

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/48



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L5-4282
Naslov projekta	Matematično modeliranje in informatizacija procesov logističnega sistema poštne storitev
Vodja projekta	1467 Vladimir Batagelj
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3211
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	101 Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	2886 NIGRAD javno komunalno podjetje d.d. 2975 ABELIUM d.o.o., raziskave in razvoj 7097 Univerza na Primorskem, Fakulteta za management
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	5 DRUŽBOSLOVJE 5.02 Ekonomija 5.02.01 Ekonomske vede
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	5 Družbene vede 5.02 Ekonomija in poslovne vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

V prijavi je bil projekt zastavljen širše (celotna logistika podjetja Nigrad d.d.). Odboren je bil v reduciranem obsegu - osredotočili smo se na obravnavo logističnega podsistema zimske službe tega podjetja, ki sicer skrbi za vzdrževanje cestnega omrežja Mestne občine Maribor. Zimska služba se izvaja v posebnih razmerah in zaradi nenehnih sprememb pogojev in težkih razmer predstavlja kompleksen razvojno-raziskovalni izziv.

V sodelovanju z ustreznimi službami znotraj Nigrada smo najprej pridobili in uredili ustrezne podatkovne zbirke (GIS cestno omrežje, GPS sledi, plužni plani, poslovni podatki), s pomočjo katerih smo lahko kasneje izvedli ekonomske analize ter nad njimi razvili analitične in

optimizacijske metodologije in algoritme. Tekom projekta je bila razvita zbirka informacijskih orodij za hranjenje, obdelavo, analitiko in vizualizacijo nad omenjenimi vrstami podatkovij, kot tudi orodij za komunikacijo in integracijo z mobilnimi napravami. Kot pomembnejše dosežke lahko izpostavimo še razvoj lastnega hevrističnega optimizacijskega algoritma za izvedbo plužnih planov, razvoj analitične metodologije za analizo dela zimske službe, razvoj metodologije za vizualizacijo izvedbe, razvoj lastnega algoritma za projiciranje GPS sledi na cestno omrežje ter prikaz potencialov za optimizacijo dela zimske službe, ki presega 20 %.

Razmišljanje o ekonomski izrabi rezultatov projekta nas je privedlo do usmeritve v razvoj novega produkta route.Plexor. Intenzivni razvoj na osnovi rezultatov raziskav je bil po koncu projekta v drugi polovici 2014 motiviran z odločitvijo, da se v letu 2014 v procese zimske službe podjetja Nigrad d.d. uvede nova informacijska rešitev. Na ta rezultat projekta smo še posebej ponosni. Orodje route.Plexor predstavlja tudi dovolj široko zastavljeno razvojno-raziskovalno platformo, ki se dalje uporablja v okviru drugih razvojno-raziskovalnih projektov ter v okviru aplikacij za pametno upravljanje infrastrukture.

Projekt je okrepil in nadgradil sodelovanje partnerjev v konzorciju, ki se tudi po projektu nadaljuje v smeri skupnega razvoja konceptov povezanih s pametnimi mesti. Rezultati projekta so bili tudi predstavljeni na več znanstvenih in strokovnih konferencah.

ANG

In the project application the project was dealing with the complete logistics of the company Nigrad d.d.. Since it was accepted in the reduced scale we have focused on the optimization of the logistics subsystem of the winter service of the company, which is responsible for maintaining the road network of the Municipality of Maribor. Winter service is performed in special circumstances and due to the constant changes and difficult weather conditions it represents a complex research and development challenge.

In cooperation with relevant departments within Nigrad we first acquired and organized the appropriate data sets (GIS road network, GPS tracks, plowing plans, business data), through which we have later performed the economic analyses, and on the top of the data developed analytical and optimization methodologies and algorithms. A collection of software tools for storage, processing, data analytics and visualization, as well as for communication and integration with mobile devices, has been developed over the course of the project. The most important achievements include a development of our own specialized heuristic algorithm for calculation of plowing plans, development of analytical methodologies for analysis of the work of winter service, development of a methodology for visualizing its performance, development our own algorithm for the projection of GPS tracks on the road network, and showing the potential for optimizing the work of the winter service in excess of 20 %.

Thinking about the economic exploitation of the project results has led to the development of a new product route.Plexor. After the end of the project the product development intensified and we have decided to implement the solution based on the project results into the operational processes of the Nigrad's winter service in 2014. This is the result we are particularly proud of. Route.Plexor tool is also sufficiently generally designed as a research and development platform, which is being further used in the context of other research and development projects as well as in the context of applications for smart infrastructure management.

The project has strengthened and upgraded cooperation of the partners in the consortium, which continues after the project in the form a joint development of concepts related to smart cities. The results of the project were also presented at several scientific and professional conferences.

3.Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V okviru projekta smo se lotili optimiranja delovanja zimske službe, ki vključuje pluženje, posipavanje in odvoz snega na cestnem omrežju Mestne občine Maribor. Rezultati te optimizacije so in bodo uporabni tudi za druge logistične procese v podjetju Nigrad d.d. ter tudi širše v Mestni občini Maribor, saj se je v projektu natančneje popisalo cestno omrežje in dodalo ustrezno informacijsko podporo. V projektu smo prikazali tudi možnosti širše uporabe in postavili nekakšen referenčni primer. Okrepili smo razvojno in raziskovalno dejavnost pri sofinancerju na podjetju Nigrad d.d., kar se je odrazilo tudi v povečanem angažmaju na več prijavih za nacionalne in evropske projekte s strani partnerjev v projektu v različnih konzorcijih, pospešenih razvojno-raziskovalnih aktivnosti na področju pametnih mest in povečanega razvojno-raziskovalnega in inovacijskega sodelovanja med partnerji. Posredna

posledica tega sodelovanja bo tudi skupna organizacija (Nigrad, Univerza na Primorskem) mednarodne znanstvene konference ERSCP 2014 (www.erscp2014.eu) iz področja trajnostnega razvoja, v okviru katere poteka tudi delavnica na temo pametnih mest. V okviru projekta se je izvajala tudi doktorska raziskava, ki se je proti koncu zaključila z uspešno obrambo teme in okrepitevijo Nigradove raziskovalne skupine s še enim doktorjem znanosti.

Po izteku projekta sta podjetji Abelium in Nigrad pristopili tudi k nadgradnji informacijske infrastrukture in v sodelovanju s ponudnikom GPS sledenja vzpostavili funkcionalen prototipni sistem za upravljanje zimske službe, ki se v letu 2014 vpeljuje v poslovanje podjetja Nigrad d.d. Sistem omogoča planiranje dela zimske službe kot tudi nadzor nad izvedbo v obliki nadzornega centra. Izgrajen je na oblaci infrastrukturi, ki vključuje tudi integracijo mobilnih naprav v vozilih.

Projekt se je začel s fazo opredelitve dela. V tej fazi smo formirali delovno skupino. V projekt so se poleg raziskovalcev iz drugih partnerskih raziskovalnih ustanov in podjetja vključili tudi vsebinski strokovnjaki iz podjetja Nigrad (geodeti, vodja cestne službe, vodja planiranja zimske službe, vodja informatike, vodja voznega parka ter predstavnik uprave). V okviru več delovnih sestankov smo natančneje razdelali aktivnosti in problematiko dela zimske službe. Spoznali smo se z delovnimi procesi, ekonomskimi zahtevami ter zakonskimi in drugimi omejitvami. Uredili smo tudi dogovore, kar se tiče poslovne zaupnosti ter načel delovanja v povezavi z intelektualno lastnino.

Sledil je popis podatkovnih virov. Ugotovljeno je bilo, da interna geodetska služba premore kvalitetne baze podatkov o cestnem omrežju v digitalni obliki (GIS - Geolocation information system) ter kvalitetne ortofoto posnetke. Plani pluzenja v digitalni obliki so bili sestavni del delovnih procesov. Flota v podjetju je opremljena z GPS sledilniki in do podatkov je možno dostopati v realnem času. V fazi popisa smo dokumentirali podatkovne vire ter preizkusili izvedbo enostavne prototipne integracije. Analizirali smo kakovost podatkov cestnega omrežja kot tudi GPS. Pri podatkih o cestnem omrežju smo ugotovili nekaj nekonsistentnosti, nepokritosti ter anomalij. To smo dokumentirali in v nadaljevanju projekta izboljšali kvaliteto geometrijskih podatkov o omrežju v sodelovanju z geodetsko službo podjetja. Kar se tiče GPS podatkov se je tekom projekta spremenil ponudnik. Tako s starim kot z novim ponudnikom smo sklenili dogovor o direktnem pridobivanju GPS podatkov celotne flote v časovnih intervalih po 15s. To je bilo ključno za izvedbo kasnejših analiz.

Osnovni problem zimske službe je kakovostno in učinkovito čiščenje in posipavanje cest. Pri tem je potrebno imeti kontrolo nad logističnim sistemom, pri čemer se moramo izogibati podvajanju dela ter nekakovostnemu delu (npr. spregled določenih cestnih odsekov). V času pluzenja cest je potrebno ceste splužiti v čim krajšem času z obstoječo floto ustrezno opremljenih vozil. Pri tem zaradi vremenskih sprememb in možnih okvar kljub natančnemu in vnaprejšnjemu planu pluzenja pride do mnogo intervencij, ki jih je potrebno izvesti kar se da učinkovito. Eden od osnovnih izzivov je učinkovit pregled nad trenutnim stanjem v realnem času, ki omogoča vizualizacijo narejenega dela (splužene ceste) ter problematičnih (nespluženih) delov mesta. Ker vozila niso usmerjana preko navigacijskih naprav iz centralnega nadzornega centra, ampak so avtonomna in delujejo po vnaprej določenih planih s prioritetai, je ključno da imamo dober pregled nad trenutnim stanjem. Tako smo skupaj v delovni ekipi kot enega od mejnikov določili sistem za učinkovito in pregledno vizualizacijo stanja na terenu. To pa je predstavljalo osnovo za nadgradnje sistema v nadaljevanju projekta z orodji za podporo odločanju, ki temeljijo na izračunih optimizacijskih algoritmov.

Problematiko obvladovanja kompleksnosti sistema v realnem času zaradi intervencij smo modelirali s problemom uteženega razvoja po povezavah (CARP - capacitated arc routing problem), pri čemer je poleg razdalje in časa potrebno v kriterijsko funkcijo vključiti še razne druge omejitve, tipično preko mehke penalizacije. Pri tem lahko predpostavimo, da imamo v danem trenutku del cestnega omrežja že splužen. Potem nastopi nek poseben dogodek (izpad vozila, sprememba prioriteta za pluzenje, ...), zaradi katerega je potrebna intervencija. Podpora odločanju pri intervenciji se izvede preko izračuna z optimizacijskim algoritmom.

Pri razvoju optimizacijskih algoritmov smo se najprej posvetili študiju literature povezane s hevristikami za različne variacije problemov iz družine CARP. Hkrati smo preučili tudi literaturo povezano z GPS in GIS, ter ustrezne tehnologije. Naredili smo tudi grobo ekonomsko analizo potencialov vpeljave tehnologij, razvitih v tem projektu, v delovanje podjetja. Tako smo v letu 2012 najprej vzpostavili podatkovno infrastrukturo za pridobivanje GPS podatkov iz vozil v realnem času. V februarju 2012 smo med delovanjem zimske službe zajeli sledi vozil v pluznih akcijah, ki so bile osnova za analize trenutnega delovanja zimske službe.

Iz GIS podatkov o cestnem omrežju je bil že leta 2011 vzpostavljen model cestnega omrežja. A izkazalo se je, da ga je potrebno popraviti še na veliko mestih. Študije so pokazale, da so klasični GIS sistemi in formati (npr. ESRI .shp) preveč grafično in premalo logično orientirani, kar povzroča velike težave. Osredotočili smo se tudi na model, ki ga ponuja OpenStreetMap, ki je veliko bolj kombinatoričen in omogoča distribuirano popravljanje in zlivanje sprememb. Je pa zato ta model dokaj nekompatibilen s klasičnimi GIS sistemi glede uvoza podatkov, kar je pomembno, če upoštevamo, da so vsi uradni podatki (npr. iz geodetskih uprav, občin) še vedno (in še bodo) v klasičnih GIS formatih. Zato smo za potrebe projekta vzpostavili lasten verzioniran sistem, ki je zelo podoben klasičnim GIS, le da uporabljamo drugačen format shranjevanja in enega od odprtokodnih sistemov za vodenje verzij (Subversion). Urediti je bilo potrebno tudi učinkovito spletno streženje ortofoto slik. Uporabili smo t.i. "tile server" tehnologije.

Urejanje omrežja in podatkov nad njim je zahtevalo najprej izgradnjo prototipnega urejevalnika omrežja. Povezava GPS podatkov s cestnim omrežjem pa se je izkazala za velik izziv, na katerem smo delali nekaj mesecev. Gre namreč za zelo zahtevne algoritme, t.i. 'map-matching' algoritme za projekcijo GPS signalov na digitalne zemljevide. Ti morajo namreč biti zelo robustni. Taki algoritmi so se izkazali za nujno potrebne, da smo lahko začeli izvajati analize voženj po cestišču.

Za potrebe analitike smo si izgradili skriptni analitični sistem, ki je lahko v programskem jeziku Python obdeloval projicirane sledi vozil, ki so vsebovale tudi hitrosti vožnje. Analitični sistem je vključeval tudi orodje za vizualizacijo nad zemljevidi (npr. barvani cestni odseki različnih debelin in stilov). Tu se je odprlo veliko novih izzivov glede upravljanja s tovrstnimi podatki (tj. projiciranimi sledmi).

Da bi lahko izvajali analizo izvedb pluznih planov v akcijah, je bilo potrebno sistem nadgraditi z urejevalnikom pluznih planov. Ta je bil kasneje prilagojen za praktično uporabo iz vidika urejanja, verzioniranja in vizualizacije (tudi tiskane).

Za razvoj metodologije analize so bile ključnega pomena upravljaljske zahteve oz. zahteve in vizija uprave Nigrad d.d.. Tu so strokovnjaki za upravljanje razvili sistem kazalnikov in vizualizacij iz katerih je potem sledila analitična metodologija. Metodologija je temeljila na primerjavi prečiščenih že izvedenih akcij in rezultatov optimizacijskih hevrističnih algoritmov.

Zato je bilo tudi potrebno razviti ustrezne hevristične algoritme za optimizacijo. Kot enega pomembnejših dosežkov bi izpostavili razvoj hevrističnega algoritma, ki na osnovi zahtev pluznega plana (t.j. zahtev po pokritju usmerjenih povezav) ter začetne baze in vmesnih postaj za nalaganje posipnega materiala, ob omejitvi dolžine zank zaradi omejene količine posipnega materiala na vozilu, poišče čim bolj optimalno vožnjo, kjer z minimalnim številom zank (vračanje v bazo ali na postaje) obdelata plan. Pomembno je še izpostaviti omejitve, da so pluzni plani sestavljeni iz odsekov dveh prioritet, kjer algoritem teži h končanju prve prioritete pred obravnavo odsekov druge. Algoritem je bil še nadgrajen v inačico, ko nekaj vozil prevzema izpadli pluzni plan. Obnašanje algoritma je bilo ugodno kar se tiče možnosti uporabe pri intervencijah, ko vozila ob ali po obravnavi svojega posredujejo na drugih planih.

Analitična metodologija predlagana s strani projektnih sodelavcev na Nigradu je zahtevala, da se za izbrane izvedene akcije naredi čim bolj realistično primerjavo z rezultati optimizacij. Tako je bilo potrebno ugotoviti ustrezno vrednost količine posipnega materiala za posamezno zanko optimizacije vožnje po planu, glede na realno akcijo. Analizo akcij so s pomočjo razvitih orodij izvedli na Nigradu in je bila zelo zahtevna, saj so "čiste" akcije (plan izveden celovito) praktično neobstoječe. Soočamo se s skoraj izvedenimi akcijami, akcijami z dodatki in prekinjenimi akcijami (zaradi začetka nove akcije). To je zaradi težkih vremenskih razmer ob delu zimske službe razumljivo in pričakovano. Kljub temu je bilo identificiranih nekaj akcij za vsak plan in za te so bili izračunani kazalniki in vizualizacije pokritij. Za izvedbo primerljive optimizacije je bilo potrebno določiti realistično vrednost količine posipnega materiala, kar je bil svojevrsten izziv zaradi ne dovolj natančnih podatkov o evidenci uporabe posipnega materiala. Zato so na Nigradu predlagali pristop, kjer akcijo izvedemo s predpisanim številom zank ob minimalni omejitvi in tako definirali koncept kritične dolžine za posipni material (količina posipnega materiala se meri v kilometrih cest, ki jih je možno posipavati). Na ta način je bila definirana inovativna metoda za obravnavo izvedenih pluznih planov glede na rezultate optimizacij.

S pomočjo te metodologije smo ugotovili, da je z optimiranimi vožnjami na obstoječih pluznih planih možno doseči od 20-40 % manjše število prevoženih kilometrov v akciji na nivoju celotnega voznega parka.

Na predlog upravljalcev iz Nigrada smo se lotili še optimizacije postavitve baz za nalaganje posipnega materiala, in sicer v poenostavljenem primeru nekaj lokacij kandidatov. Rezultati optimizacije so pokazali, da je samo s tem že možno doseči še dodatne izboljšave za 7-10 %.

Preko interdisciplinarnega sodelovanja z upravljavci na Nigradu in operativnimi izvajalci zimske službe smo tako identificirali potenciale za izboljšave, ki jih je moč doseči brez večjih tveganj pri vpeljavi.

V letu 2013 smo na podlagi rezultatov in razvitih tehnologij poskušali konsolidirati zbirko orodij in postaviti temelje za računalniško aplikacijo, ki bi omogočala informatizacijo zimske službe. Ideja podjetja Nigrad d.d. je bila vzpostaviti informacijsko rešitev, ki bi omogočala vodenje nadzornega centra zimske službe in bi bila osnova za nadzorni center "pametnega mesta" v prihodnosti. Na osnovi znanstvenih rezultatov projekta in dodatne investicije s strani podjetij Nigrad in Abelium smo pristopili k razvoju celovitega prototipa za naslavljanje splošnejših problemov, ki je ob koncu projekta predstavljal dobro osnovo za razvoj produkta route.Plexor, ki se še dalje razvija po koncu projekta.

Rezultati projekta so bil predstavljeni na več mednarodnih konferencah.

4.Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Cilji projekta, ki smo si jih zastavili, so bili doseženi in z rezultati smo zelo zadovoljni. Povzemimo dosežene cilje:

- Preučena je bila vsa relevantna literatura na področju optimizacij, modernih trendov in poslovnih modelov za izrabo logistično-infrastrukturnih podatkovnih virov.
- Uspešno smo integrirali GIS in GPS podatkovne vire in jih uredili. Vzpostavili smo prototipni sistem za integrirano upravljanje s podatki z verzioniranjem sprememb.
- Razvili smo lasten prototipen 'map-matching' algoritem, kar je bil svojevrsten izziv. Bil je ključen za izvedbo analitičnih postopkov.
- Razvili smo učinkovit hevrstični optimizacijski algoritem za izvedbo plužnih planov v zankah pri omejitvi količine posipnega materiala v zankah.
- Razvili smo prototipen analitični sistem, ki nam je omogočal ovrednotenje v letu 2012 izvedenih akcij zimske službe na osnovi GPS signalov in cestnega omrežja, pri upoštevanju karakteristik vozil in cestnega omrežja.
- Razvili smo ustrezno analitično metodologijo za analizo izvedenih akcij pluženja in posipavanja.
- Postavili smo model za podporo odločanju za delo v zimski službi in ga tudi implementirali.
- Ugotovili smo, da je brez večjih tveganj na obstoječih planih možno prihraniti od 20-40 % procentov z optimizacijo izvedbe planov ter še dodatnih 7-10 % z ustrezno razporeditvijo baz za nalaganje posipnega materiala.

Glede na to, da je bila tematika projekta zelo zanimiva, je to zelo pozitivno vplivalo na angažma vključenih raziskovalcev pri vseh partnerjih. Poleg znanstvene komponente v raziskavah je bil delovni vložek podjetij Nigrad d.d. in Abelium d.o.o. še bistveno večji in je zato nastala inovativna prototipna aplikacija route.Plexor, ki smo jo dalje razvijali še po koncu projekta in se v letu 2014 vpeljuje v delovne procese podjetja Nigrad. Predstavlja dobro osnovo za celovit pristop upravljanju cestnega omrežja in komunalnih storitev v okviru pojavljajoče se paradigme "pametnega mesta".

Razvojno-raziskovalna dejavnost podjetja Nigrad d.d. se je bistveno okrepila in podjetje je dobilo novega doktorja znanosti na področju logistike. Aktivno se je angažiralo v različne iniciative povezane s pametnimi mesti, predvsem na področju učinkovitega upravljanja z infrastrukturo in vrednotenja okoljskih vplivov. Podjetje Abelium je nadgradilo svoje kompetence na področju logistike in informacijskih tehnologij za upravljanje z infrastrukturo. Rezultati projekta so bili predstavljeni na več znanstvenih in strokovnih konferencah.

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Glede na prijavo je bil projekt odobren že v začetku s polovičnim financiranjem. Skladno s tem je bil že ob pričetku prilagojen ustrezno zmanjšan plan izvedbe, ki je namesto osredotočanja raziskav na celoten logistični sistem obsegal le logistiko zimske službe. Ta logistika je tudi najbolj raznolika in raziskovalno zanimiva. Vse predvidene raziskave, ki so bile navedene v projektu so bile izvedene v kontekstu obravnave logistike zimske službe.

V letu 2012 je prišlo do zmanjšanja financiranja s strani ARRS. Zmanjšala se je količina materialnih stroškov, ki so na voljo na projektu. Iz vidika števila oddelanih ur je projekt potekal dalje po načrtu. Že v letu 2012 se je raziskovalna skupina na UP FM ustrezno zmanjšala, saj je bil fokus raziskav na projektu potem bolj usmerjen na tehnološki del.

V letu 2013 bistvenih odstopanj ni bilo.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	16097881	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vizualna analiza velikih grafov z uporabo (X,Y)gručenja in hibridnih vizualizacij
		<i>ANG</i>	Visual analysis of large graphs using (X,Y)-clustering and hybrid visualizations
Opis	<i>SLO</i>	Pri reševanju problema vizualne analize velikih omrežij se uporabljajo različni pristopi. Gručenje je eden od najbolj obetavnih. V članku predstavimo novo tehniko gručenja, katere cilj je izračun tako grafov znotraj gruč kot tudi grafa med gručami glede na zaželeno topološke lastnosti. Koncept formaliziramo v obliki ogrodja za \$(X,Y)\$gručenje, pri čemer \$Y\$ predstavlja razred, ki definira želene topološke lastnosti grafov znotraj gruč, \$X\$ pa predstavlja želene topološke lastnosti grafa med gručami. Z uporabo tega pristopa lahko učinkovito kombiniramo hibridna vizualizacijska orodja za grafovske in matrične reprezentacije in s tem omogočimo uporabnikom interaktivno analizo grafa s širjenjem/krčenjem gruč, ne da bi pri tem izgubili mentalno sliko. Za prikaz koncepta predstavimo sistem Vizualno hibridno \$(X,Y)\$gručenje (VHYXY), ki uporablja naš pristop, hkrati pa prikažemo rezultate na različnih primerih vizualne analize socialnih omrežij.	
	<i>ANG</i>	Many different approaches have been proposed for the challenging problem of visually analyzing large networks. Clustering is one of the most promising ones. In this paper, we propose a new clustering technique whose goal is producing both intracluster graphs and intercluster graph with desired topological properties. We formalize this concept in the \$(X,Y)\$-clustering framework, where \$Y\$ is the class that defines the desired topological properties of intracluster graphs and \$X\$ is the class that defines the desired topological properties of the intercluster graph. By exploiting this approach, hybrid visualization tools can effectively combine different node-link and matrix-based representations, allowing users to interactively explore the graph by expansion/contraction of clusters without losing their mental map. As a proof of concept, we describe the systems Visual Hybrid \$(X,Y)\$-clustering (VHYXY) that implements our approach and at the same time present the results in various cases of visual analysis of social networks.	
Objavljeno v	IEEE Computer Society; IEEE transactions on visualization and computer graphics; IEEE transactions on visualization and computer graphics; 2011; Str. 1587-1598; Impact Factor: 2.215; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.971; A': 1; WoS: EW; Avtorji / Authors: Batagelj Vladimir, Brandenburg Franz J., Didimo Walter, Liotta Giuseppe, Palladino Pietro, Patrignani Maurizio		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	264707072	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Tehnična in ekonomska optimizacija logističnega sistema
		<i>ANG</i>	Technical and economical optimization of a logistic system
Opis	<i>SLO</i>	Monografija o pristopih za logistično optimizacijo skladiščno logističnih	

		sistemov.
	ANG	A monograph on approaches for logistic optimization of warehouses and related logistic systems.
Objavljeno v		Fakulteta za management; 2012; 152 str.; Avtorji / Authors: Strašek Rok, Novak Matjaž, Perme Tomaž, Žižmond Egon, Koletnik Damijan, Orbanič Alen, Kavkler Iztok, Bodlaj Jernej, Strašek Rok
Tipologija		2.01 Znanstvena monografija
3.	COBISS ID	16478297 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Simetrije ekvivelarnih 4toroidov
	ANG	Symmetries of equivelar 4-toroids
Opis	SLO	V članku izpeljemo nekaj splošnih rezultatov povezanih s simetrijami ekvivelarnih toroidov in podamo natančno analizo strukture mreže podgrup diedrske grupe D_4 in oktaedrske grupe in s pomočjo tega izvedemo celotno klasifikacijo simetrijskih tipov toroidov ranga 3 in 4.
	ANG	We derive some general results on the symmetries of equivelar toroids and provide detailed analysis of the subgroup lattice structure of the dihedral group D_4 and of the octahedral group to complete classification by symmetry type of those in ranks 3 and 4.
Objavljeno v		Springer; Discrete & computational geometry; 2012; Vol. 48, iss. 4; str. 1110-1136; Impact Factor: 0.649; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.673; WoS: EX, PQ; Avtorji / Authors: Hubard Isabel, Orbanič Alen, Pellicer Daniel, Ivič Weiss Asia
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	16312665 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Reprezentacije Petersonovega grafa s povezavami z enotsko razdaljo v ravnini
	ANG	Unit distance representations of the Petersen graph in the plane
Opis	SLO	Znani Petersonov graf $G(5,2)$ je možno narisati v navadni Evklidski ravnini na način, da je vsaka povezava predstavljena z daljico dolžine 1. Če sta dve točki narisani ena čez drugo, pravimo, da je risba degenerirana. V tem članku preučujemo vse take degenerirane risbe Petersonovega grafa in različne relacije med njimi. Prikazana je tudi močno degenerirana predstavitev grafa z enotskimi razdaljami v ravnini, kjer je točka narisana v notranjosti povezave, ki ji ne pripada.
	ANG	The well-known Petersen graph $G(5,2)$ can be drawn in the ordinary Euclidean plane in such a way that each edge is represented as a line segment of length 1. When two vertices are drawn on the same point in the Euclidean plane, drawings are said to be degenerate. In this paper we investigate all such degenerate drawings of the Petersen graph and various relationships among them. A heavily degenerate unit distance planar representation, where the representation of a vertex lies in the interior of the representation of an edge, it does not belong to, is also shown.
Objavljeno v		Dept. of Combinatorics and Optimization, University of Waterloo; Ars combinatoria; 2012; Vol. 104; str. 393-415; Impact Factor: 0.278; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.673; WoS: PQ; Avtorji / Authors: Horvat Boris, Pisanski Tomaž
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek

1.	COBISS ID	239049984	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Glavni in odgovorni urednik znanstvene publikacije	
		<i>ANG</i> Founding and editorinchief of a scientific journal	
	Opis	<i>SLO</i> Ars mathematica contemporanea. Pisanski, Tomaž (glavni in odgovorni urednik 2008). [Tiskana izd.]. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov, 2008. ISSN 18553966. http://amc.imfm.si/index.php/amc . [COBISS.SIID 239049984]	
		<i>ANG</i> Ars mathematica contemporanea. Pisanski, Tomaž(founding and editor in-chief 2008). [Printed ed.]. Ljubljana: Slovenian society of mathematicians, physicists and astronomers, 2008. ISSN 18553966. http://amc-journal.eu/index.php/amc . [COBISS.SIID 239049984]	
	Šifra	C.04 Uredništvo mednarodne revije	
	Objavljeno v	Ars mathematica contemporanea, http://amc-journal.eu/index.php/amc	
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
2.	COBISS ID	5048602	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Tomaž Pisanski, Alen Orbanič: organizacija in objava zbornika povzetkov mednarodnega srečanja "Computers in Scientific Discovery 6"	
		<i>ANG</i> Tomaž Pisanski, Alen Orbanič: Organization and publication of proceedings of international workshop "Computers in Scientific Discovery 6"	
	Opis	<i>SLO</i> Organizacija in objava zbornika povzetkov mednarodnega srečanja "Computers in Scientific Discovery 6" s področja uporabe računalnikov v znanosti. Plenarni govorec je bil znani nobelovec Sir Harald Kroto. Konferenca se je udeležilo več uglednih tujih in domačih znanstvenikov. Konferenca je bila organizirana v Portorožu avgusta 2012. http://csd6.imfm.si .	
		<i>ANG</i> Organization and publication of proceedings of international workshop "Computers in Scientific Discovery 6" on the topics of computer use in sciences. The plenary speaker of the conference was Sir Harald Kroto, a reputable Nobel laureate. Several prominent scientists from various fields attended the conference. Conference was organized in Portorož in August 2012. http://csd6.imfm.si	
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	[s. n.]; 2012; 52 str.; Avtorji / Authors: Fowler Patrick W., Frelj Boštjan, Horvat Boris, Hujdurovič Ademir, Kutnar Klavdija, Orbanič Alen, Pisanski Tomaž	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
3.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Več vabljenih predavanj na tečajih	
		<i>ANG</i> Several invited lectures on courses	
	Opis	<i>SLO</i> Batagelj Vladimir: A short course on Network Analysis. Project PRIN2009 / tradenetworks, University of Macerata, Italy, January 31 February 3, 2012. Batagelj Vladimir: Introduction to Social Network Analysis; short course. Project REPOS, Faculty of Social Sciences, Università di Napoli Federico II, Napoli, Italy, 2-4 May, 2012. Batagelj Vladimir: Basic network concepts (lecture 1) and Important parts of networks (lecture 3). REPOS summer school: Social Network Analysis, Anacapri, Villa Orlandi, 58 September 2012. Batagelj Vladimir: Introduction to network analysis. Short Phd Course, Faculty of Economics and Management, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech republic, December 67, 2012.	

		Batagelj Vladimir: Networks from data bases, vabljeno predavanje, Undicesima conferenza nazionale di statistica, Rim, Italija, februar 2013. Batagelj Vladimir: Analysis of Large Bibliographic Networks, vabljeno predavanje, Fourth International Workshop on Social Network Analysis: Networks in Space and Time, ARS'13, Rim, Italija, junij 2013.
	ANG	Batagelj Vladimir: A short course on Network Analysis. Project PRIN2009 / tradenetworks, University of Macerata, Italy, January 31 February 3, 2012. Batagelj Vladimir: Introduction to Social Network Analysis; short course. Project REPOS, Faculty of Social Sciences, Universita di Napoli Federico II, Napoli, Italy, 2-4 May, 2012. Batagelj Vladimir: Basic network concepts (lecture 1) and Important parts of networks (lecture 3). REPOS summer school: Social Network Analysis, Anacapri, Villa Orlandi, 58 September 2012. Batagelj Vladimir: Introduction to network analysis. Short Phd Course, Faculty of Economics and Management, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech republic, December 67, 2012. Batagelj Vladimir: Networks from data bases, invited lecture, Undicesima conferenza nazionale di statistica, Rome, Italy, February 2013. Batagelj Vladimir: Analysis of Large Bibliographic Networks, invited lecture, Fourth International Workshop on Social Network Analysis: Networks in Space and Time, ARS'13, Rome, Italy, June 2013.
Šifra	B.04	Vabljeno predavanje
Objavljeno v	http://vldowiki.fmf.unilj.si/doku.php?id=vlado:sola:2012a	
Tipologija	3.25	Druga izvedena dela

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

- Abelium: nagrada za najboljšo inovacijo na področju računalništva v oblaku, EuroCloud 2012.
- Abelium: Nagrada za najboljšo storitveno inovacijo, 7. Slovenski Forum inovacij, MGRT 2012.
- Goopti in Abelium: Nagrada za najboljši poslovni model, Slovenski 8. Forum inovacij, SPIRIT 2013

Vabljene predstavitve:

- Batagelj Vladimir: Analysis of twomode networks. FREMIT workshop, IRIT, Université de Toulouse, Toulouse, France, November 16, 2012.
- Batagelj Vladimir: Najkrajše poti in reševanje nalog o prestavljanjih. FAMNITovi Izleti v matematično vesolje, UP, Koper, Slovenia, 23. november 2012.
- Batagelj Vladimir, Jernej Bodlaj, Monika Cerinšek — Visualization of traffic, Third conference on the Analysis of Mobile Phone Datasets, Net- Mob 2013, Cambridge (Massachusetts), ZDA, maj 2013, Mobile phone data for development : analysis of mobile phone datasets for the development of Ivory Coast. MIT Media Lab, no. 44, 480-495.
- Batagelj Vladimir, Jernej Bodlaj, Monika Cerinšek — Symbolic clustering of users and antennae, Third conference on the Analysis of Mobile Phone Datasets, NetMob 2013, Cambridge (Massachusetts), ZDA, maj 2013, Mobile phone data for development : analysis of mobile phone datasets for the development of Ivory Coast. MIT Media Lab, no. 20, 211-226.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Projekt je bil v osnovi načrtan kot aplikativni. Pomembno je prispeval k nadgradnji znanstvene komponente v okviru podjetij Nigrad in Abelium preko osredotočanja na konkretne probleme v

okviru vzpostavljanja podatkovno-vodene organizacije procesov javnih komunalnih služb. Za to je potreben multidisciplinarni pristop, ki vključuje strokovnjake iz področij upravljanja, organizacije, računalništva in informatike ter matematičnega modeliranja. Projekt je predstavljal odličen primer vzpostavljanja takšnega sodelovanja. Rezultat tega je bilo več iniciativ konzorcijskih partnerjev povezanih z raziskavami in razvojem na področju pametnih mest preko raznih poskusov prijav razvojno-raziskovalnih projektov na EU in nacionalne razpise, predvsem na tematiko povezano s pametnim upravljanjem infrastrukture ob integriranem vrednotenju vplivov na okolje preko vrednotenja v celotnem življenjskem ciklu. Eden od najpomembnejših rezultatov projekta je raziskovalna platforma route.Plexor, ki omogoča naslavljanje problemov, kjer se srečujeta tako upravljanje flot kot upravljanje infrastrukture.

ANG

The project orientation was in essence applied. The project has contributed to increasing scientific component in companies Nigrad and Abelium and brought focus on concrete problems that have to be solved in order to establish data-driven organization within work processes of a public utility service. This necessarily requires multidisciplinary approaches involving management, organization, computer science and mathematical modeling. The project represented an excellent case for establishing such a multidisciplinary approach. This resulted in several progressive initiatives related to research and development of smart city concepts. The consortia partners are now for more than one year already actively pursuing opportunities for initializing new R&D projects through various applications on EU and national level, mainly related to smart infrastructure management with integrated life-cycle assessment on environment.

One of the most important research result of the project is the route.Plexor platform considered as a research platform for approaching problems where fleet management and infrastructure management meet.

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt je izboljšal razvojno-raziskovalno komponento komunalne službe Nigrad. V času ekonomske krize in visokega javnega dolga je usmeritev proti učinkovitejšemu upravljanju javne infrastrukture ključna. Sodelovanje med javnimi raziskovalnimi organizacijami, visokotehnološkimi podjetji in komunalno službo predstavlja odličen testni primer in poligon za razvoj novih rešitev, ki se jih kasneje lahko replicira v Sloveniji in v tujini.

Projekt je prispeval k vzpostavitvi usmeritve Nigrada kot podjetja v smeri pametne komunalne službe. To vključuje proaktivno angažiranost pri oblikovanju strategij za Maribor - pametno mestno. V letu 2013 je bilo več poskusov, da bi se vključilo Maribor kot testno mesto v kak mednarodni konzorcij razvojno-raziskovalnega projekta. Nigradovo osebje aktivno prispeva k razvoju vizije in strategije Maribora kot pametnega mesta.

ANG

The project has enhanced R&D component of the public utility service company Nigrad. In the times of economic crisis and high national debt, efforts contributing to more efficient management of public infrastructure are essential. Cooperation between public research organization, hi-tech companies and public utility service company represents an excellent use case and test polygon for development of new solutions that can be replicated to other public utility services in Slovenia and abroad.

This project contributed to the direction Nigrad was taking towards a smart public utility service company. This implies proactive involvement of the company in designing the future of Maribor as a smart city. In 2013 there were several attempts to involve Maribor as a smart city test bed into international consortia of various R&D projects. Nigrad staff contributes to the development of a future vision and strategies of Maribor as a smart city.

10.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj

F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
-------------	--

	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih

F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.28 Priprava/organizacija razstave		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.30 Strokovna ocena stanja		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.31 Razvoj standardov		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.32 Mednarodni patent		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.33 Patent v Sloveniji		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.34 Svetovalna dejavnost		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	
Uporaba rezultatov	<input type="text"/>	
F.35 Drugo		
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat	<input type="text"/>	

Uporaba rezultatov

Komentar

F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin - to je bil eden od osnovnih namenov projekta - spoznati se s procesi, informacijami in organizacijo dela konkretne zimske službe in razvojno-raziskovalno delo na tem področju dvigniti na višji nivo.

F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj - v okviru projekta je bilo objavljenih več strokovnih in znanstvenih člankov, prispevkov na konferencah ter izveden še en doktorat (dr. Damijan Koletnik).

F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja - okrepitev usposobljenosti tako na podjetju Nigrad d.d. (nova raziskovalna skupina, nov član z doktoratom) kot na podjetju Abelium.

F.04 Dvig tehnološke ravni - predvsem v operativi in razvoju povezanim z zimsko službo na podjetju Nigrad.

F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja - pridobljene nove kompetence, ki so se po koncu projekt že izkazale v več podvigih za razvoj novih tehnologij na različnih področjih (smart city, padavinske vode, ...).

F.06 Razvoj novega izdelka, F.08 Razvoj in izdelava prototipa - deloma motivirano s strani projekta je podjetje Abelium razvilo najprej prototip in potem še produkt route.Plexor (v fazi nadgradenj), ki ga je kasneje prilagodilo za operativno zimsko službo po nadaljevanju projekta.

F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije, F.12 Izboljšanje obstoječe storitve - v letu 2014 se uvajajo izboljšave in informacijska podpora za delo zimske službe. Posledično bo izboljšana storitev zimske službe v Mariboru.

F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz - preko orodja route.Plexor smo izboljšali informacijsko podporo in upravljanje s podatki (GIS, GPS stanje).

F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso - optimizacijski algoritmi in matematični algoritmi za analizo in vizualizacijo so bili vpeljani v prakso.

F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference) - rezultati so bili predstavljeni na več mednarodnih konferencah.

F.26 Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev - informacijska podpora bo omogočila boljšo organizacijo dela zimske službe.

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

G.02.01 Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu, G.02.01 Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu - nov produkt route.Plexor, širitev trgov na področje upravljanja flot in infrastrukture s strani partnerja Abelium.

G.02.04. Zmanjšanje porabe materialov in energije - rezultati projekta bodo omogočili učinkovitejše izvajanje zimske službe preko racionalnejše izrabe virov in energije.

G.02.05. Razširitev področja dejavnosti - partner Abelium je razširil področje dejavnosti na področje logistike in upravljanja flot ter infrastrukture.

G.02.06. Večja konkurenčna sposobnost - rezultati projekta bodo prispevali k večji konkurenčni sposobnosti tako sofinancerja podjetja Nigrad kot partnerja Abelium.

G.02.08. Povečanje dobička - dolgoročno predvidevamo rahlo povečanje dobička s strani Nigrad d.d. zaradi učinkovitejšega izvajanja zimske službe. S širjenjem trgov in novim produktom se

partnerju Abelium prav tako obeta povečanje dobičkov.
 G.02.10. Dvig izobrazbene strukture zaposlenih - Nigrad okrepil raziskovalno dejavnost s še enim doktorjem znanosti.
 G.03.01. Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti, G.03.03. Uvajanje novih tehnologij - z razvitimi tehnologijami bomo okrepili delo zimske službe.
 G.07.02. Prometna infrastruktura - projekt prispeva k učinkovitejšemu upravljanju cestne infrastrukture v mestih (zimska služba).

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer		
1.	Naziv	Nigrad, komunalno podjetje d.d.
	Naslov	Zagrebska cesta 30, 2000 Maribor
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	33.373,34 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	
		Šifra
	1.	Uskladitev podatkovnih virov za cestno omrežje
	2.	Vzpostavljena prototipna aplikacija za urejanje cestnega omrežja, planiranje in nadzor
	3.	
	4.	
	5.	
	Komentar	V okviru projekta je bilo vzpostavljeno pristno sodelovanje partnerjev z razvojnim osebjem Nigrada. Osebe Nigrada je pri raziskavah in razvoju v projektu aktivno sodelovalo. Naslovili smo področja od kartografije, planiranja, nadzora do izvedbe zimske službe. Nastalo je nekaj inovativnih rešitev, kar je botrovalo angažiranju projektnih partnerjev v dodatne razvojno-raziskovalne projekte ter skupni prijavi na razpis za RR projekt vzpostavitve nadzornega centra "pametnega mesta". S sodelovanjem smo zadovoljni in upamo na nadgradnje.
	Ocena	Rezultati projekta so kvantitativno opredelili možnosti za optimizacijo zimske službe, ki jih lahko dosežemo brez večjih tveganj. Uspešna integracija podatkov GIS in GPS v enoten sistem predstavlja pomembne potenciale za izkoriščanje bogatih podatkovnih virov s ciljem doseganja večje učinkovitosti in konkurenčne prednosti. S potekom projekta smo zadovoljni, kar odraža tudi skupna angažiranost s partnerji tudi v drugih projektih. Smatramo da je projekt zaključen in so s tem obveznosti iz naslova tega projekta med projektnimi partnerji zaključene.

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

/

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

/

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Inštitut za matematiko, fiziko in
mehaniko

Vladimir Batagelj

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	15.4.2014
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/48

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2014 v1.03

50-9E-A2-1B-15-A1-1C-91-EC-2A-30-C1-B7-6D-CE-DD-A2-CB-8A-2B