmerjanja klicev v sili eCall.



Slika 2: Predlagana konfiguracija za eCall (© Iskra Tel)

Konfiguracija predlagane rešitve predvideva postavitve ePSAP (enhance public-safety answering point). Ta vsebuje poseben modul za prepoznavo jezika. Na podlagi podatka o jeziku se ePASP odloči, kam bo posredoval klic v sili.

Drug pomemben dodatek je odprti API (application programming interface), ki omogoča posredovanje podatkov

klica v sili eCall tretjim službam. Prek tega vmesnika je predvideno tudi preusmerjanje klicev na obmejnih območjih. Pogosti so primeri, ko se na obmejnem območju eCall naprava poveže v omrežje operaterja v sosednji državi. V naši rešitvi je predvideno, da iz poznane lokacije vozila ePASP tovrstne klice samodejno preusmeri v državo iz katere je klic prišel. To odločilno prispeva k skrajšanju časa aktiviranja reševalnih enot.

V. VIZIJA eCALL – KOT NE SAMO KLICA V SILI

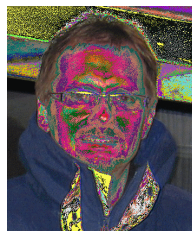
Storitev eCall ni samo ena od storitev klica v sili, temveč je lahko osnova ali dopolnitev številnim storitvam za zagotavljanje večje človeške varnosti v pametnih mestih. Podatke, ki jih sistem eCall pošlje ob nesreči, lahko poleg reševalnih služb uporabijo tudi druge službe, ki so neposredno ali posredno povezane s prometom in varnostjo v prometu. Na podlagi podatka o nesreči služba za upravljanje s prometom pravočasno preusmeri promet na obvozne ceste. Vlečna služba poskrbi za čim hitrejši odvoz vozila. Policija poskrbi za zavarovanje mesta nesreče...

Podatke je mogoče uporabiti tudi za obveščanje ljudi o potencialno nevarnih cestnih odsekih, za hitro obveščanje svojcev v primeru nesreče njihovih najbližjih, za obveščanje družinskih zdravnikov o nesrečah ljudi s specifičnimi zdravstvenimi težavami...

Možnosti uporabe podatkov iz sistema eCall je veliko. Cilj je, da se jih koristno uporabi v čim več javnih storitvah z namenom zagotavljanja večje človeške varnosti. Pogoj za to ni zgolj tehnološko dobro razvito pametno mesto temveč svobodno in vsem dosegljivo internetno omrežje. To pa je že druga zgodba.

LITERATURA

- [1] Usmerjanje sistema za klic v sili (eCall) na pravo pot – akcijski načrt (Tretje sporočilo o varnosti vozil (eSafety)), COM(2006) 723 končni, Bruselj, 23. 11. 2006
- [2] Heero, D2.5 Manuals for operators' training, Version 1.1, 30. 9. 2011
- [3] Heero, D2.3 Implementation plan, Version 1.0, 30. 4. 2011
- [4] GSM Association, GSM Europe response to the ETSI MSG liaison statement on eCall Data Transfer, 20. 6. 2007
- [5] eSafe Forum, Clarification Paper – EG.2 High level requirements for a eCall in-vehicle system Supplier perspective, Version 1.0
- [6] eCall, Position Paper – PSAP expert working group on PSAP eCall requirements, March 2006



Boštjan Tavčar je diplomiral na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani na univerzitetni smeri telekomunikacije. Od leta 1994 je zaposlen na Ministrstvu za obrambo, na Upravi Republike Slovenije za zaščito in reševanje, v zadnjih letih kot vodja Centra za obveščanje in alarmiranje. Skrbi za uveljavitev in razvoj enotne evropske številke za klic v sili 112. Je avtor aplikacije za klic v sili za gluhe in naglušne WAP112, za katero je Uprava RS za zaščito in reševanje v letu 2009 prejela mednarodno nagrado Evropskega združenja za klic v sili EENA. Boštjan Tavčar je predavatelj na Višji strokovni šoli za telekomunikacije, Šolskega centra za pošto ekonomijo in telekomunikacije v Ljubljani in avtor več strokovnih člankov s področja profesionalnih radijskih zvez in informacijskih sistemov.

IBM Smart Water Management

Gregor Lončar

Abstract – The world's water system is vulnerable. Essential for health, food, energy, manufacturing and transportation, the global water system is suffering from stress, deteriorating quality, aging and insufficient infrastructure. Managing this critical resource requires a smarter approach to deliver improved outcomes across the water management lifecycle. Using information and analytics, governments, cities, utilities and businesses must take immediate action to deploy a smarter approach to water management to solve the world's water crisis.

I. THE GLOBAL WATER SYSTEM IS ESSENTIAL FOR THE WORLD ECONOMY

The ability to effectively manage the world's water supply impacts almost every aspect of human life, from health and nourishment, to business and commerce, to energy and transportation. But the world's water system is rife with problems, including stress, declining water quality and an aging and insufficient infrastructure. With deteriorating resources and exponential growth in water demand, an alarming percentage of the world's water is going to waste. For example, nearly 35 percent of all the water used each year in agriculture is frivoted away by poor resource management.¹ And water leaks account for billions of lost liters per day. Without smarter water management, the ability of the water system to meet the critical needs of people and business will be compromised in virtually every country of the world.

A. *Water has a direct impact on health*

Access to safe drinking water is essential for health and is fundamental to the quality and productivity of a workforce. Poor water quality can make workers unproductive or even take them out of the workforce completely. The link between water and health is significant – more than 50 percent of the world's hospital beds are occupied by people suffering from water-related diseases, and 80 percent of diseases in developing countries are attributed to poor quality water.² Fixing water-quality problems will help improve individual health and, as resources are freed through smarter management, improve the functionality of health care systems.

B. *Water is key for food production*

Irrigated agriculture accounts for 80 percent of global water use and 40 percent of the world's food production.³ Food production yields are affected by declines in rainfall, and extreme wet and dry events can lead to crop failures.⁴ In 2012, for example, agriculture in the United States experienced the worst drought in a half-century, severely impacting crop production and costing billions of dollars in lost revenue from corn and soybean exports.⁵ As the world's population increases from today's 7 billion to an estimated 8 billion in 2025 and 9 billion by 2045, the demand for water will rise to satisfy increased demand for food, particularly as meat consumption in global diets increases – it takes 15,400 liters to produce a kilogram of beef compared to 1,300 liters for a kilogram of wheat.⁶ Over the next few decades, water scarcity will be the major constraint on food production as agriculture competes with increases in demand for water from urban and industrial uses.⁷ What happens in our food system also affects the water system – agriculture is a major source of water waste and pollution.⁸

C. *Water is essential for producing goods and services*

According to the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), US\$68 billion of the \$121 billion of economic activity generated by the water industry is provided as inputs to other activities.⁹ This underestimates the true value and importance of water in supporting economic activity as the price paid by users for water in many countries does not reflect the true cost of supply.¹⁰ Water is needed to produce a host of goods and services (see Figure 1).



Figure 1.

The average global water “footprint,” reflecting how much water is consumed daily, is 3,800 liters, with wide variations due to differences in consumption patterns and how efficiently water is used in production. For example, levels are relatively high in Bolivia (10,000 liters), Niger (9,600 liters) and the United States (7,800 liters). Usage is relatively low in such nations as the Democratic Republic of the Congo (1,500 liters). China and India are below the world average at almost 3,000 liters.¹¹ As the world’s population and incomes grow, so, too, will demand for the water to produce the goods and services needed to satisfy consumption and support economic activity and employment.

D. Energy and water are interdependent

The world’s energy system is heavily reliant on water. Energy accounts for 49 percent of total water used in the United States and 44 percent in the European Union (EU).¹² As energy needs grow, water consumption will increase accordingly. Compared to usage in 2000, the United States will require 165 percent more water by 2025, and the EU will need 130 percent more by 2030.¹³ Issues with water availability are already restricting energy production. Central and South China experienced severe drought in 2011 that resulted in power shortages.¹⁴ The severe drought in 2012 in the United States led to reliability problems and price increases for electric power in California.¹⁵ Energy also affects water quality. The U.S. oil and gas industry produces 60 million barrels of wastewater daily. In Africa, 260,000 barrels of oil spill into the Niger Delta every year.¹⁶ Concerns over the impact on water quality from hydraulic fracturing (“fracking”), used for extracting oil and gas, has led to increased regulation concerning disclosures of chemicals used, as well as its ban in many places, including South Africa, Australia and France.¹⁷ Considerable energy is required to extract, treat, distribute and heat water, as well as collect and treat wastewater.

E. Water affects transportation networks

Road and rail networks are becoming more vulnerable to flooding from storm surges, rainstorms and rising water tables. Transport infrastructure along coastal regions is at increasing risk from sea-level rises.¹⁸ At the other end of the spectrum, drought is pushing roads to their design limits and causing cracking, as well as restricting navigation channels in rivers.¹⁹ This damage to infrastructure leads to disruptions of services and higher transport costs, which have a significant negative impact on regional and national economies.²⁰

II. INTERRELATED CHALLENGES AND CRITICAL VULNERABILITIES

A. More people are living where supplies do not meet demand

Population growth and urbanization are driving a significant increase in water usage, while water availability is decreasing. Declining quality is adversely affecting supplies in many parts of the world.²¹ The intensity of water use is also rising – water use increased at twice the rate of population growth between 1900 and 1995.²² Water stress – when demand exceeds water available – is a global issue that affects all regions (see Figure 2). Water stress creates further negative impacts on quantity and quality of water.²³ Water stress problems will become even more pervasive as the number of people living in areas of severe water stress increases. Between 2005 and 2030, this number is expected to have increased by almost 40 percent, from 2.8 billion people to 3.9 billion.²⁴

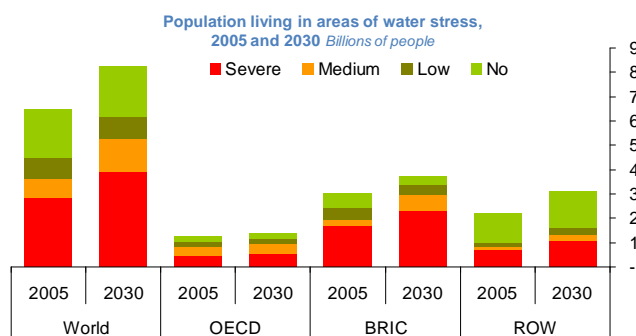


Figure 2

B. Insufficient and aging water infrastructure is widespread

Issues with water infrastructure are almost universal. In the United Kingdom, 3.4 billion liters of water are lost daily through leakage.²⁵ In Mumbai, India, 700 million liters of water are lost daily through leakages and illegal connections. The average leakage rate in Latin American cities is 35 percent. An average leakage rate of over 20 percent has been reported in more than 400 cities in China.²⁶ Inadequate water and sewage treatment facilities put more than half of Brazil's cities at risk of water shortages by 2015.²⁷ Enhancing and expanding infrastructure is costly. It is estimated that between 2011 and 2025, US\$1 trillion is required to fix aging water infrastructure problems in the United States, where, for example, 5,365 dams will have exceeded their design life by 2015.²⁸

China is planning to invest \$128 billion by 2015 to address inadequate water infrastructure. Financial constraints for many cities and regions mean massive investment on the scale required is not a viable option, and construction may not be able to keep pace with growth in emerging markets. Infrastructure issues impact water quality, as aging water or sewer pipes are more prone to failures that can contaminate water, and contribute to water stress through the inability to balance supply and demand, as well as worsening the impact of flooding.

C. Intense, frequent floods result in significant human and financial costs

Globally, between 1980 and mid-2012, more than 4,000 flood disasters affected 3.5 billion people, killed 6.9 million and caused US\$559 billion of damage.²⁹ As the hydrological cycle continues to intensify, more frequent and intense episodes of precipitation are anticipated. These episodes are likely to increase flooding and storm-water runoff, causing further human and financial losses.³⁰ By 2025, over half of the population in developing countries will be highly vulnerable to floods and storms.³¹ By 2050, the global population at risk from flooding will grow 33 percent, from 1.2 billion to 1.6 billion. By 2070, the value of flood-exposed economic assets in 136 major ports could reach 9 percent of global GDP.³² Flooding impacts water quality as surface contaminants enter water supplies, aquifers and storm-water runoffs.

D. Water quality and wastewater problems are worsening

Two million tons of sewage and industrial and agricultural waste are discharged into the world's water every day.³³ In the United States alone, sewer overflows discharge up to 850 billion gallons of wastewater annually.³⁴ Over 780 million people worldwide do not have access to safe water.³⁵ Issues with water quality have resulted in an increase of over 600 percent in the number of people using bottled water in urban areas to meet drinking water needs, from 26 million in 1990 to 192 million in 2010.³⁶ These problems are worsening.

The number of people without access to safe water is expected to rise to 2 billion by 2025, and as the world's urban population rises from 52 percent in 2011 to over 67 percent in 2050, this will exacerbate existing challenges managing urban water and wastewater.³⁷ Worsening water quality increases problems with water stress as poor quality reduces effective water supplies available for use.

E. The water industry is facing a skills crisis

All of the challenges and problems in the water system are compounded by the looming skills crisis in the water industry. Large numbers of older workers are retiring, and the industry is struggling to attract and retain younger workers. In the United States, for example, the average water utility worker is 44.7 years old and will retire at age 56 with 24 years experience with the same utility. In terms of scale, this is anticipated to lead to a loss of between 30 and 50 percent of the workforce by 2020.³⁸ Similar challenges exist in Australia, where a Water Industry Skills Taskforce was founded in 2008 to address the water sector skills shortage. To replace retirees in the Australian industry, 40,000 workers will need to be recruited by 2019 – half of the current 80,000-person workforce.³⁹ And in the United Kingdom, the Science and Technology Council called as far back as 2009 for the skills shortages in the water industry to be urgently addressed.⁴⁰

III. SMARTER WATER MANAGEMENT IS NEEDED TO ADDRESS THE CHALLENGES

Smarter water management is instrumented, interconnected and intelligent, using information and analytics to deliver improved outcomes across the water management lifecycle. Instrumented means fast, automated collation of information from varied sources to increase situational awareness. It also entails the merging of structured and unstructured data from multiple sources to create a holistic view of water systems at multiple scales. Interconnected means efficient information sharing to deliver a real-time common operating picture to drive more effective decision making and effective collaboration across services, agencies, suppliers and user communities. Intelligent means more comprehensive, timely information to improve planning, scheduling and tactical decision making, using predictive analytics and information mining to identify trends and hotspots, as well as specify preventative action.

A. Smarter water strategies enable effective supply and demand management

To address the challenge with water stress and optimize the balance between supply and demand, water consumption needs to be managed more effectively by users and supplies need to be better managed by utilities. Smarter water management enables this optimization by collecting data on water demand and supply from sensors and smart meter systems across utilities or industrial users' infrastructure and networks. This data can be analyzed and visualized in real-time to generate insight on water consumption behavior and supply conditions. Users can then use this insight to more effectively manage their demand, while utilities can more effectively control supply through better decisions about what, when and how much water to store, treat and distribute. It also enables improved collaboration and more coordinated management across multiple stakeholders by enabling them to access and share data on a single platform (see case study, Dubuque, IA). In Sonoma County, CA, for example, a near real-time operating picture is generated from data from meters in the distribution network and customer plant sites. A pilot collaboration platform analyzes the data to enable more informed decisions about storage, treatment and distribution and helps avoid mismanagement.⁴¹

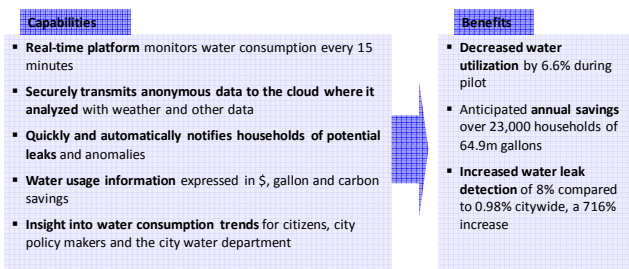
i. Case Study – Dubuque, IA.⁴²

- Real-time platform monitors water consumption every 15 minutes and securely transmits anonymous data to the cloud, where it analyzed with weather and other data.
- Quickly and automatically notifies households of potential leaks and anomalies and water usage information expressed in dollar, gallon and carbon savings to improve water conservation.
- Generates insight into water consumption trends for citizens, city policy makers and the city water department, to be used for short-term decisions and longer-term planning.
- Benefits generated included decreased water utilization by 6.6 percent during pilot and anticipated annual savings over 23,000 households of 64.9 million gallons, as well as increased water leak detection of 8 percent compared to 0.98 percent citywide, a 716 percent increase.

"...Our citizens now have access to real-time data, enabling them to alter their patterns of behavior, which will save them money and conserve a precious resource."

Roy D. Buol, Mayor of Dubuque

Dubuque, Iowa improves water conservation with a smarter system that provides deep insight on water consumption trends



"...Our citizens now have access to real-time data enabling them to alter their patterns of behavior, which will save them money and conserve a precious resource."

— Roy D. Buol, Mayor of Dubuque

Figure 3

B. Smarter water management helps utilities and businesses effectively manage infrastructure

Addressing issues with leakages and aging infrastructure requires greater visibility into what is happening across the water network. Sensors and devices continuously capture data on the age, location and condition of assets and water flows across utilities' and businesses' water infrastructure. The visualization and analysis of this data is used to generate alerts of actual or potential losses from leaks and aging equipment across the network.

Utilities can identify exactly where problems are occurring, quickly dispatch maintenance crews, understand how much work is required and what type of equipment is needed to save time and costs. This insight can also pinpoint where to target resources for preventative maintenance and repair to minimize serious and costly disruptions of service. Reducing leakage levels helps lower operating costs, such as for the energy used to pump, treat and pressurize water systems. It also reduces chemical treatment costs, and the need for costly construction projects. For example, Severn Trent Water, which provides services to 8.5 million people in the United Kingdom, has in place integrated asset management and human resources capabilities that have significantly increased first-time resolution rates for problems and lowered operating costs by predicting, planning and scheduling maintenance.⁴³

C. Smarter water management improves preparedness and response to flooding

Flooding cannot be avoided. However, the human and financial costs of flood events can be mitigated if flood defenses are managed more effectively through accurate early warning systems and alerts. Smarter water management means data can be collected in real-time from river systems, levees, sensors and weather systems, combined with historical data, and aggregated to generate a unified view of the physical infrastructure. Analytics and advanced weather simulation models can be applied to this data to monitor and predict water flows and floods, monitor emerging threats from flooding, and pinpoint with greater accuracy potential areas at risk (see case study, "Rio de Janeiro, Brazil").

This insight helps to provide early warnings, enable more targeted focus for emergency or disaster response and improve the coordination of emergency and disaster response agencies to better manage and respond to risks. It also helps optimize use of limited financial resources by identifying weak points of existing infrastructure so that investment can be targeted where it is needed most.

i. Case Study – Rio de Janeiro, Brazil⁴⁴

- Rio de Janeiro was the location of the biggest natural disaster in Brazil's history in 2010 when the city was devastated by severe floods and mudslides, which took hundreds of lives and left thousands homeless.
- Out of the need for improved emergency management and better weather prediction, the city established a state-of-the-art operations center that applies analytical models to more effectively predict and coordinate reaction to emergency incidents.
- The center integrates information and processes from across 30 different city agencies into a single operations

center that provides a holistic view of how the city is functioning on a constant basis.

- Implementation of a high-resolution weather-forecasting and hydrological modeling system can now predict heavy rains up to 48 hours in advance.
- An automated alert system is anticipated to drastically reduce the reaction times to emergency situations by using instantaneous mobile communications to reach emergency personnel and citizens, allowing for better management of emergency services and potentially saving lives.
- The center now has the capability to act as a nervous system for the entire city, managing traffic congestion, keeping a close eye on crime response and prevention, predicting brownouts in the power grid, and coordinating large-scale events to ensure public safety.

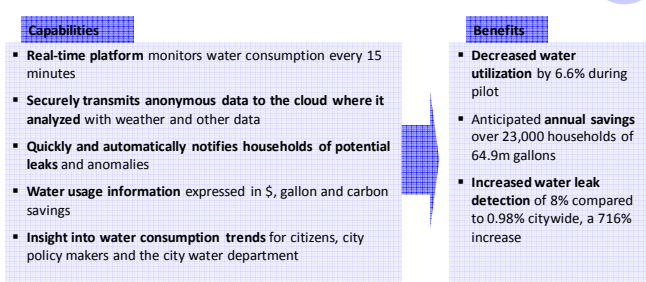
“In Rio de Janeiro, we are applying technology to benefit the population and effectively transitioning to a smarter city.”

Mayor of Rio de Janeiro Eduardo Paes

D. Smarter water management enhances the ability of utilities and industrial users to monitor and control water quality

Vast volumes of data about the status of water quality can be gathered across industrial or utility networks from measuring instruments in the watershed, treatment plants and testing equipment. This data can then be integrated with geographic data representations of topography, community boundaries, public infrastructure and population data. Analysis of this data through data visualization and scenario simulation tools enhances monitoring of water quality by generating a single, reliable and actionable geospatial view of water resources and management systems in real-time. Automated alerts enable industrial users or utilities to detect and pinpoint issues for more effective and rapid response to quality problems. This helps prevent water contamination and provides insights for long-term planning. Early intervention can thus help to reduced disease outbreaks related to waterborne contaminants and help utilities and industrial users comply with water quality regulation. Being able to access and share data on a single platform can also help to support improved collaboration around a broad range of activities across multiple stakeholders and provide citizens with public access to water management data stakeholders (see case study, Marine Institute, Ireland).

Dubuque, Iowa improves water conservation with a smarter system that provides deep insight on water consumption trends



“...Our citizens now have access to real-time data enabling them to alter their patterns of behavior, which will save them money and conserve a precious resource.”

— Roy D. Buol, Mayor of Dubuque

Figure 4

REFERENCES

- [1] Korsten, Peter and Christian Seider. “The world’s 4 trillion dollar challenge: Using a system-of-systems approach to build a smarter planet.” IBM Institute for Business Value. <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/html/ibv-smarter-planet-system-of-systems.html>
- [2] Corcoran, E., C. Nellemann, E. Baker, R. Bos, D. Osborn, H. Savelli. “Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment.” United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal. 2010. http://www.unep.org/pdf/SickWater_screen.pdf ; “The Future We Want: Water and Sanitation.” Rio+20 United Nations Conference on Sustainable Development. 2012. http://www.un.org/en/sustainablefuture/pdf/Rio+20_FS_Water.pdf
- [3] Hanjra, Munir A. and Qureshi, M. Ejaz. “Global water crisis and future food security in an era of climate change.” Elsevier Food Policy. 2010. http://bwl.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/lehstuhl_ind_en_uw/lehre/ss11/Sem_Yuri/Water-food.pdf
- [4] Ibid.
- [5] Hargreaves, Steve. “Drought may cost billions in U.S. food exports.” CNN Money. August 2, 2012. <http://money.cnn.com/2012/08/02/news/economy/drought-food-exports/index.htm>
- [6] World Population Prospects, the 2010 Revision. UN DESA: Population Division, Population Estimates and Projections Section. http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm; “Product Gallery”. Water Footprint Network. <http://www.waterfootprint.org/?page=files/productgallery>
- [7] Hwang, L., S. Waage, E. Stewart, J. Morrison, P.H. Gleick, M. Morikawa “At the Crest of a Wave: A Proactive Approach to Corporate Water Strategy.” Business for Social Responsibility and the Pacific Institute. September 2007. http://www.bsr.org/reports/BSR_Water-Trends.pdf
- [8] Hanjra, Munir A. and Qureshi, M. Ejaz. “Global water crisis and future food security in an era of climate change.” Elsevier Food Policy. 2010. http://bwl.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/lehstuhl_ind_en_uw/lehre/ss11/Sem_Yuri/Water-food.pdf “Agriculture: Biggest Polluter” Dim Sums. 17 February, 2010. <http://dimsums.blogspot.ie/2010/02/agriculture-biggest-polluter.html> ; “National water quality inventory: 2000 Report to Congress.” US Environmental Protection Agency. 2002. <http://www.epa.gov/305b/2000report/>
- [9] IBM Institute for Business Value calculations based on data from OECD.Stat Input-Output database. http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=STAN_IO_TOT_DOM_IMP
- [10] Thebaut, J., and E. Webb “A Water Strategy for the United States.” American Water Resources Association. January 2009. <http://awramedia.org/mainblog/2009/01/09/water-strategy-for-the-usa-op-ed-by-jim-thebaut-and-erik-webb/>; Brown, J. “Water service subsidies and the poor: a case study of Greater Nelspruit Utility Company, Mbombela municipality, South Africa.” Manchester, UK, Center for Regulation and Competition Working Paper, No. 112, 80 pp. 2005. <http://www.dfid.gov.uk/r4d/Output/173645/Default.aspx>
- [11] Based on IBV calculations from data in: Hoekstra, A.Y., and M.M. Mekonnen. “The water footprint of humanity” Proceedings of the National Academy of Sciences. 109. (9): pp. 3232–3237. 2012. <http://www.pnas.org/content/early/2012/02/06/1109936109.full.pdf?wih-ds=yes>
- [12] “Thermoelectric Power Water Use.” USGS. <http://ga.water.usgs.gov/edu/wupt.html>; “Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought.” European Environment Agency Report No 2. 2009. <http://www.eea.europa.eu/publications/water-resources-across-europe/view> (accessed on 13th August, 2012).
- [13] “World Economic Forum Water Initiative: Managing Our Future Water Needs for Agriculture, Industry, Human Health and the Environment.” World Economic Forum. 2009. <http://www.scribd.com/doc/22593374/World-Economic-Forum-Water-Initiative-Managing-Our-Future-Water-Needs-for-Agriculture-Industry-Human-Health-and-the-Environment>
- [14] Tan Zongyang and Zhang Yue. “Hydropower running out of steam due to drought.” China Daily. May 25, 2011. http://europe.chinadaily.com.cn/china/2011-05/25/content_12575531.htm
- [15] Webber, Michael E. “Will Drought Cause the Next Blackout?” The New York Times. July 23, 2012.

- <http://www.nytimes.com/2012/07/24/opinion/will-drought-cause-the-next-blackout.html>
- [16] Kemp, John. "Waste Water: America's Hidden 60 Million Barrel A Day Industry." Huffington Post. January 16, 2012. http://www.huffingtonpost.com/2012/01/16/waste-water-barrel_n_1208587.html; Nossiter, Adam. "Far From Gulf, a Spill Scourge 5 Decades Old." The New York Times. June 16, 2010. <http://www.nytimes.com/2010/06/17/world/africa/17nigeria.html>
- [17] France-Presse, Agence. «U.S. proposes more fracking disclosure.» Mother Nature Network. May 4, 2012. <http://www.mnn.com/earth-matters/wilderness-resources/stories/us-proposes-more-fracking-disclosure>; Agbroko, Ruona. "S.Africa imposes "fracking" moratorium in Karoo." Reuters. April 21, 2011. <http://www.reuters.com/article/2011/04/21/us-safrica-fracking-idUSTRE73K45620110421>; Evans, Damon. "Fracking ban extended in New South Wales." Petroleum Economist. December 5, 2011. <http://www.petroleum-economist.com/Article/2944756/Unconventional/Fracking-ban-extended-in-New-South-Wales.html>; Patel, Tara. "France-vote-outlaws-fracking-shale-for-natural-gas-oil-extraction." Bloomberg. June 1, 2011. <http://www.bloomberg.com/news/2011-07-01/france-vote-outlaws-fracking-shale-for-natural-gas-oil-extraction.html>
- [18] Titus, J.G. "Regional effects of sea level rise." in R.A. Warrick et al., Climate and Sea Level Change: Observations, Projections and Implications, Cambridge University Press, pp. 395–400. 1993; Titus, J. "Does Sea Level Rise Matter to Transportation Along the Atlantic Coast?" Presented at The Potential Impacts of Climate Change on Transportation Workshop, 2002. <http://climate.dot.gov/documents/workshop1002/titus.pdf>; "Potential Impacts of Climate Change on U.S. Transportation." National Research Council. Transportation Research Board special report 290. Transportation Research Board, Washington, DC. 2008. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr290.pdf>
- [19] Wald, Matthew L. and Schwartz, John. "Weather Extremes Leave Parts of U.S. Grid Buckling." The New York Times. July 25, 2012. www.nytimes.com/2012/07/26/us/rise-in-weather-extremes-threatens-infrastructure.html?ref=earth; "Water transportation economist discusses drought's impact on river shipping." UMSL Daily. August 5th, 2012. <http://blogs.umsl.edu/news/2012/08/05/river-shiping/>
- [20] "What are the consequences of floods?" Queensland Government: Office of the Queensland Chief Scientist. August 3, 2012. <http://www.chiefscientist.qld.gov.au/publications/understanding-floods/consequences.aspx>
- [21] "Water- a shared responsibility." The United Nations World Development Report 2. 2006. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001454/145405E.pdf>;
- [22] "The State of the Environment; Freshwater. GEO-2000: Global Environment Outlook." United Nations Environment Programme. 1999.
- [23] Water stress causes deterioration of fresh water resources both in terms of quantity due, for example, to aquifer over-exploitation, dry rivers, etc., as well as in terms of quality due, for example, to eutrophication, organic matter pollution and saline intrusion. See European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu/themes/water/wise-help-centre/glossary-definitions/water-stress>
- [24] "OECD Environmental Outlook to 2030." OECD. 2008
- [25] Hennessy, Mark. "Fears UK hosepipe ban to be extended." Irish Times. April 6, 2012. <http://www.irishtimes.com/newspaper/world/2012/0406/1224314435450.html>
- [26] "Latin American Green City Index: Assessing the environmental performance of Latin America's major cities." Siemens. 2010. http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_latam_en.pdf; Zhang, Yue and Zheng, Xingcan. "The Status and Challenges of Water Infrastructure Development in China." 2008 <http://www.ecowaterinfra.org/knowledgebox/documents/China%20-%20country%20report%20by%20Zheng.pdf>
- [27] Hornby, C. "Brazil needs \$42 billion of water and waste investment by 2015." The Sign Post. March 23, 2011. <http://blogs.terrapinn.com/investment/2011/03/23/brazil-42-billion-water-waste-investment-2015>
- [28] "Buried No Longer: Confronting America's Water infrastructure Challenge." American Water Works Association. 2012. <http://www.awwa.org/files/GovtPublicAffairs/GADocuments/BuriedNoLongerCompleteFinal.pdf>; "2009 Report Card for America's Infrastructure." American Society of Civil Engineers. 2009.
- [29] IBM Institute for Business Value calculations based on data in "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium." www.em-dat.net
- [30] Huntington, T. G. "Evidence for Intensification of the Global Water Cycle: Review and Synthesis." Journal of Hydrology. 2005. http://www.ic.usc.edu/~mdmccar/ocea213/readings/discuss_1_Oki_Huntington/Huntington_2006_JHydroL_Evidence_intensification_Hydrologic_cycle.pdf
- [31] "World Disasters Report 2000: Focus on Public Health." International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. 2000. <http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/WDR/9000-WDR2000.pdf>
- [32] "Water Outlook to 2050: The OECD calls for early and strategic action." Global Water Forum. May 21, 2012. <http://www.globalwaterforum.org/2012/05/21/water-outlook-to-2050-the-oecd-calls-for-early-and-strategic-action/>; Nicholls, R.J., S. Hanson, C. Herweijer, N. Patmore, S. Hallegatte, Jan Corfee-Morlot, Jean Chateau, and R. Muir-Wood. "Ranking of the world's cities most exposed to coastal flooding today and in the future." OECD. 2007.
- [33] "Water for People. Water for Life." The United Nations World Water Development Report. 2003. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf>
- [34] "Report to Congress: Impacts and Control of CSOs and SSOs." Environmental Protection Agency, 2004. http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy_report2004.cfm. While Environmental Protection policy aimed at reducing these overflows has been in place since 1994, virtually all combined sewer systems continue to overflow when it rains heavily. See "Testing the waters: 22nd Edition." National Resources Development Council. 2012. <http://www.nrdc.org/water/oceans/tw/tw2012-Sources.pdf>
- [35] "Progress on Drinking Water and Sanitation 2012." UNICEF and World Health Organization. 2012. <http://www.unicef.org/media/files/JMPreport2012.pdf>
- [36] IBM Institute for Business Value calculations based on data in "Progress on Drinking Water and Sanitation 2012." UNICEF and World Health Organization. 2012. <http://www.unicef.org/media/files/JMPreport2012.pdf>
- [37] UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs "Water Scarcity and Humanitarian Action: Key Emerging Trends and Challenges." OCHA Occasional Policy Briefing Series – No. 4. September 2010; Urbanization in developing countries will increase rapidly from 45.3% in 2010 to 67% in 2050. Developed countries will see a smaller increase from 73.1% to 86% over the same period. See 2011 Revision of World Urbanization Prospects. United Nations. <http://ochanet.unocha.org/p/Documents/OCHA%20CPB%20Water%20%2011Nov10%20fnl.pdf>
- [38] Olstein, Myron. Marden, David L. Voeller, John G. and Jennings, Jason D. "Succession Planning for a Vital Workforce in the Information Age." American Water Works Association. October 31, 2005.
- [39] IBV Calculations based on data from Working in Australia. "Severe skills shortage in the water industry." October 22, 2009. <http://www.workingin-australia.com/news/31175/severe-skills-shortage-in-the-water-industry>.
- [40] UK Council for Science and Technology. "Improving innovation in the water industry: 21st century challenges and opportunities." <http://www.bis.gov.uk/assets/cst/docs/files/whats-new/09-1632-improving-innovation-water-industry>
- [41] "IBM Aims to Help Alleviate Water Shortages in Northern California's Wine Country: First IBM Project in the U.S. to Address Severe Drought." IBM. June 25, 2010. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/31995.wss>
- [42] "City of Dubuque, Iowa: A US city alerts citizens to water waste, increases water leak detection and encourages water conservation by providing deep insight into water consumption trends through a solution that combines the power of cloud computing and analytics." IBM. October 18, 2011.
- [43] "Severn Trent Water launch transformation programme with IBM to achieve major cost savings." IBM. January 26, 2010. <http://www-03.ibm.com/press/uk/en/pressrelease/29268.wss> and http://www-935.ibm.com/services/uk/bcs/pdf/Severn_Trent_Water.pdf
- [44] "City of Rio de Janeiro and IBM Collaborate to Advance Emergency Response System; Access to Real-Time Information Empowers Citizens." IBM. November 9, 2011. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/35945.wss>
- [45] "Marine Institute Ireland: Putting real-time data to work and providing a platform for technology development." IBM. December 15, 2010.
- [46] "Drinking Water Infrastructure Needs Survey and Assessment." Environmental Protection Agency. 2012. <http://water.epa.gov/infrastructure/drinkingwater/dwns/index.cfm>

- [47] "Smarter Water Management." IBM.
http://www.ibm.com/smarterplanet/ie/en/water_management/ideas/index.html
- [48] Khoo, Teng Chye. "Singapore Water: Yesterday, Today and Tomorrow." 2009. Found in: A. K. Biswas, C. Tortajada & R. Izquierdo "Water Management in 2020 and Beyond." pp. 237–250.
<http://www.gewater.com/pdf/events/2009/used2useful/Singapore%20Water.pdf> (accessed September 7, 2012); "Water for All: Conserve. Value. Enjoy. Meeting our water needs for the next 50 years." Public Utility Board. 2010.
<http://www.pub.gov.sg/LongTermWaterPlans/index.html>, "Regional Water Knowledge Hub for Urban Water Management." Asia-Pacific Water Forum. May 18, 2009.
- [49] "Dublinked." www.dublinked.ie

Urbanost in SAP

mag. Tomaž Breznik, SAP Slovenija

Abstract – This article explains today cities, urban government challenges and tries to answer what makes a best run city. SAP has launched the SAP Urban Matters program, an initiative with the goal of helping cities and urban settlements to improve the lives of people and deliver better, more effective government.

Keywords – cities, urbanity, government, technology, information solutions, SAP

I. UVOD

V začetku dvajsetega stoletja sta živel na svetu malo več kot 2 milijardi ljudi, do leta 2012 se je to število povečalo na 7 milijard, do leta 2050 pa bo doseglo 9 milijard. Danes polovica svetovnega prebivalstva, 3,6 milijarde ljudi, živi v mestnih naseljih, do leta 2050 pa se bo to število povzpelo do 70%. Si lahko predstavljate prihodnost? Zaradi hitre urbanizacije, mesta in mestna naselja v Aziji, pacifiških državah, na Japonskem, v Latinski Ameriki in Afriki hitro rastejo in ustvarjajo izzive za mestne uprave. Mesta v Evropi in ZDA so bila do zdaj najkonkurenčnejša in najprimernejša za življenje ter se ne soočajo z enako rastjo, se pa soočajo z izzivi pri inovacijah, razvoju in konkurenčnosti v primerjavi z novo nastalimi mesti.

Tehnologija prodira in pospešuje spremembe po vsem svetu. Dejstvo je, da naš svet ne bi preživel brez tehnoloških inovacij, s pomočjo katerih se spopada z velikimi izzivi, s katerimi se soočamo. Naša mesta so tako v osrčju stalne tehnološke preobrazbe.

Zakaj je urbanost pomembna?

Mesta in mestna naselja so tista, kjer se naš planet sooča z največ izzivi: 120 najbolj konkurenčnih mest predstavlja kar 29% svetovnega BDP; mesta porabljajo tudi največ omejenih naravnih virov; mesta po vsem svetu tekmujejo med seboj v inovacijah, rasti in znanju. Prav tako ustvarjajo naša mesta najbolj zapletene človeške in tehnološke izzive. Urbanost je pomembna zato, ker imajo ravno ta okolja največji vpliv na izboljšanje sveta.

Kateri so največji izzivi urbanosti?

Obstaja veliko urbanih izzivov, med največjimi pa so zagotovo naslednji štiri [3]:

- Hitra urbanizacija – velika porast prebivalstva, pri čemer večina ljudi živi v obstoječih ali novih mestnih okoljih, predstavlja velik pritisk na javne ustanove, infrastrukturo, zdravje, oskrbovalna podjetja, preskrbo s hrano, porabo virov itd.
- Pametnejše gospodarstvo – ustvarjanje pravega mestnega okolja za inovacije, rast in blaginjo preko pametnejše rabe fizične infrastrukture, znanja, informacij, talentov in vodenja, razvijanje poslovnih in tržnih omrežij ter ustvarjanje podjetjem prijaznih smernic in vlagateljskih priložnosti.

- Trajnostna rast – Svetovni gospodarski forum je leta 2012 izdal poročilo (The Great Transformation: Shaping New Models), ki opozarja, da mora biti rast trajnostna in da se je treba izogibati resnim tveganjem iz preteklosti. Vložki za naš svet so danes bistveno večji kot nekoč. Nasloviti je potrebno pomanjkanje virov, povečati ekološko odgovornost, uvesti pametno tehnologijo in zmanjšati tveganja.
- Moč ljudi – naš planet poganjajo ljudje, zato je sposobnost premagovanja bodočih izzivov za planet odvisna od sposobnih, izobraženih, ustvarjalnih, svobodnih, vključenih, zanesljivih, zdravih in uspešnih ljudi. Vsi vemo, kakšno vlogo lahko igrajo ljudje pri zagotavljanju boljšega sveta, od posameznega genija pa do združene množice, ki postane nezaustavljiva sila sprememb.

Kaj naredi mesto najboljše?

Mesta so zelo zapletene entitete. Organizacija Economist Intelligence Unit je izdala poročilo o 120 najvišje uvrščenih mestih, pri čemer je upoštevala vrsto kazalnikov, na osnovi katerih so ugotavljali, katera mesta so najkonkurenčnejša oz. najboljše upravljana. V grobem lahko kazalnike razčlenimo na osem ključnih elementov [4]:

- Gospodarstvo – se ustvarja blaginja, rast, integracija trgov ter zmožnost delovanja in inovacij znotraj vseh industrijskih panog?
- Javne ustanove – so te pri vodenju učinkovite, stabilne, se spopadajo z transparentnimi izzivi kot je npr. uspešnost, odgovornost, korupcija in zanesljivost?
- Družba – je ta svobodna, odprta, raznolika in pravična?
- Prožnost in trajnostni razvoj – je mesto zeleno, čisto in sposobno zmanjšati tveganja pred naravnimi nesrečami?
- Globalna privlačnost – se mesto smatra za privlačno in varno ter dostopno nadarjenim ljudem kateri potujejo, se selijo?
- Človeški in družbeni kapital – je prebivalstvo dobro izobraženo, ima mesto ustrezna znanja, ima na voljo dovolj ljudi za delo ter ali je dovolj prilagodljivo za delojemalca, delodajalca in svetovna podjetja?

- Finančno poznavanje – je v mestu dovolj zrelih bančnih, zavarovalniških in drugih finančnih storitev ter dovolj izkušenj in znanja o njih?
- Infrastruktura – ali fizična in socialna infrastruktura ustvarja priložnosti za podjetja, meščane, obiskovalce in javno upravo na področju inovacij, navdihov ter dosežkov?

Biti najboljše mesto na svetu je velik, zapleten in nenehen izziv. Vedno obstaja mesto, ki želi biti še boljše. Šele ko se mesto spopade z vsemi gornjimi elementi in jih tudi uspešno obvlada, velja za eno izmed najboljših mest.

Kakšna je SAP-jeva strategija za mesta?

"SAP Urban Matters" je SAP-jeva strategija kako pomagati mestnim ustanovam in meščanom, da se spopadejo z izzivi in jih spremenijo v priložnosti za boljše življenje, boljše upravljanje in boljši svet. Konceptualno je sestavljena iz petih stebrov za mesta, ki jih podpira pet SAP-jevih tržnih tehnoloških kategorij, kar ustvarja priložnost za reševanje ne le obstoječih mestnih izzivov, ampak tudi povsem novih.

Pet stebrov za mesta se osredotoča na [2]:

- Dobro upravljanje (obvladovanje temeljnih stvari za zagotovitev dobrega vodenja in delovanja)
- Podporo uporabnikom (uradniki potrebujejo delovna orodja vedno in povsod)
- Vključenost skupnosti (večja odprtost javnih ustanov, pomoč skupnostim, da si same pomagajo, ter pomoč pri širitvi glasu skupnosti do ključnih odločevalcev)

Inovacije na področju storitev (sprememba načina nudenja javnih storitev)

- Urbano prilagodljivost (pomoč pri zagotavljanju varnosti v skupnostih)

Pet tržnih tehnoloških kategorij pa zajema [2]:

- Analitiko
- Aplikacije
- Mobilnost
- Storitve v oblaku
- Tehnologijo in baze podatkov

Podjetje SAP podpira širok spekter potreb mest in javnih ustanov, inovativne informacijske rešitve pa zadovoljujejo vse več mestnih scenarijev. Osnova za te rešitve je vrsta panožnih procesov in najboljših praks, za omogočanje najboljšega mesta.

SAP že deluje tesno z urbanimi ustanovami širom sveta. V Indiji in Kitajskem pomaga na področju mestnega transporta; v Avstraliji in Veliki Britaniji na področju javne varnosti; v Nemčiji in ZDA na področju dobrega upravljanja; v skandinavskih državah in Južni Afriki na področju boljših javnih storitev; v Avstriji in skandinavskih državah na področju vključenosti skupnosti, itd. [1].

II. ZAKLJUČEK

SAP-jeva vizija so pametnejša, varnejša, bolj zelena in čistejša mesta. S svojimi informacijskimi rešitvami se SAP prizadeva, da je mestno upravljanje učinkovitejše, hitrejše, podjetnejše in boljše v sodelovanju, ter da pomaga skupnostim pri izboljšanju življenja, povečanju povezanosti, vključenosti in odprtosti.

LITERATURA

- [1] GreenBiz.com: <http://www.greenbiz.com/blog/2012/05/23/sap-urban-matters-takes-on-smarter-cities-better-governments>
- [2] IT-Online: <http://www.it-online.co.za/2012/07/02/sap-launches-urban-matters-programme/>
- [3] SAP: <http://www54.sap.com/industries/public-sector/solutions/sub-ind/city-government-software.html>
- [4] SAP: <http://www.sap.com/demos/richmedia/videos/sap-urban-matters-better-cities-better-lives-12-ov-us.epx>

Napredno upravljanje stvari v pametnih mestih

Andrej Planina, Gašper Pintarič, Špica International, d.o.o.; Mihael Mohorčič, Miha Smolnikar, Institut "Jožef Stefan"; Mojca Volk, Klemen Peternel, Andrej Kos, LTFE, Fakulteta za elektrotehniko

Povzetek — V članku so opisani primeru uporabe konceptov in rešitev Interneta stvari v pametnih mestih oziroma okoljih. V tem prispevku je poudarek na upravljanju pametnih objektov ponudnika komunikacijskih storitev, od zaznavanja razmer, detekcije in napovedovanja trendov ter težav na osnovi senzorjev do njihovega odpravljanja z izdajo delovnega naloga ter posegom vzdrževalca. Opisani so elementi, od senzorjev do platforme in aplikacije, ki so potrebni za izvedbo naprednega upravljanja stvari v tem konkretnem scenariju.

Ključne besede — Vzdrževanje opreme, pametna mesta, senzorska omrežja, platforma IoT, delovni nalog

Abstract — This article describes some use cases of Internet of Things in smart cities. Special emphasis is given to managing smart objects in cities, from malfunction sensing to remedy with a technician visit. Platforms necessary for sensing and automatic malfunction detection are described.

Keywords — asset management, smart cities, sensor networks, work order

I. UVOD

Po mestih, ki postajajo vedno bolj pametna, se pojavlja vedno več kompleksnih omreženih elementov, ki so na voljo uporabnikom. Vse te elemente pametnih mest je potrebno spremljati in vzdrževati. Mesta imajo v okviru svojih vzdrževalnih služb ekipe, ki skrbijo za pravilno delovanje mestne opreme. Več kot je opreme, večja je potreba po njenem upravljanju in vzdrževanju in težje je le to organizirati na stroškovno in delovno učinkovit način.

Predstavljajte si mesto s 300.000 prebivalci, ki ima 20.000 svetilk, 20 postaj za javna kolesa, 300 WiFi dostopnih točk, 50 podzemnih zbiralnikov smeti, 300 semaforjev, 100 parkirišč za invalide, tisoče klopi, smetnjakov, reklamnih panojev itd. Vso to opremo je potrebno spremljati in skrbeti za njeno delovanje in zagotavljati razpoložljivost za občane.

Spremljanje stanja tovrstne opreme in predmetov s pomočjo sodobnih tehnologij skozi celoten življenjski cikel sodi na področje koncepta Interneta stvari (angl. Internet of Things, IoT). Cilj slednjega je, da bi oprema in predmeti komunicirali med seboj ali s končnimi uporabniki in tako z novo dodano vrednostjo v obliki informacije o stvarnem stanju postali aktivni udeleženci procesov na različnih področjih človeškega udejstvovanja. Med tehnologijami, ki bodo omogočile interakcijo med stvarmi, sodijo med ključne predvsem brezžična senzorska omrežja in semantični splet. Prva predvsem v smislu zagotavljanja komunikacije, druga pa v smislu reprezentacije senzorskih podatkov ter omogočanja naprednega povezovanja različnih sistemov.

V okviru KC Opcomm [1] smo kot demonstracijo koncepta IoT razvili rešitev ASM (Asset Management), ki iz senzorskih mrež ali zunanjih sistemov prejema obvestila o stanju in okvarah opreme in jih preko obdelave v platformi posreduje dispečerju v vzdrževalni center. Ta prejete naloge dodeljuje terenskim vzdrževalcem, ki na svoje mobilne naprave prejemajo naloge. Tudi izvršene naloge lahko zabeležijo in dokumentirajo v svoje pametne telefone. Stopnja razpoložljivosti mestne opreme se s tem poveča, saj je čas do odprave težav mnogo krajši.

Za pridobivanje podatkov o okoliščinah delovanja opreme (vreme, promet) uporabljamo še druge vire podatkov in vse to integriramo v pametni mestni nadzorni center.

II. PLATFORMA OCCAPI

Glavni namen platform IoT je agregiranje podatkov iz različnih virov, zagotavljanje varnosti in kontrole dostopa do podatkov in potrebnih virov platforme, ki so potrebni za njihovo obdelavo, ter obogatitev podatkov na osnovi analitskih tehnik in postopkov strojnega učenja [2].

Platforma IoT zagotavlja odprte vmesnike tako na dohodni kot na izhodni strani, s čimer sta mogoča nadzorovano posredovanje podatkov v platformo ter nadzorovan dostop do surovih in obdelanih podatkov.

Podatkovna naravnost platforme omogoča njeno uporabo tako v širokem spektru individualnih scenarijev (ASM je eden izmed njih), kot tudi v naprednih scenarijih, ki temeljijo na zlivanju podatkov različnih domen.



Slika 1: Zlivanje podatkov v platformi Occapi

Ključne funkcije platforme IoT predstavljajo jedro njenega delovanja in omogočajo:

- Sistematiziran zajem podatkov ne glede na vir, frekvenco in obliko.
- Predobdelavo podatkov, v katero sodijo razpoznavna entitet na osnovi vnaprej definirane domenske ontologije, eliminacija duplikatov in anonimizacija podatkov.
- Obdelavo in analizo podatkov, kar vključuje bogatenje podatkov, razpoznavo konteksta in vzorcev, identifikacijo anomalij in razpoznavo trendov ter napovedovanje.
- Vizualizacijo podatkov, ki preko ustrezne nadzorne plošče, po možnosti nastavljiive, omogoča vizualno spremljanje KPI posameznih scenarijev.
- Obveščanje v realnem času na osnovi procesiranja dogodkov v sklopu dogodkovno-krmiljene arhitekture, kjer so izvori dogodkov bodisi zunanji (preko ustreznih vmesnikov) ali notranji (gradniki same platforme).

III. ZAJEM PODATKOV

Za spremljanje različnih procesov in zajem najrazličnejših podatkov in atributov o opremi in predmetih v pametnih mestih je najprimernejša uporaba radiofrekvenčne identifikacije (RFID) in senzorskih mrež. V prvem primeru gre za opremljanje opreme z elektronsko oznako, za branje katere potrebujemo ustrezne čitalce. V drugem primeru koristimo v opremo in predmete že vgrajene ali dodatno nameščene senzorje za zaznavanje najrazličnejših fizikalnih in kemijskih veličin in različnih pojavov. Ti senzorji so običajno nameščeni na ali povezani v senzorska vozlišča, ki so opremljena z mikrokrmilniki in komunikacijskimi moduli, kar omogoča zajemanje, predprocesiranje, hranjenje in pošiljanje izmerjenih veličin proti uporabniku informacije. Posredovanje informacije lahko poteka neposredno ali preko več vmesnih platform do prehoda na strežnik s podatkovno bazo za naprednejšo obdelavo, obogatitev s komplementarnimi podatki, itd. Komunikacija med senzorskimi vozlišči ter med senzorskim prehodom in strežnikom je najpogosteje izvedena s pomočjo brezžičnih tehnologij.

Naprednejša senzorska vozlišča omogočajo označevanje s časovno in lokacijsko značko ter vključevanje metapodatkov o svojih zmogljivostih in atributih, o priključenih senzorjih in o kontekstu, v katerem so določeni podatki zajeti. S takšnimi informacijami obogateni podatki omogočajo precej naprednejšo obdelavo v podatkovni platformi, kakršna je platforma Occapi, in tudi naprednejše storitve spremljanja stanja opreme in predmetov.

Pri izbiri načina zajema podatkov je potrebno izhajati iz narave procesa ali stanja, v katerem se določena oprema ali predmet nahaja ali uporablja. Pri statičnih postavitvah velikega števila opreme in predmetov so običajno primernejše RFID oznake, za spremljanje dinamičnih procesov ter za manj dostopne lokacije pa so primernejši senzorski sistemi. Slednji omogočajo periodično, prožno ali kombinirano sporočanje zajetih podatkov, izbira načina delovanja pa pogojuje tudi zasnovo senzorskega sistema.

IV. UPRAVLJANJE STVARI

Platforma IoT pridobiva in shranjuje podatke s strani posameznih stvari oz. osnovnih sredstev skozi njihovo celotno življenjsko dobo. Stvari delimo na tiste z lastno inteligenco (smart) ali pa na pasivne stvari (non-smart). Prve imajo zmožnost, da v IoT platformo same pošiljajo podatke o svojem stanju, lokaciji in okolju, v katerem se nahajajo. Druge so popolnoma brez lastne inteligence in za komunikacijo s platformo potrebujejo ustrezno podporno tehnologijo. Običajno so takšni objekti opremljeni z uporabo ustreznih identifikacijskih tehnologij, kot so črna koda, radijska frekvenčna identifikacija (RFID) ipd. Za pošiljanje podatkov na platformo je posledično potrebno uporabiti ustrezno napravo, ki podpira izbrano identifikacijsko tehnologijo in podatek o predmetu posreduje platformi.

Obstoječa sredstva je v nekaterih smiselnih scenarijih možno opremiti tudi z zmogljivimi senzorji, ki v realnem času posredujejo informacijo o tem v kakšnem stanju sredstvo je (temperatura in vlažnost okolice, osvetljenost, tresljaji, lokacija itd.). Na ta način lahko gradimo obsežna senzorska omrežja, ki je vir številnih koristnih informacij.

Platforma podatke o osnovnih sredstvih hrani, hkrati pa omogoča izvedbo poglobljene analize. Na ta način je možno

hitro ugotoviti v kakšnem stanju je posamezen objekt, oz. ambientalni parametri ustrezajo zahtevanim. Na podlagi analize upravitelj osnovnih sredstev lahko sproži ustrezne akcije (npr. izdaja delovnega naloga) ali pa ugotovil morebitne odvisnosti med posameznimi parametri.

V. UPRAVLJANJE NAPRAV PONUDNIKA KOMUNIKACIJSKIH STORITEV

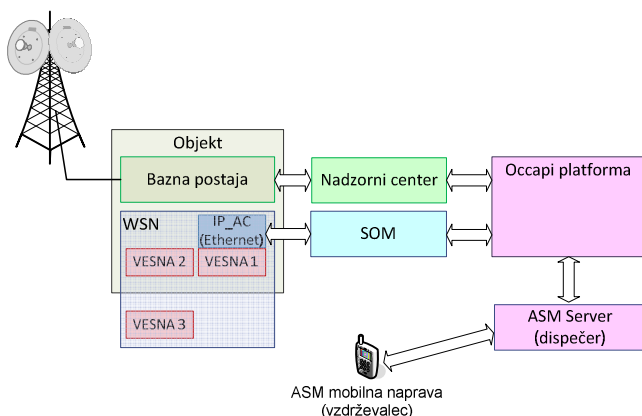
Sodobne omrežne naprave ponudnikov komunikacijskih storitev so praviloma povezane z omrežnim nadzornim centrom, kjer se zbirajo podatki o stanju naprav, o morebitnih alarmih in okvarah, in podobno. Na podlagi teh podatkov se spremlja stanje naprav in celotnega omrežja ter organizira vzdrževalna služba. Mnogo okvar v omrežju je lahko posledica različnih dejavnikov v obratovalnem okolju, ali pa se jih iz dogajanja v neposrednem okolju da z veliko verjetnostjo napovedati. Podatki o obratovalnem okolju torej postavijo podatke o stanju naprave v kontekst in omogočajo izboljššan nadzor in vzdrževanje naprav, zmanjševanje števila okvar in skrajševanja časa njihovega odpravljanja, ter natančnejšega opozarjanja na verjetnost prihodnjih okvar.

Da bi omenjene izboljšave pokazali na realnem primeru, v okviru sistema za napredno upravljanje stvari vzpostavljamo pilotno postavitev upravljanja baznih postaj ponudnika komunikacijskih storitev. Poleg omrežnih podatkov, ki se zbirajo na posameznih omrežnih elementih in posredujejo v nadzorni center, postavljamo senzorsko omrežje za zajem dodatnih obratovalnih parametrov v objektu, kjer je bazna postaja nameščena, kot tudi izven tega objekta. Senzorsko omrežje sestavljajo tri vozlišča zasnovana na zmogljivi in prilagodljivi senzorski platformi VESNA [3] z zmogljivim mikrokrmilnikom z jedrom ARM Cortex-M3, vrsto perifernih enot za priključitev senzorjev in različnimi možnostmi napajanja. Platforma VESNA podpira različne komunikacijske tehnologije za medsebojno povezovanje senzorskih vozlišč (ZigBee, Wireless M-BUS, Bluetooth Low Energy, 6LoWPAN preko Contiki OS) v različnih frekvenčnih pasovih (433 MHz, 868 MHz, 2,4 GHz) kot tudi za povezovanje v internet (Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS). Senzorska vozlišča bodo opremljena s senzorji temperature okolice in prostora, relativne zračne vlage okolice in prostora, intenzitete sončnega obsevanja oziroma drugih virov osvetlitve, zračnega tlaka, prisotnosti gibanja v prostorih in vremenskih razmer (količina padavin, jakost in smer vetra), dodana pa bo tudi kontrola pristopa do objekta z namestitvijo RFID čitalca na eno od senzorskih platform. Modularna zasnova senzorske platforme VESNA kot tudi na njej zasnovanega senzorskega omrežja omogoča naknadne razširitve npr. s senzorjem za detekcijo atmosferskih razelektritev oziroma strel za izvajanje preventivnih zaščitnih ukrepov na opremi, s senzorji kakovosti zraka, različnih plinov in prisotnosti mikronskih delcev v zraku, in drugih. Za prikaz različnih zmogljivosti senzorske platforme bo zunanje senzorsko vozlišče napajano preko solarne celice in baterije. Senzorska vozlišča bodo med seboj povezana v brezžično senzorsko omrežje s tehnologijo ZigBee. Koordinatorsko vozlišče pa bo preko ethernet vmesnika za varno povezovanje povezan do posebne vmesne stopnje, ki skrbi za upravljanje in konfiguracijo senzorskih vozlišč, za pretvorbo protokolov in predpripravo podatkov, imenovane SOM (angl. Smart Object Manager) in naprej do platforme Occapi. Opisano

arhitekturo sistema upravljanja naprav ponudnika komunikacijskih storitev prikazuje slika 2.

Pametna platforma Occapi, ki je podlaga za optimalno uporabo sistema ASM, lahko glede na okoliščine in naučene vzorce celo vnaprej napove nevarnost nastopa neke težave in sproži preventivni pregled še preden pride do težave na terenu. Tako smo na primer realizirali napovedovanje težav pri radijskem prenosu signala do naročnikov širokopasovnega dostopa. Če se vreme v okolici oddajnega stolpa poslabša ali se morebiti poveča temperatura v sobi z opremo, lahko platforma Occapi z veliko gotovostjo napove, da bo moral lokacijo kmalu obiskati tehnik. Tehniku na njegovo mobilno napravo avtomatsko posredujemo opozorilo z vsemi potrebnimi parametri za hitro reakcijo.

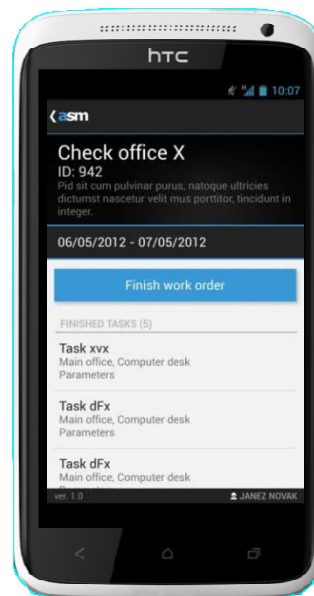
Na antenski stolp ponudnika brezžičnega širokopasovnega dostopa smo namestili vremensko postajo, povezali smo se še z obstoječim nadzornim centrom. Na ta način dobivamo tako okoljske podatke kot tudi stanje povezav do naročnikov. Učljiva platforma Occapi iz teh podatkov s časom sama ugotovi povezave in se nauči napovedovati dogodke.



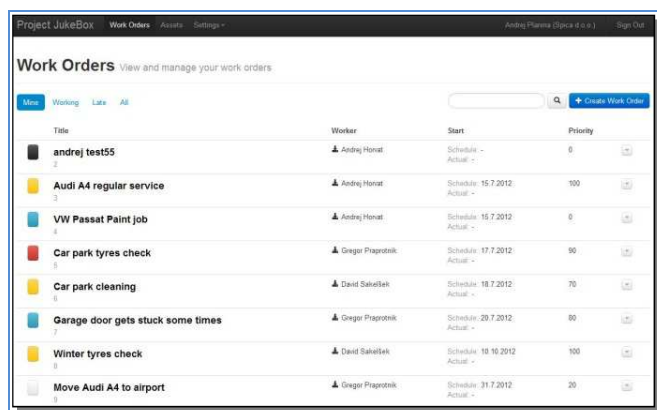
Slika 2: Sistem za upravljanje naprav ponudnika komunikacijskih storitev



Slika 3: Lokacija ponudnika komunikacijskih storitev



Slika 4: Dispečerjev ekran



Slika 5: Delovni nalog

VI. SKLEP

Rešitev ASM je na voljo kot SaaS in je povezljiva z inteligentno platform Occapi.

Enostavno si je predstavljati, kako mesto za nadzor, upravljanje in vzdrževanje svoje opreme na terenu uporablja ASM in Occapi. Koncepti interneta stvari so zdaj uresničljivi tudi v praksi in uporabnikom nudijo konkretne prednosti.

VII. ZAHVALA

Prispevek je delno sofinanciran preko programa kompetenčnega centra "Odprta komunikacijska platforma za integracijo storitev" KC Opcomm.

LITERATURA

- [1] Occapi platform, <http://www.opcomm.eu/en/solutions/occapi-platform>
- [2] KOS, Andrej, PRISTOV, Damijan, SEDLAR, Urban, STERLE, Janez, VOLK, Mojca, VIDONJA, Tomaž, BAJEC, Marko, BOKAL, Drago, BEŠTER, Janez. Open and scalable IoT platform and its applications for real time access line monitoring and alarm correlation. Lect. notes comput. sci., str. 27-38, ilustr.
- [3] <http://sensorlab.ijs.si/hardware.html>

Andrej Planina (andrej.planina@spica.com) zaposlen na Špici kot direktor divizije velja za strokovnjaka s področja poslovnih mobilnih IT rešitev in s področja tehnologij avtomatske identifikacije (črna koda, RFID). Svoje obsežno znanje pridobiva kot vodja projektov in svetovalec pri večjih organizacijah v regiji in sodeluje pri EU FP7 in Eurostars projektih. Dobro pozna poslovne vidike informatizacije procesov. Avtor nekaj uspešnih Špicinih produktov, patentov in projektov.

Gašper Pintarič (gasper.pintaric@spica.com) je zaposlen v podjetju Špica d.o.o., v kompetenčnem centru KC OPCOMM pa je vodja raziskovalno-razvojnega projekta "Storitve in upravljanje s stvarmi".

Mihael Mohorčič (miha.mohorcic@ijs.si) je višji znanstveni sodelavec in vodja Odseka za komunikacijske sisteme na Institutu "Jožef Stefan". Doktoriral je leta 2002 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Leta 2006 je bil na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana izvoljen v naziv docent. Tam je tudi dopolnilno zaposlen in izvaja več predmetov na 2. in 3. stopnji bolonjskega študija. Njegovo raziskovalno delo, v okviru katerega je sodeloval oziroma še vedno sodeluje v številnih domačih in mednarodnih projektih, sodi na področja satelitskih, stratosferskih, brezžičnih, kognitivnih in senzorskih omrežij.

Miha Smolnikar (miha.smonikar@ijs.si) je diplomiral leta 2005 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in se zaposlil kot mladi raziskovalec na Odseku za komunikacijske sisteme Instituta "Jožef Stefan". Trenutno zaključuje doktorski študij elektrotehnike na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. V okviru raziskovalnega dela se ukvarja z medplastnim načrtovanjem protokolnega sklada, kognitivnim radijem, adaptivnimi brezžičnimi komunikacijskimi sistemi in senzorskimi omrežji, ter pri tem sodeluje v vrsti domačih in mednarodnih projektov.

Mojca Volk (mojca.volk@fe.uni-lj.si) je diplomirala leta 2004 in doktorirala leta 2010 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani. Trenutno je zaposlena v Laboratoriju za telekomunikacije na Fakulteti za elektrotehniko, kjer se ukvarja z raziskavami na področju širokopasovnih omrežij naslednje generacije in tehnologijami za analizo, modeliranje in vizualizacijo ter zagotavljanje kontekstualnih storitev in kakovosti komunikacije v sodobnih multimedijskih storitvenih okoljih.

Klemen Peternel (klemen.peternel@fe.uni-lj.si) je diplomiral leta 2007 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani s področja telekomunikacij. V Laboratoriju za telekomunikacije opravlja razvojno-raziskovalno delo na področju načrtovanja in razvoja telekomunikacijskih sistemov in storitev naslednje generacije. Sodeluje tudi pri pripravi in izvedbi izobraževanj s področja telekomunikacij in programskega jezika Java.

Andrej Kos (andrej.kos@fe.uni-lj.si) je diplomiral leta 1996 na Fakulteti za elektrotehniko, Univerze v Ljubljani in doktoriral leta 2003. Trenutno je zaposlen kot izredni profesor na Fakulteti za elektrotehniko. Trenutno se ukvarja z raziskavami na področju širokopasovnih paketnih omrežij in storitev naslednje generacije, kamor spada tudi področje interneta stvari.

From Sensors to Real-time Analytics

Carolina Fortuna, Marko Grobelnik, Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia

Abstract — In the paper we present the generic pipeline developed at Jozef Stefan Institute for the analysis of sensor data. The pipeline is covering components from sensors (measuring diverse quantities), sensor boards (installed in smart city scenarios), communication lines delivering sensor data to the data center, data servers to enrich and store the data, real-time analytics (to aggregate and predict selected signals), and visualization (to deliver information to the user). The pipeline is developed within a series of EU funded FP7 projects and installed in two smaller towns in Slovenia for testing and development purposes.

Keywords — sensor, VESNA, smart city, real-time analysis, stream mining, complex event detection.

I. INTRODUCTION

One way of looking at the Web/Internet of Things – the way we look at it in our lab – is to see “things” as organs which detect the stimuli [1] [2]. These are then sent via wireless or wired technology, typically on an IP/HTTP network to processing and storage engines. These engines then crunch the received information and generate knowledge. Sometimes they can also trigger an action, such as sending a tweet. This is somehow similar to how we, humans, function: we have 5 senses which are felt by corresponding organs, then the stimuli are sent to the brain via the nerves, finally the brain processes these stimuli. The result is most often knowledge and perhaps also actions can be triggered: the brain then transmits commands via the nerves to muscles which then trigger moving hands, legs, talking, etc. One distinction is that while in the case of the humans the sensors and processors are spatially close to each other (e. g., nose and brain or, ears and brain), in the case of WoT we may be looking at a global distributed system – see Picture 1.



Picture 1: 5 senses analogy of WoT

In this paper, we present a generic pipeline consisting of 5 main components and its implementation for several smart town scenarios. We describe the components of the pipeline and their function in the overall system as well as its application in the identified smart cities. We also discuss ongoing projects which use components of the pipeline.

This paper is structured as follows. Section 2 details the pipeline and its components. Section 3 describes the smart town scenarios and the applications based on the pipeline. Section 4 gives an overview of running projects which use components of this pipeline. Finally, Section 5 summarizes the paper.

II. PIPELINE

The technological pipeline for the Internet/Web of Things as we see it is presented in Picture 2. The pipeline consists of 5 main components: the network of sensors, the conceptualization of the domain, the stream processing engine, the stream mining and anomaly detection and the consumer [1].

A. The sensor network

A subset of the Web/Internet of Things ecosystem is formed by networks of sensors. The data processing part of the pipeline is agnostic to the sensor input, however, the running prototypes are all based on VESNA sensor nodes¹. VESNA sensor nodes were designed having in mind a wide array of application areas: energy efficiency, smart transportation, green communications, environmental monitoring, etc.

VESNA is a modular and fully flexible platform for the development of wireless sensor networks developed at the SensorLab @ Jozef Stefan Institute. Based on the high-performance microcontroller with ARM Cortex-M3 core and radio interface spanning over multiple ISM frequency bands. In terms of modularity, the platform consists of the VESNA core module and a set of special feature modules (sensor node radio – SNR, sensor node expansion – SNE, sensor node power – SNP) that are used as/if needed.

B. The conceptualization of the domain

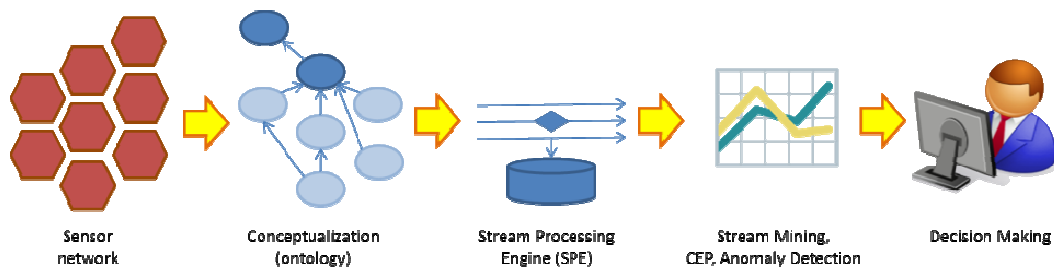
For small and medium size isolated projects, it can be relatively straightforward to know which stream of data measures a given property. Traditional database tables can work well in such situations. However, if we are talking about web scale and aim for interoperability, the conceptualization of the Web/Internet of Things domain is needed. The conceptualization plays a key role here by providing a standard way of annotating data streams and meta-data about the things. Standards such as SensorML² and Observations and Measurements³ coming from the Open Geospatial Forum and the more recent Semantic Sensor Network Ontology (SSN)⁴ from the W3C are the most relevant for dealing with sensor data in the wide Web/Internet of Things ecosystem.

¹ <http://sensorlab.ijs.si/hardware.html>

² <http://www.opengeospatial.org/standards/sensorml>

³ <http://www.opengeospatial.org/standards/om>

⁴ <http://www.w3.org/2005/Incubator/ssn/ssnx/ssn>



Picture 2: Page layout of the document

In our implementation of the pipeline, the SSN ontology is used for describing sensor platforms and their data¹. The sensor meta-data is typically collected automatically using the device identification protocol [3]. We took a centralized approach for the meta-data management system, however, we also maintain a smaller demo implementing the distributed approach [4].

C. Stream data processing

Smart city applications are likely to be built on vast amounts of streaming data coming from sensors installed throughout the city's infrastructure as well as from active citizens. In order to make sense of the data, they will likely need a sensor stream-processing engine able to process high volumes of data with very low latency. This means processing hundreds of thousands of messages per second with micro/millisecond-range latency. They should be able to take advantage of modern multi-core/multi-processor computer architecture and be able to recover from crash in real-time.

The pipeline uses SenseStream [1] for processing the streams of data.

D. Complex event processing

Smart city applications are also likely to benefit from event detection and processing techniques. A straightforward example would be: sensors in the vicinity of a stadium detect high level of noxes in the air and high level of noise. A complex event processing engine will automatically recognize this as a sports match or concert.

A common characteristic of event processing applications is to continuously receive events from different event sources (e.g. sensors, software modules, blogs, etc.). The central module processing the events, called the CEP engine, detects event patterns from the incoming data streams and outputs the detected or predicted complex events which can be further used by other event consumers, or it can return as an input to the CEP engine.

E. Stream mining

Data stream mining is the process of extracting knowledge structures from continuous rapidly-changing streams of data. For the particular case of sensor generated data which often is a time series, stream mining systems extract summaries on which the mining is then performed. Summaries in the form of aggregates or synopsis analysis can be performed on a sliding window over the most recently arrived data. These summaries can be average, standard

deviation, percentiles, frequency domain transforms, etc. For instance, Discrete Fourier Transformation (DFT) can be performed on a sliding window to achieve fast subsequence matching. In the frequency space which in this case has a reduced dimensionality, it is then easier to define a similarity measure between data from two sliding windows.

SenseStream, the component already used for stream data processing, also handles the stream mining part in the implemented pipeline.

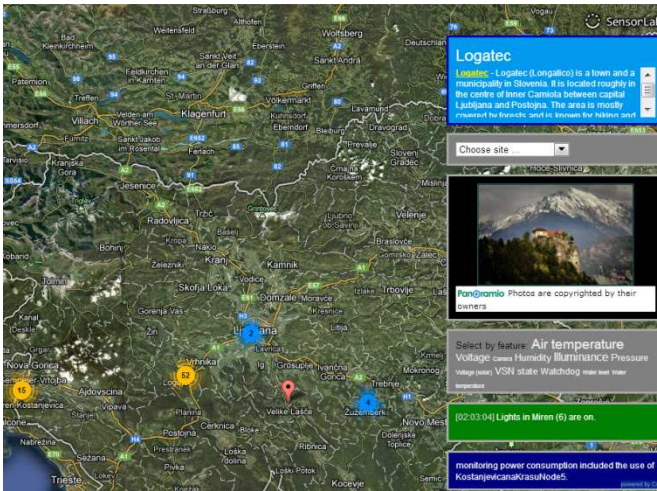
F. Anomaly detection

Anomalies detected in data from sensor networks can mean one of two things: either sensors are faulty, or they are detecting events that are interesting for further analysis. Sensor data can also be a subject of noise from the environment or can have missing values in the data collection process. In the case of streaming data, anomaly detection techniques are required to perform an online approach, where the techniques need to be lightweight to permit fast processing. Due to the nature of sensor data they also need to distinguish between interesting anomalies and noise/missing values. The key to anomaly detection and successful stream mining is proper feature engineering. Anomalies are detectable if data instances are represented in an informative feature space. Often, it is hard to precisely define what an anomaly is as there are many possible types and there is no universal technique that would detect all. SenseStream performs anomaly detection in the implemented pipeline.

III. TEST DEPLOYMENTS

The pipeline is implemented using several sensor deployments across Slovenia. The data coming from these sensors is then annotated, enriched, processed, mined and fed to several applications. Picture 3 presents a screenshot of Videk [1] – the mash-up application that gives an overview of the deployments. It can be seen that there are currently over 70 nodes installed: 52 VESNAs installed in Logatec and 15 in the municipality of Miren-Kostanjevica. The number of VESNAs installed in Ljubljana changes frequently mostly due to the fact that we have experimental set-ups at the JSI campus which are being continuously reconfigured. Currently, there are approximately 16 VESNAs up and running in Ljubljana (Videk only pictures 2 because it is not updated with test VESNAs). We also had 4 VESNAs in Žužemberk and 1 in Reber.

¹ <http://sensors.ijs.si:2020/>



Picture 3: Videk showing VESNA deployments.

A. LOG-a-TEC

The LOG-a-TEC wireless sensor network testbed is situated in the town of Logatec, ~30 km from Slovenia's capital Ljubljana. The longer term plan is to extend the LOG-a-TEC testbed with further advanced sensing functionalities and to create new services and applications using ICT for more efficient energy delivery and consumption, environmental and air quality monitoring, traffic monitoring, waste collection and communication systems while preserving or improving the environmental conditions and quality of life.

The first step in this direction has been taken by installing 52 VESNA sensor nodes which are capable of sensing the radiofrequency signals present in ISM and UHF bands. With the technology currently developed, we are able to plot radio environmental maps and design next generation green communication systems based on cognitive radio and cognitive networking principles.

B. Miren-Kostanjevica

The Miren-Kostanjevica testbed is situated in the municipality of Miren-Kostanjevica, ~100 km from Slovenia's capital Ljubljana. Miren-Kostanjevica will soon benefit from an intelligent energy management system based on, real-time analytics and real-time forecasting services.

The first step in this direction has been taken by setting up an initial environmental monitoring pipeline with focus on studying possibilities for energy saving in the public lighting segment² without costs in the quality of life of the inhabitants.

C. Ljubljana

The Ljubljana testbeds can be grouped in two categories. The first category focuses on green communication networks which use green solutions for powering the telecommunication infrastructure. The second category consists of all the VESNA based prototype testbeds which we set up at JSI's campus for testing before remote deployment. As a result, this testbed features, among others, an electromagnetic spectrum sensing setup and an environmental monitoring setup.

² <http://sensors.ijs.si/sl/electricity-saving.html>

D. Others

Other smaller experimental setups that we are involved in are located in Žužemberk and Reber. The first set-up focuses on efficient farming by sensing the living conditions in cowsheds. The second setup focuses on intelligent tourism, particularly providing people an information systems which helps them decide when planning sports fishing trips.

IV. PROJECTS

We are developing various components of the pipeline in several project.

A. CREW

The main target of FP7-CREW³ is to establish an open federated test platform, which facilitates experimentally-driven research on advanced spectrum sensing, cognitive radio and cognitive networking strategies in view of horizontal and vertical spectrum sharing in licensed and unlicensed bands.

The CREW platform incorporates 5 individual wireless testbeds incorporating diverse wireless technologies (heterogeneous ISM, heterogeneous licensed, cellular, wireless sensor) augmented with State-of-the-Art cognitive sensing platforms. One of these testbeds, the only one in real outdoor environment, is hosted in Logatec and Ljubljana.

B. OPCOMM Competence Centre

The OPCOMM Competence Centre⁴ is designing an open communication platform for the development of new cutting-edge services and applications for the Future Internet. Special attention is given to the applicability of services, quality of user experience, the applicable value of data and content, and the interaction with the "material world", i.e. various devices, objects and processes. This requires efficient interaction between the smart user terminals, appliances and objects, contextually dependent services, and the communication network. The programme encompasses research, design, and prototype development with the final demonstration of new solutions.

The network of sensors and the enrichment components have been significantly improved under the OPCOMM competence center. Security and other connectivity aspects also benefit from this project.

C. PlanetData

The PlanetData⁵ project is built around three objectives that together ensure the creation of a durable community made up of academic and industrial partners. This community will be supported in conducting research in the large-scale data management area through the provision of data sets and access to tailored data management technology.

From the research point of view, the focus is on large-scale data management. SensorLab provides sensor data, raw and annotated and services based on these.

³ <http://www.crew-project.eu/>

⁴ <http://www.opcomm.eu/en/community/competence-centre>

⁵ <http://www.planet-data.eu/>

D. Envision

The ENVISION⁶ project provides an ENVironmental Services Infrastructure with ONtologies that aims to support non ICT-skilled users in the process of semantic discovery and adaptive chaining and composition of environmental services.

The stream processing and mining components of SenseStream have advanced under this project.

E. CITI-SENSE

CITI-SENSE⁷ will develop “citizens’ observatories” to empower citizens to contribute to and participate in environmental governance, to enable them to support and influence community and societal priorities and associated decision making. CITI-SENSE will develop, test, demonstrate and validate a community-based environmental monitoring and information system using innovative and novel Earth Observation applications.

To achieve this, the project will: (i) raise environmental awareness in citizens, (ii) raise user participation in societal environmental decisions and (iii) provide feedback on the impact that citizens had in decisions. It will address effective participation by citizens in environmental stewardship, based on broad stakeholder and user involvement in support of both community and policy priorities. The project aims to learn from citizen experience and perception and enable citizenship co-participation in community decision making and co-operative planning.

The network of sensors is expected to be improved and extended in the direction of environmental and air quality monitoring in public spaces under this project.

F. NRG4CAST

NRG4Cast is aimed at developing and providing real-time management, real-time analytics and real-time forecasting services for energy distribution networks in a urban/rural communities. The four data domains will be analysed (1) network topology and devices, (2) energy demand and consumption, (3) environmental data and (4) energy prices.

The services that will be integrated in the pipeline and final decision support system will beside the prediction include network monitoring, anomaly detection, route cause analysis, trend detection, planning and optimisation. These services will be using advanced knowledge technologies in particular machine learning, data and text mining, stream mining, link analysis, information extraction, knowledge formalisation and reasoning.

All the components of the pipeline are likely to be improved and extended in this project.

V. SUMMARY

In this paper we presented a pipeline which enables the instantiation of the smart city concept. We described the components of the pipeline, showed example smart town projects where it is used and projects under which different components are extended and used.

⁶ <http://www.envision-project.eu/>

⁷ <http://citi-sense.nilu.no/>

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to acknowledge the town of Logatec and the Municipality of Miren-Kostanjevica. This work was partially supported by the Slovenian Research Agency through the programme P2-0016 and project J2-4197, the competence center KC OPCOMM, and the ICT Programme of the EC under PASCAL2 (ICT-NoE-216886), ENVISION (ICT-2009-249120) and PlanetData (ICT-NoE-257641).

LITERATURE

- [1] C. Fortuna, B. Fortuna, K. Kenda, M. Vucnik, A. Moraru, D. Mladenic: Towards Building a Global Oracle: a Physical Mashup Using Artificial Intelligence Technology, Third International Workshop on the Web of Things (co-located with IEEE Pervasive), June 2012.
- [2] Carolina Fortuna, Marko Grobelnik: The Web of Things, World Wide Web Conference (WWW), Lyon, France, April 2012.
- [3] Matevž Vučnik, Zoltan Padrah, Carolina Fortuna, Mihael Mohorčič: Development of Discovery and Identification Protocol for Sensor Networks, 4th Jožef Stefan International Postgraduate School Students Conference, May 2012.
- [4] C. Fortuna, A. Moraru, P. Oniga, Z. Padrah, M. Mohorcic: Metadata Management for the Web of Things: a Practical Perspective, Third International Workshop on the Web of Things (co-located with IEEE Pervasive), June 2012.
- [5] Klemen Kenda, Carolina Fortuna, Alexandra Moraru, Dunja Mladnic, Blaž Fortuna, Marko Grobelnik (2013) Mashups for The Web of Things. in: Brigitte Endres-Niggemeyer (ed.) Semantic Mashups. Springer (forthcoming).
- [6] Klemen Kenda, Carolina Fortuna, Blaž Fortuna, Marko Grobelnik: Videk - A Mash-up For Environmental Intelligence, ESWC 2011, May 2011.
- [7] Zoltan Padrah, Tomaž Šolc, Mihael Mohorčič: VESNA based platform for spectrum sensing in ISM bands, 4th Jožef Stefan International Postgraduate School Students Conference, May 2012.
- [8] Matevž Vučnik, Zoltan Padrah, Carolina Fortuna, Mihael Mohorčič: Development of Discovery and Identification Protocol for Sensor Networks, 4th Jožef Stefan International Postgraduate School Students Conference, May 2012.



Carolina Fortuna is a senior research assistant and a PhD student working at the Department of Communication Systems and SensorLab. Her research is interdisciplinary focusing on semantic technologies with applications in modelling of communication and sensor systems and on combining semantic technologies, statistical learning and networks for analyzing large datasets. She has actively participated in FP6 and FP7 projects (FP7 CREW-IP, FP7 ACTIVE-IP, FP7-REGPOT-AgroSense, FP7 PlanetData-NoE, FP6-IST-CAPANINA) and gained industry experience by interning with Bloomberg LP and Siemens PSE.



Marko Grobelnik is an expert in the areas of analysis and knowledge discovery in large complex databases. In particular, the areas of expertise comprise: Data Mining, Text Mining, Semantic Technologies, Network Analysis, and Complex Data Visualization. Marko collaborates with major European and US academic institutions and consults industries such as British Telecom, Microsoft Research, Nature, New York Times, Bloomberg, and Accenture. Marko is author of several books in the area of machine learning, data mining and semantic technologies and authors of many scientific papers. He is also W3C AC representative for IJS, CEO of the company Quintelligence and founder of the company Cycorp Europe.

Sistem video detekcije za razpoznavanje karakteristik prometnega toka v križiščih

mag. Jure Pirc, udig, Traffic design d.o.o., Ljubljana

Abstract — This article explains the implementation and usage of video detection system to control and manage traffic flows in the signalized intersection.

Keywords — video detection, video image processing, video detection in intersection

Povzetek — Članek predstavlja prvo produkcijsko implementacijo sistema video detekcije v križiščih na območju mestne cestne mreže v Sloveniji.

Ključne besede — video detekcija, procesiranje video slike, video detekcija v križiščih

detektorji so krmiljena bodisi polno prometno odvisno, bodisi delno prometno odvisno. Prometno odvisna križišča so krmiljenja preko semaforkega kontrolerja, na katerega so povezani detektorji prometa. Semaforke krmilnik v realnem času pridobiva podatke od detektorjev prometa in na podlagi le-teh krmili križišče z namenom optimiziranja prepustnosti prometnega toka na samem križišču.

I. UVOD

V sklopu projekta reambulacije krmilnih programov in nadgradnje krmilnikov semaforiziranih križišč na cesti Staneta Žagarja in delu Oldhamske ulice v Kranju, je bil vzpostavljen sistem video detekcije, ki s pomočjo procesiranja video slike zagotavlja vhodne podatke semaforke krmilnikom z namenom prometno odvisnega krmiljenja glavne kranjske prometne žile, ki se razteza od Mercator centra do glavne mestne bolnišnice.

II. OPIS PROBLEMATIKE

Semaforji na križiščih so postavljeni z namenom dodeljevanja prednosti vozilom iz različnih smeri. Prvotni sistemi semaforiziranih križišč so delovali brez sistemov za detekcijo vozil: krmilni programi so bili predpripravljeni, pri čemer je vsaka smer dobila preddefinirano mero zelene luči. Zaradi njihove neprilagodljivosti spremembam prometnih vzorcev in prometnega povpraševanja so povzročali zamude, povečano onesnaževanje zraka ter porabo goriva in vsesplošno nejevoljo med vozniki.



Slika 1: Postavitev video detekcijske kamere na semaforke bič

Večina danes nameščenih in delujočih semaforke sistemov je že opremljena s sistemi za detektiranje prometnih tokov na različnih smereh v križiščih. Križišča opremljena z



Slika 2: Postavitev video detekcijske kamere na semaforke bič

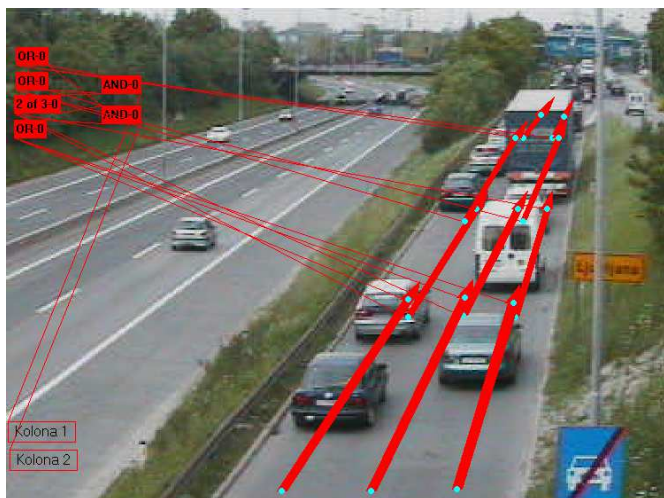
Do predkratkim so bili v križiščih najpogosteje uporabljeni detektorji induktivne zanke, nameščene v vozišču, ki detektirajo vozila ob prevozu zanke. V zadnjih letih pa se je na cestnih mrežah tako v tujini kot tudi pri nas zelo uveljavilo zaznavanje parametrov prometnega toka s pomočjo procesiranja video slike, t.i. video detekcijo. Vse več razlogov namreč napeljuje na uporabo sistemov video detekcije v križiščih vključujoč pocenitev video detekcijske opreme ter povečana zanesljivost in natančnost video detekcije.

Inženirja, ki analizira promet na cestni mreži, pogosto zanima tudi stanje prometa vzdolž prometnice ali na določenem cestnem odseku in ne le na preseku ceste, kjer je podatke mogoče pridobivati s točkovnimi senzorji. Zaznavanje prometnih parametrov na širšem območju pa je omogočeno prav s sistemi video detekcije. Čeprav je bilo storjenega veliko v razvoju algoritmov za monitoring prometnih podatkov s konvencionalnimi senzorji, procesiranje video slike dodatno ponuja tudi možnost

avtomatske detekcije pojavov na cesti, ki so za upravljanje prometa nujno potrebni, kot so pravočasno odkrivanje čakalnih vrst, zastojev in ostalih nepredvidljivih dogodkov.

III. SISTEM VIDEO DETEKCIJE

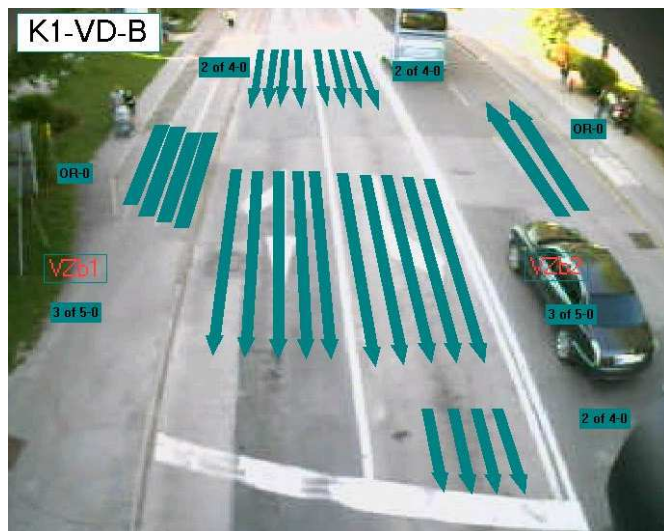
Potreba po varnejšem in hitrejšem prevozu potnikov in tovora po cestah narekuje sodobne rešitve upravljanja prometa. V ta namen mestni centri za nadzor in upravljanje prometa potrebujejo ažurne podatke o trenutnem stanju na cestni mreži. Avtomatski sistemi za zbiranje prometnih podatkov na cestah so ključnega pomena. Konvencionalni senzori, npr. najštevilneje uporabljene induktivne zanke, merijo omejeno število parametrov na specifičnih lokacijah (točkovni senzori), njihova vgradnja in vzdrževanje pa sta draga in zahtevata zaporo vozne površine.



Slika 3: Zaznavanje prisotnosti vozil s pomočjo sistema video detekcije

Sistem video detekcije odlikujejo naslednje lastnosti:

- Visoka zanesljivost zaznavanja parametrov prometnega toka,
- Namestitev kamere poteka pretežno nad terenom, tako da v času namestitve in vzdrževalnih posegov ne motimo prometa,
- Brezžično zaznavanje prometnega toka, v nasprotju z detektorji v vozišču,
- Možnost pretvorbe video in podatkovnih podatkov v različne signale za prenos na daljavo.



Slika 4: Video detekcijski sistemi so lahko poceni in učinkovita alternativa za induktivne zanke v križiščih. Z eno samo centralno nameščeno vide detekcijsko kamero lahko pokrijemo več pasov ene smeri v križišču. Pravtako lahko na enem pasu postavimo več virtualnih detektorjev.

Prednost uporabe sistema video detekcije napram tehnologijam vgrajenim v vozišče:

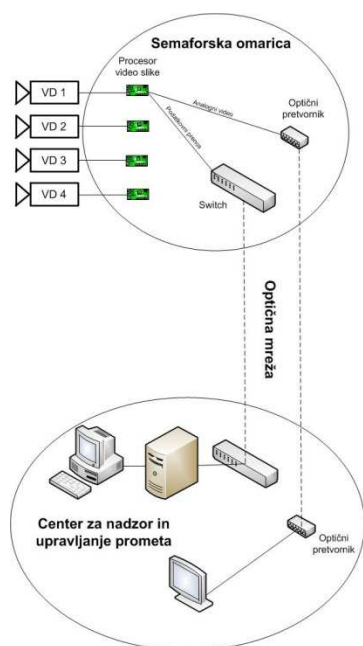
- Namestitev in vzdrževanje detektorjev brez poškodb vozišča in posegov v voziščno konstrukcijo,
- Namestitev in vzdrževanje sistema brez večjih motenj tekočega prometa,
- Nemotena uporaba sistema ob rekonstrukciji oz. obnovi prometnice,
- Možnost prikaza in enostavnega urejanja detekcijskih mest kamere (navidezni-virtualni detektorji),
- Velika širina zaznavnega območja na dolgem odseku vozišča (do šest pasov),
- Navidezne detektorje je enostavno prilagoditi novemu prometnemu režimu brez dodatnih posegov v voziščno konstrukcijo (enostavna rekonfiguracija detektorjev),
- V času spreminjanja detektorjev lahko promet poteka nemoteno,
- Enostavna (vizualna) kontrola in kalibracija detektorjev.



Slika 5: Procesor video slike, nameščen v semaforški omarici

IV. MOŽNOST NAVEZAVE PODATKOV IN VIDEO SLIKE NA CENTER ZA NADZOR IN UPRAVLJANJE PROMETA

S sistemom video detekcije lahko daljinsko komuniciramo preko ethernet mreže, kar omogoča pregled delovanja in konfiguriranje virtualnih detektorjev na daljavo iz centra za nadzor in upravljanje prometa. Detektorska kartica omogoča prikaz žive video slike s prisotnostjo virtualnih detektorjev in brez prisotnosti virtualnih detektorjev, ki jih s pomočjo optičnih pretvornikov in optične mreže pravtako lahko pripeljemo na zaslone v center za nadzor in upravljanje prometa.



Slika 6: Možnost navezave na nadzorni center

V. ZAKLJUČKI

Sistem video detekcije predstavlja alternativo pri nas največkrat uporabljenim induktivnim zankam, za detektiranje parametrov prometnega toka v križiščih. Sistemi video detekcije omogočajo optimalno krmiljenje prometnih tokov v križiščih, hkrati pa operaterjem v nadzornih centrih omogočajo pregled nad dogajanjem na mestni cestni mreži s pomočjo žive video slike.

Uporaba video senzorjev in video analize pri spremljanju pretoka prometa in ljudi v pametnih mestih

Janez Zaletelj, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
Jurij F. Tasič, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
Robert Rijavec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana

Abstract — To enable intelligent management of traffic and people in smart environments, an up-to-date and reliable information on traffic and person flow is necessary. Automated video analysis using real-time video streams from surveillance cameras is an ever more viable solution which can provide reliable traffic and person measurements. The paper presents usage scenarios of video analysis for measuring traffic flow of people and vehicles. Requirements for video cameras and processing hardware are outlined. The focus is on the functionalities and reliability of video based measurements with respect to real-world conditions. Usage scenarios from automated traffic violation detection to automated person tracking are outlined.

Keywords — automated video analysis, person detection and tracking, automated traffic monitoring

Povzetek — Za pametno upravljanje storitev v mestih je nujno zagotavljati pravočasne, sprotne in zanesljive informacije o pretoku vozil in ljudi na posameznih lokacijah. Pri tem je čedalje bolj atraktivna uporaba video kamer in avtomatizirane analize video signalov, ki z naraščanjem procesne moči (tudi na sami kameri) in izboljšavo algoritmov postaja uporabna v realnih situacijah. Predstavili bomo scenarije analize video signalov za spremljanje pretoka vozil in pešcev na cestah in v križiščih, ter scenarije spremljanja gibanja ljudi v mestu ter v pametnih zgradbah. Prikazali bomo zahteve za postavitev in zmogljivost kamer ter zahteve glede zmogljivosti procesiranja za delovanje v realnem času. Osredotočili se bomo na funkcionalnosti in zanesljivost algoritmov analize ter na težave pri delovanju v realnem nekontroliranem okolju. Predstavili bomo možnost uporabe rezultatov analize ljudi in prometa pri načrtovanju in upravljanju, ter pri nadzoru varnosti v mestih, pri čemer se srečujemo z možnostmi avtomatskega zaznavanja kršitev pravil v primeru vozil, ter avtomatskega sledenja gibanja oseb in detekcije neželenih dogodkov.

Ključne besede — video analiza, video kamere, analiza prometa, sledenje ljudi

I. UVOD

Za pametno upravljanje storitev v mestih je nujno zagotavljati pravočasne, sprotne in zanesljive informacije o pretoku vozil in ljudi na posameznih lokacijah. Pri tem je čedalje bolj atraktivna uporaba video kamer in avtomatizirane analize video signalov, ki z naraščanjem procesne moči (tudi na sami kameri) in izboljšavo algoritmov postaja uporabna v realnih situacijah. Predstavili bomo scenarije analize video signalov za spremljanje pretoka vozil in pešcev na cestah in v križiščih, ter scenarije spremljanja gibanja ljudi v mestu ter v pametnih zgradbah. Prikazali bomo zahteve za postavitev in zmogljivost kamer ter zahteve glede zmogljivosti procesiranja za delovanje v realnem času. Osredotočili se bomo na delovanje, funkcionalnosti in zanesljivost algoritmov analize ter na težave pri delovanju v realnem nekontroliranem okolju. Predstavili bomo možnost uporabe rezultatov analize ljudi in prometa pri načrtovanju in upravljanju, ter pri nadzoru varnosti v mestih, pri čemer se srečujemo z možnostmi avtomatske detekcije kršitev pravil v primeru vozil, ter avtomatskega sledenja in določanja dogodkov oseb.

II. VIDEO SENZORJI IN MOŽNE APLIKACIJE

Postavitev video kamere ter njene karakteristike, predvsem ločljivost ter zorni kot, bistveno vplivajo na možnosti uporabe video posnetka za analizo. Pri tem lahko ločimo več različnih tipičnih postavitev, ki se uporabljajo v različnih scenarijih opazovanja prometa ter ljudi.

Običajna zunanja postavitev video nadzornih kamere pomeni enojno kamero (z enim objektivom in senzorjem) s fiksnim področjem opazovanja, objektiv pa vključuje avtomatsko zaslonko za kompenziranje spreminjanja svetlobe, ter morda dodatno IR osvetlitev za nočno gledanje. Motorizirane kamere imajo možnost spreminjanja območja opazovanja in zooma, obstajajo pa tudi kamere z več objektivami, ki opazujejo hkrati celotno področje 360 stopinj. Posebne kamere kot npr. Arecont Vision AV 3130M vsebujejo 2 senzorja in objektiv, 3MPix barvno za dnevne pogoje in 1.3 Mpix črno-belo za nočne pogoje, s čimer lahko kamera doseže veliko nočno občutljivost 0.01 lux pri F1.4.

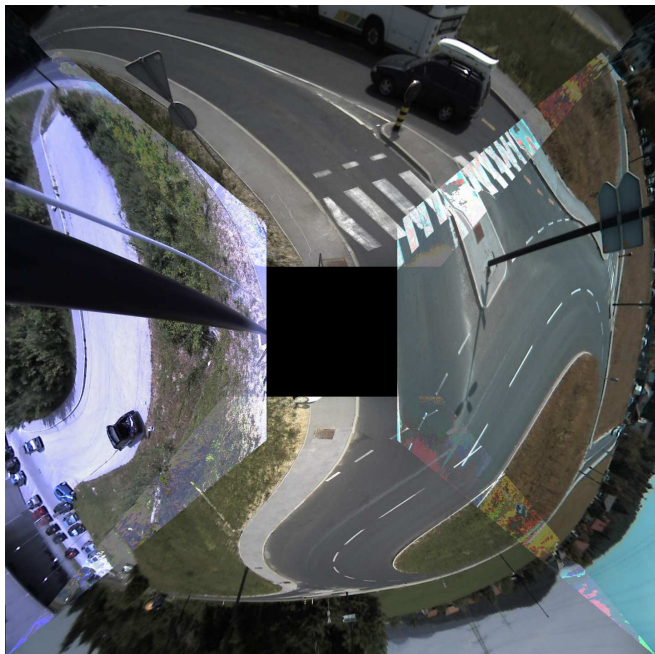
Tabela 1: Videonadzorne zunanje kamere

Tip	Ločljivost	Slik/sek
CCTV (PAL)	720x576	25
IP 2 MPix	1600x1200	15-20
IP 5 MPix	2592*1944	5-15

Pri kamerah velja, da lahko za enako ceno dobimo nižjo ločljivost ter višje štev. slik na sekundo, ali obratno. Ločljivost je predvsem pomembna, če želimo opazovati večje področje, ter identificirati posamezno vozilo (npr. tip) ali osebo, kjer potrebujemo čim natančnejšo sliko vsakega objekta. Pri sledenju gibanja vozil in pešcev pa ločljivost ni tako pomembna, pomembnejše je zadostno število slik na sekundo, sicer ne moremo zanesljivo slediti gibanju posameznega objekta.

Pri opazovanju pretoka prometa je običajna postavitev kamere na večji višini (ptičja perspektiva). Pri enojni kameri mora biti ta postavljena dovolj daleč, da lahko zajame celotno opazovano področje (npr. križiče).

Možno pa je uporabiti panoramsko kamero s pokrivanjem 360 stopinj, ki je lahko postavljena blizu ali v centru križišča. Kamera Arecont Vison AV8360 je opremljena s štirimi senzorji, pri čemer je za analizo prometnih tokov v krožišču potrebno posamezne slike združiti. Vsaka od 4 kamer namreč vidi svoj del 360 stopinjskega vidnega polja, poleg tega pa se delno tudi prekrivajo (slika 1). Vsako sliko je potrebno ustrezno obdelati in geometrijsko prilagoditi, s čimer zmanjšamo efekt perspektive (objekti blizu so relativno večji na sliki kot bolj oddaljeni) ter omogočimo združevanje.



Slika 1: Geometrijsko združena slika s panoramske kamere s 4 senzorji.

Pri spremljanju oseb pa lahko ločimo nekaj specifičnih scenarijev uporabe, ki tudi definirajo postavitev kamere za doseganje optimalnih rezultatov:

- **Področje:** opazovanje oseb na večjem področju (npr. parkirišče, cesta, trg). Kamera je nameščena čim višje in pokriva celotno področje, kar pomeni, da so posamezniki na sliki majhni (pod 10% višine). Možno je ugotavljati prisotnost oseb, gostoto oseb, sledenje gibanja posameznika je možno le v primeru malo oseb. Možno je bolj statistično kot eksaktno ugotavljati pretok oseb.
- **Prehod:** opazovanje ljudi v prehodu (hodnik, cesta), kjer je možno paralelno gibanje več ljudi, ter gibanje ljudi v gruči. V tem primeru lahko senzor gleda navpično s stropa (tlorisni pogled), ali je usmerjen paralelno s prehodom. Pojavi se velik problem možnega zakritja ljudi v ozadju in s tem napačne ocene števila prehodov oseb. Možno je slediti gibanju posameznika ter ugotavljati

možne nevarne situacije (nadzor prehoda čez žel. progo, nadzor prehodov za pešce).

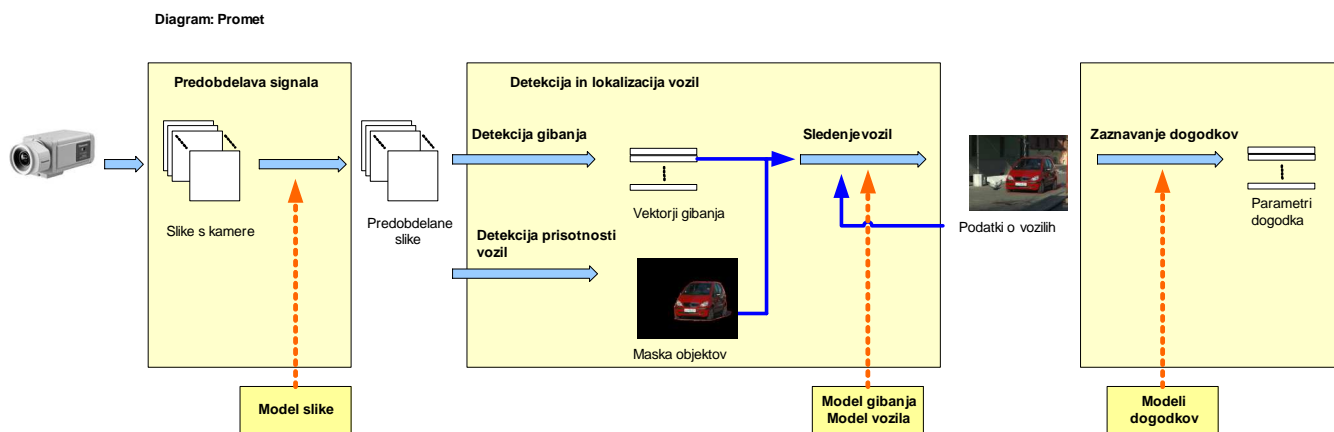
- **Koridor:** zanesljivo štetje ljudi pri vstopu ali izstopu zahteva, da se ljudje gibljejo v nekem točno definiranim koridorju, posamezno, ter v isto smer. Kamera lahko snema od strani, ali od zgoraj, ter v enem trenutku posname enega posameznika.
- **Obraz:** snemanje in identifikacija posameznika na podlagi biometričnih značilnosti obraza ali videza zahteva, da oseba gleda proti kameri, kamera je usmerjena v obraz čim bolj pravokotno, s čimer zajemamo čim bolj frontalno sliko osebe.

III. VIDEO ANALIZA ZA DETEKCIJO IN SLEDENJE OBJEKTOV

Okvirni diagram video analize v primeru prometa je prikazan na sliki Slika 2. Postopek sicer velja splošno, tudi v primeru detekcije in sledenja ljudi z uporabo posameznih specifičnih algoritmov detekcije oseb in detekcije obrazov. Posamezne slike v video signalu kamere se najprej po potrebi obdelajo z geometrijskimi ali svetlostnimi transformacijami (A). Sledi postopek detekcije objektov na osnovi detekcije sprememb scene (B), katerega rezultat je združena maska potencialnih objektov. Paralelno lahko izvajamo postopke ocene vektorjev gibanja (C), ki nam dajejo neodvisno informacijo o verjetnem premiku posameznih segmentov slike. Sledi postopek lokalizacije posameznih objektov v maski objektov (D), ter primerjava položajev teh objektov s shranjenimi položaji objektov iz predhodne slike, s čimer zagotovimo sledenje posameznega objekta v času in prostoru slike (E). Na osnovi sledenja objektov v sliki lahko detektiramo dogodke (F), kot so pojav novega vozila, prehod skozi detektor, klasifikacija objekta.

A. Predobdelava slik

Postopek predobdelave slik je lahko potreben v nekaterih primerih, če želimo odstraniti geometrijska ali druga popačenja nastala v video kameri. Zaradi snemanja scene pod kotom dobimo popačenje perspektive, da so bolj oddaljeni objekti vizualno manjši. Pogosto želimo popraviti sliko na ta način, da je velikost objekta v pikslih sorazmerna realni velikosti objekta ne glede na to, kje v sliki se ta nahaja. V tem primeru sliko transformiramo z ustrezno perspektivno transformacijo, ki skrči bližnji (spodnji) del in razširi zgornji del slike. Drugi primer predobdelave je podan na sliki 1, kjer vidimo potrebo združevanja slik s štirih senzorjev, pri čemer je vsako potrebno geometrijsko ustrezno transformirati. S predobdelavo želimo sliko normalizirati, da je nadaljnja analiza čim enostavnejša.



Slika 2: Postopek obdelave video signala od video kamere do zaznavanja dogodkov.

B. Izračun maske objektov na podlagi sprememb scene

Namen algoritma zaznavanja sprememb scene (*change detection*) [2,3] je določiti masko področij, kjer je prišlo do odstopanja od ozadja, pri čemer predpostavljamo, da je vzrok za to prisotnost iskanega objekta (npr. vozila) na tem mestu. Trenutno sliko odštejemo od slike ozadja (postopek se imenuje *background subtraction*) in v maski podamo območja, kjer je bilo odstopanje vrednosti slikovnih elementov dovolj veliko (primeri slika 4).



Slika 3: Maska objektov v PAL resoluciji, oddaljena vozila so zelo majhna, napake senc in pri občestni svetilki.

Postopek dobro deluje, v kolikor se iskani objekt barvno ali svetlostno dovolj razlikuje od ozadja, ter je šum slike dovolj majhen (manjši od nastavljenega praga). Do napak pa prihaja, kadar se gibljejo sicer fiksni objekti ozadja (npr. veje v vetru), ali kadar prihaja do naglih sprememb osvetlitve (npr. zatemnitev zaradi oblaka). Postopek sicer vključuje prilagajanje slike ozadja, vendar se to prilagajanje odvija na počasne spremembe osvetlitve ali spremembe v sami sceni.

Tudi ob idealnih svetlobnih in vremenskih pogojih pa ostaja glavna težava postopka, da maska objekta zajema poleg objekta tudi njegovo senco (slika 3, 4), ter da se več bližnjih objektov združi ter jih v maski ne moremo ločiti med sabo. Za odstranjevanje senc sicer lahko uporabimo postopke, ki odstranijo sive dele maske, vendar pogosto s tem izgubimo tudi dele samega iskanega objekta. Pogosto pa pri raznobarnih objektih prihaja tudi do lukenj v maski, kadar je del enake barve kot ozadje. V maski objektov torej dobimo obrise vozil, vendar pogosto združenih ter pogosto tudi z

napakami (sencami, manjkajočimi deli, ali deli ozadja), kot kaže slika 4.



Slika 4: Primeri izločenih objektov na podlagi zaznavanja sprememb, vidne so napake objektov (vir [3]).

C. Detekcija gibanja

Postopek detekcije gibanja ocenjuje najverjetnejši premik bloka slike med dvema zaporednima slikama. V primeru uporabe postopka bločne ocene gibanja (*block-based motion estimation*) razdelimo sliko na enake bloke ter dobimo za vsak blok oceno premika, ki pa ni zanesljiva za bloke, ki so enakomerni ali kjer se enak vzorec pojavlja tudi v okolici. Boljši je postopek ocene gibanja s piramidnim Lucas-Kanade postopkom, kjer najprej detektiramo značilne točke, potem pa ocenjujemo njihov premik med slikami.

Rezultat postopka je bolj ali manj gosta mreža vektorjev premika blokov slike. Ti vektorji nam lahko služijo v kombinaciji z masko objektov za oceno premika objekta v času med dvema slikama.

D. Lokalizacija potencialnih objektov

Na osnovi maske sprememb je potrebno ugotoviti lokacije in velikosti posameznih iskanih objektov v sceni. Maska sprememb lahko vsebuje več nepovezanih regij (*blobov*), in v najpreprostejšem primeru predpostavimo, da vsaka predstavlja točno en iskani objekt. Iz maske ugotovimo obris objekta, center objekta, ter lahko še dodatne informacije o obliki in usmeritvi glavne osi objekta.

Naprednejši sistemi pri tem upoštevajo modele objektov, ki podajajo splošni izgled in druge parametre posameznih razredov objektov. V primeru sistema sledenja vozil smo uporabili splošni model vozil, katerega parametri so lokacija, dolžina in višina ter usmeritev (kot) glavne osi vozila.

Upoštevali smo model pešca, model avta in model tovornega vozila, ki so vsi podajali povprečno velikost (in ostale parametre) ter njihovo odstopanje (standardno deviacijo). S pomočjo povprečne velikosti iskanih objektov lahko tako odstranimo vse premajhne regije, za prevelike pa ugotovimo, da zelo verjetno vsebujejo več objektov.

Še naprednejši način pa pri iskanju upošteva konkretne lastnosti sledenih vozil (velikost, barvo,...), torej v novi sliki na predvidenem mestu išče pojavitev vozila (objekta) iz prejšnje slike, in na ta način oceni njegovo novo lokacijo.

Kot rezultat postopka dobimo vektorje meritev Z_k za vsak objekt, ki vsebujejo najmanj lokacijo centra objekta (x, y) , lahko pa še dodatne parametre, npr. kot glavne osi in velikost objekta.

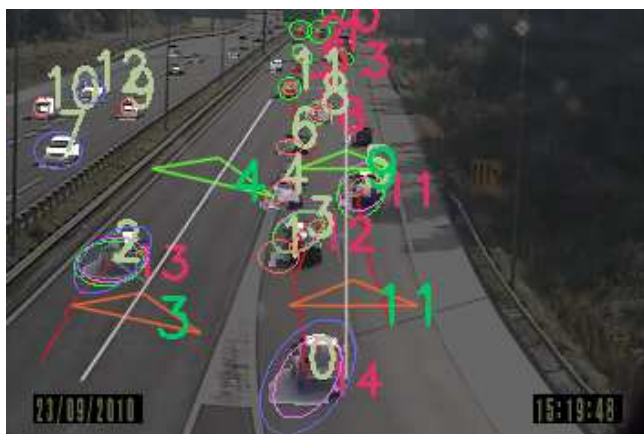
E. Sledenje objektov

Namen sledenja objektov je določiti njihovo stanje v času, kar v najpreprostejšem primeru pomeni določitev gibanja (lokacije) objekta v prostoru slike skozi čas.

Stanje posameznega objekta k v trenutku t podamo z vektorjem $X_k^t = [x_k, y_k, v_k^x, v_k^y]^T$. V tem primeru, uporabljenem tudi v našem sistemu sledenja, zajema stanje poleg lokacije tudi hitrost objekta. Hitrost potrebujemo, ker uporabljeni *model gibanja objekta* temelji na ohranjanju konstantne hitrosti. Model gibanja s konstantno hitrostjo nam s pomočjo enačb Kalmanovega filtra omogoča napoved nove lokacije objekta iz predhodne lokacije z upoštevanjem hitrosti in pretečenega časa. Spremembo hitrosti omenjeni model upošteva samo kot šum.

Prednost uporabe Kalmanovega filtra s konst. hitrostjo pri sledenju objekta je v tem, da nam zgladi trajektorijo objekta, ker sicer meritve centra objekta odstopajo od pravih vrednosti zaradi različnih razlogov. V primeru zakritja objekta nam omogoči predikcijo gibanja v naprej tudi brez dejanskih meritev.

Hkrati pa je predpostavka konstantne hitrosti tudi njegova slabost, saj v primeru bistvene pospešitve ali zaustavitve objekta ne more hitro prilagoditi detektiranega stanja (pozicije) dejanskemu stanju. Takrat se trajektorija vozila ali pešca ne ujema pravilno z dejanskim gibanjem.



Slika 5: Sledenje vozil in detektorji prehodov.

Filtrirana (zglajena) trajektorija vozila je prikazana na sliki 5 kot rdeča črta. Na sliki 5 lahko za posamezno vozilo razberemo njegovo stanje (lokacija, velikost, usmeritev) v obliki elipse: roza elipsa prikazuje izmerjeno stanje na podlagi trenutne slike (meritev), zelena elipsa prikazuje ocenjeno stanje (postopek sledenja), vijolična elipsa pa

predvideno stanje glede na model standardne velikosti vozila. Rdeče številke prikazujejo zaporedno številko vozila, medtem ko zelene številke predstavljajo število detektiranih prehodov vozil na posameznem detektorju.

F. Detekcija dogodkov in klasifikacija objektov

Na podlagi časovne sledi (trajektorije) gibanja objekta lahko definiramo in detektiramo različne dogodke. *Pojavitev novega objekta* se detektira ob začetku sledenja, ob tem ko vozilo zapusti vidno polje kamere, detektiramo izginjanje objekta. Sled pa nam lahko po dodatni analizi pove več tudi o sami pravilnosti vožnje vozila ali o gibanju človeka.

V sistemu sledenja vozil pa smo na prometnih pasovih uporabili še dodatne *detektorje prehodov* na podlagi sledi vozila (slika 5). Detektor deluje tako, da v določenem območju detektira prisotnost in smer gibanja objekta, ter v primeru prehoda v ciljni smeri poveča števec objektov. S kombinacijo detektorjev prehodov lahko ugotovimo število vozil, ki zavijajo iz dane smeri križišča v ciljno smer.

Klasifikacija omogoča razpoznavo posameznega objekta v nekaj vnaprej definiranih kategorij objektov na podlagi njegovih izmerjenih lastnosti (stanja). V primeru analize prometa smo uporabili preprost model lastnosti na podlagi normirane velikosti ter usmeritve glavne osi. Podane so bile velikosti in odstopanja kategorij objektov pešec, avto in tovorno vozilo.

IV. UPORABA VIDEO ANALIZE V PROMETU

Video analiza sledenja objektov je na področju upravljanja prometa uporabna za različne namene, od monitoringa gostote prometa (štetje prehodov, čas prehoda, detekcija kolone...), detekcije dogodkov vozil (vožnja v napačno smer, nepravilno zavijanje ali prehitevanje) ter tudi za povečanje varnosti ljudi (detekcija osebe na prehodu, na peronu, na tirih). V okviru RR projekta [1] pa je bila uporabljena za namen štetja prometnih tokov v križiščih.

Na več križiščih in krožiščih so bili zajeti posnetki resolucije 3 MPix, kamera je bila postavljena ob rob križišča na višini 4m. Zaradi relativno nizke višine je zelo izrazit problem perspektive, da so bližnji objekti zelo veliki, oddaljeni pa zelo majhni. Postavitev kamere tudi omejuje doseg analize (koliko oddaljena vozila lahko uspešno sledimo), vendar je postavitev zadoščala za pokrivanje vseh cest v manjšem križišču in krožišču.

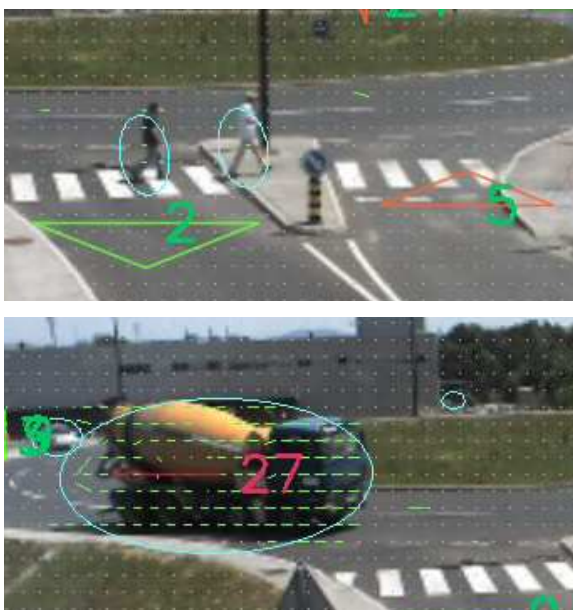
Programska oprema omogoča spremljanje rezultatov analize v živo. V ta namen so na vhodni sliki vizualizirani različni elementi analize:

- Regije detekcije objektov so predstavljene s trikotnikom, ki kaže v smer vožnje. Na sliki so vhodne regije rdeče, izhodne so zelene.
- Vsaka regija prikazuje število prehodov vozil.
- Prikazani so vektorji gibanja, ki služijo za oceno gibanja in hitrosti vozil.
- Vozila so prikazana z modro elipso, hkrati je prikazana tudi zaporedna številka vozila (rdeče).
- Prikazana je trajektorija vozila v času (rdeča črta).
- Prikazan je čas analize.

Trenutno uporabljeni algoritmi zahtevajo določene pogoje za optimalno delovanje, sicer lahko prihaja do napak detekcije in štetja vozil. Do napak sledenja in štetja prihaja pri naslednjih pogojih:

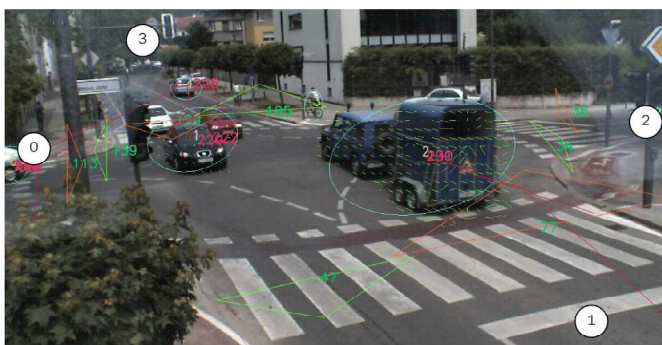
- Majhni vizualni velikosti vozila (en krak križišča je zelo oddaljen od kamere, vozila so na sliki majhna)
- Nizkem kotu snemanja na vozišče – čim višje je kamera, bolj je algoritem zanesljiv.
- Prenizki resoluciji (ločljivosti) kamere (slika 5).
- Slabi vidljivosti (ponoči, megla, dež)
- Gost promet, kjer prihaja do prekrivanja in zakrivanja vozil.
- Pešci lahko zmotijo detekcijo vozil na vozišču.
- Sonce, odbleske, sence, veje lahko detektiramo kot potencialne objekte.
- Veter oziroma premikanje kamere moti detekcijo.

Možno je detektirati tudi udeležence v prometu, ki niso na vozišču, npr. pešce na pločniku ali prehodu za pešce. S postavitvijo detektorjev bi lahko nadzorovali prehode za pešce.

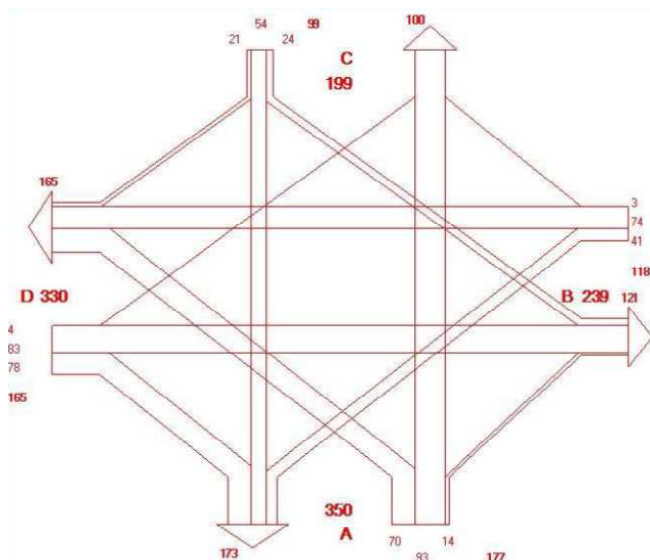


Slika 6: Sledenje vozila (spodaj) in slednje oseb (zgoraj).

Rezultati analize omogočajo za vsako vozilo določiti ID vozila (zapor.številkta vozila), tip vozila, številko in čas prehoda vhodne regije, ter številko in čas prehoda izhodne regije. S podrobnejšo analizo teh podatkov lahko ugotovimo, koliko vozil je v opazovanem času v križišču zavijalo v različne možne smeri, ter koliko časa so se zadrževala v križišču, kar prikazuje slika 7.



Slika 7: Analiza prometa v križišču, označene so smeri.



Slika 8: Rezultati štetja prometnih tokov (vir [1]).

V. VIDEO ANALIZA PRI SPREMLJANJU LJUDI

Pri spremljanju gibanja oseb lahko identificiramo nekaj specifičnih algoritmov v posameznih fazah analize. V fazi D za detekcijo položaja osebe lahko uporabimo dodatne algoritme, ki na podlagi iskanja slikovnih vzorcev določijo položaj človeka, npr. z metodo Histogram of Oriented Gradients [4]. Druga pomembna metoda je zaznavanje obrazov oseb s pomočjo Viola-Jones kaskad [5], ki ga lahko uporabimo, kadar imamo slike z dovolj visoko resolucijo, kajti za detekcijo obrazov potrebujemo obraz velikosti najmanj 24x24 pikslov. Pri obrazih si lahko dodatno pomagamo z modelom barve kože, s čimer izboljšamo detekcijo in sledenje tudi v primerih, ko je oseba obrnjena stran od kamere.

S kombinacijo maske sprememb, modela barve kože in vzorcev obraza (Viola Jones detektor) ter Kalmanovega filtra za sledenje smo dosegli uspešno sledenje oseb pred kamero (slika 9), pri čemer vsaki osebi dodelimo svojo identifikacijsko številko ter merimo čas, ko se oseba nahaja v opazovanem območju.



Slika 9: Sledenje oseb na podlagi obrazov.

Spremljanje oseb je uporabno na celi vrsti področij. Detekcija osebe v prepovedanem območju se uporablja pri klasičnem varnostnem video nadzoru področja, npr. v nočnem času, kjer ne sme priti do prisotnosti neznanе osebe. Video analiza zagotavlja zanesljivo alarmiranje v primeru dogodka.

Natančna ocena števila ljudi v zgradbi (prostoru) je pomembna v primeru javnih zgradb, kjer ponekod že zakonodajalec zahteva od upravljalca natančno logiranje vstopa in izstopa oseb. Ocena števila ljudi v zgradbi ali prostoru se lahko uporabi za prilagajanje parametrov prezračevanja in ogrevanja ter osvetlitve ter s tem omogoča učinkovitejšo porabo energije.

Spremljanje kupcev v trgovskih centrih na posameznih točkah ali na vstopih v trgovine omogoča detaljne analize strank ter učinkovitosti prodaje, reklamiranja ipd. Spremljanje kupcev v čakalni vrsti omogoča prilagajanje števila odprtih blagajn. Spremljanje spola in starosti kupcev omogoča analizo prodaje in načrtovanje v trgovini.

VI. ZAKLJUČEK

Video analiza postaja pomembno orodje pri spremljanju tokov prometa in ljudi v realnem času, saj so zmogljivosti kamer, strojne opreme, ter algoritmov analize dosegle nivo, ki omogoča tudi komercialno uporabo.

V okviru študije Prometnotehničnega inštituta FGG [1] so bili predstavljeni algoritmi video analize uporabljeni za analizo video posnetkov prometa v križiščih in krožiščih, pri čemer je bila naloga ugotoviti prometne tokove v različnih smereh. Rezultati so pokazali, da trenutna stopnja razvoja algoritmov omogoča natančnost štetja do 90% ob ugodnih vremenskih pogojih, ob tem pa omogoča dodatne analize glede na možnost prikaza sledi vozil. Glavne težave, ki omejujejo uporabnost video analize, pa ostajajo spremenljivi zunanji pogoji video snemanja (osvetlitev, nočni čas, padavine, megla).

ZAHVALA

Rezultati predstavljeni v članku so delno nastali v okviru RR projekta Alternativne metode zaznavanja prometnega toka v območju križišč, financiranega s strani Ministrstva za promet in Direkcije RS za ceste.

LITERATURA

- [1] "Alternativne metode zaznavanja prometnega toka v območju križišč", Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Prometnotehniški inštitut, Ljubljana, 2009
- [2] A. Cavallaro and T. Ebrahimi, "Video object extraction based on adaptive background and statistical change detection", Proceedings of SPIE Electronic Imaging – Visual Communications and Image Processing, str. 465-475, 2001.
- [3] Matej Nastran, "Zaznavanje sprememb v zaporedju slik", diplomsko delo Fakulteta za elektrotehniko UL, 2005
- [4] N. Dalal, B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection", IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), page 886-893, 2005
- [5] P. Viola, M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features". IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 905-910, Hawaii, 2001.



Janez Zaletelj je doktoriral l.2005 na Univerzi v Ljubljani. Zaposlen je kot višji predavatelj na Fakulteti za elektrotehniko UL, kjer predava predmete Personalizacija, Obdelava zvoka, slik in videa ter Objektno programiranje. Raziskovalno deluje na področjih video analize, razpoznavanja objektov in naravnih uporabniških vmesnikov.



Robert Rijavec ima več kot 15 letne izkušnje planiranja, načrtovanja in upravljanja cest ter apliciranja geografskih informacijskih sistemov v prometno inženirstvo. V zadnji dekadi se je specializiral na področju ITS (inteligentni transportni sistemi in storitve) v cestnem prometu. Že večkrat je bil projektni vodja raznih raziskovalnih in strokovnih nalog. Omeniti velja strokovne podlage za Nacionalni okvir ITS arhitekture v cestnem prometu - SITS-A-C in strokovne podlage za ustanovitev ter funkcionalnost Nacionalnega centra za upravljanje prometa - NCUP. Trenutno je eden od vodilnih svetovalcev pri pripravi dokumenta o Strategiji ITS v Republiki Sloveniji. Trenutno opravlja delo asistenta za področje Prometno inženirstvo pri Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo. Po drugi strani pa je ponosen na vodenje S-ITS, Slovenskega društva za inteligentne transportne sisteme, ki promovira in podpira razvoj ter implementacijo omenjenih sistemov in storitev v Sloveniji in EU.



Elektrotehniška zveza Slovenije
Slovensko društvo za elektronske komunikacije SIKOM