

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/1



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	Z2-4028
Naslov projekta	Preučevanje mikroreliefnih oblik z zračnim laserskim skeniranjem
Vodja projekta	25640 Žiga Kokalj
Tip projekta	Z Podoktorski projekt
Obseg raziskovalnih ur	3400
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	618 Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.17 Geodezija
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.07 Okoljsko inženirstvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Poznavanje oblike zemeljskega površja je pomembno pri opazovanju številnih pojavov in dogodkov. Digitalni model reliefa je zato eden od najpomembnejših podatkov pri analizah z geografskimi informacijskimi sistemi. Pri številnih področjih uporabe visokoločljivih modelov višin je izjemnega pomena razpoznavnost različnih naravnih in antropogenih mikroreliefnih oblik, ki jih lahko opazimo na modelih, pridobljenih z aero laserskim skeniranjem (lidar). Če se je na primer obdržala vsaj rahla sled nekdanjih zidov ali okopov, čeprav zelo erodiranih in zglajenih, potem je lidar izvrstno orodje za njihov popis. Njegova zmožnost za opazovanje večjih območij in zaznavanje vzorcev pomeni tudi, da je mogoče kartirati celo tiste oblike, ki jih je skorajda nemogoče zaslediti s tal. Gozd pa je ključni tip rabe tal, kjer zračno lasersko skeniranje daleč prekaša vse ostale metode prospekcije. Lidar je namreč edina tehnologija, ki

omogoča prepoznavanje izoblikovanost terena pod drevesnimi krošnjami, kar je v Sloveniji, kjer je v preteklem stoletju gozd prekril ogromne površine, ključna prednost.

Zaradi načina obdelave lidarskih podatkov pa so majhne reliefne oblike (oz. njihovi robovi) na podatkih, ki jih pripravljajo ponudniki snemanj in jih nekritično uporablja večina uporabnikov, zglajene (posplošene) do nerazpoznavnosti ali celo popolnoma odstranjene (kot motnja). Zato je bil osnovni namen raziskovalnega projekta izboljšati njihovo razpoznavnost.

V raziskavi smo preučili, ovrednotili in nadgradili postopke obdelave in prikaza podatkov zračnega laserskega skeniranja za določevanje naravnih in antropogenih mikroreliefnih oblik ter te postopke uporabili na konkretnih primerih. Novo pridobljeno znanje omogoča hitrejšo, predvsem pa bolj natančno kartiranje in analiziranje tovrstnih oblik, kar ima velik pomen pri ponavljajočem obnavljanju tematskih in topografskih zemljevidov, kot tudi pri aplikacijah, kjer so hitre analize majhnih oblik in sprememb nujne, na primer pri ocenah napredovanja poplavnih voda. Konkretni rezultati prispevajo tudi k ovrednotenju uporabnosti, dometa in omejitev tehnologije zračnega laserskega skeniranja.

Izsledki raziskave so ključni za preučevanje okoljskih sprememb na Zemljinem površju (geografija, geomorfologija, vodarstvo, inženirska geologija, gozdarstvo, kartografija), sodobno upravljanje z okoljem in zmanjševanje nevarnosti naravnih nesreč, kot tudi za zgodovinsko analizo pokrajine in delovanja človeka v njej (arheologija, paleogeografija, okoljska zgodovina).

ANG

Knowledge on the terrain morphology is very important for observation of numerous processes and events. A digital terrain model is therefore one of the most important datasets in geographic information systems analyses. Recognition of natural and anthropogenic microrelief features, which can be observed on detailed aerial laser scanning (lidar) derived terrain models, is of paramount importance in many applications. The capacity for lidar to look at large areas and pick out patterns, together with the ability to manipulate the data to enhance microrelief features, means that it is possible to record features that would be almost impossible to locate on the ground. However, woodland landscape is the key area of land use where lidar comes into its own and has substantial advantages over other forms of survey. This is because lidar is the only technology that can reveal relief topography under a dense forest canopy – a critical benefit in Slovenia where forests have (re)claimed vast territories in the last century.

Because of the way lidar data are usually processed by data providers and uncritically applied by most users, microrelief features (their edges) are largely smoothed (generalized) beyond recognition or even completely removed from the terrain model. For this reason the purpose of the project was to improve their recognition on lidar-derived terrain models.

We have examined, evaluated, and enhanced methods of lidar data processing and visualization for the determination (recognition) of natural and anthropogenic microrelief features, and applied these procedures in practical examples. Newly acquired knowledge allows faster and especially more accurate mapping and analysis of such forms, which is of great importance in the repeated updating of thematic and topographic maps, as well as in applications where rapid analyses of small-scale features and changes are necessary, for example, in estimation of flood water progress. Research results also contribute to the evaluation of usability, scope and limitations of aerial laser scanning technology.

Results of the project are fundamental to the study of environmental changes on Earth's surface (geography, geomorphology, water management, engineering geology, forestry, cartography), modern environmental and cultural management, and mitigation of natural hazards, as well as historical analysis of landscapes and its anthropological modifications (archaeology, palaeogeography, environmental history).

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V okviru projekta smo uporabili aero lasersko skeniranje za proučevanje majhnih reliefnih oblik v raznolikih geografskih območjih. Pri tem smo sledili ključnima hipotezama, da so za zagotovitev največje prepoznavnosti mikroreliefnih oblik potrebne namenske prilagoditve in kombinacije obstoječih algoritmov obdelave podatkov laserskega skeniranja in metod njihovega prikaza ter da lahko tako pridobljeni rezultati služijo za (pol)samodejno prepoznavanje mikroreliefnih oblik. Razločevali in ovrednotili smo uporabnost tehnik glede na:

- različne tipe mikroreliefnih oblik (na primer glede na obliko (okrogla, podolgovata) ali stopnjo razpoznavnosti (očitna, zelo zabrisana)),
- različne pokrajinske tipe (na primer uravnan relief, relief z blagimi pregibi, zelo razgiban relief),
- primernost za vizualno detekcijo in interpretacijo ter/ali za nadaljnjo obdelavo.

Kot ciljne predmete opazovanja smo opredelili:

- naravne mikroreliefne oblike: skalni podori, zemeljski plazovi, usadi, erozijska območja, območja sedimentacije, obrežne sipine, rečne brežine, vršaji, vrtače in koliševke ter druge površinske kraške oblike, dolci, različne oblike dolin.
- dele kulturne pokrajine: gradišča, kulturne terase, obrisi nekdanjih naselij, suhi zidovi, zemljiška razdelitev, gomilna grobišča, ploščadi za oglarjenje, manjši opuščeni kamnolomi in rudarski kopji ter divja odlagališča odpadkov.

Opisano smo sprva nameravali preučevali na testnih območjih v Sloveniji, vendar smo jim tako zaradi razširitve nabora oblik, kot zaradi izjemnega zanimanja tuje strokovne javnosti, dodali tudi nekatera območja v tujini:

- Okolica Kobarida: Kobariško testno območje je zanimivo zlasti z vidika prepletanja naravnih procesov s kulturnimi dejavniki. Tako se tu nahajajo ostanki oziroma sledovi usadov, skalnih podorov in vršajev, prav tako so tu znana arheološka najdišča, nekatera neraziskana, sledovi prve svetovne vojne, opuščene kulturne terase in podobno.
- Kras: Testno območje na Krasu smo izbrali z namenom zaobjetja kar največjega števila tipov vrtač.
- Vipavska dolina: Zgornja Vipavska dolina ima zanimivo tektonsko zgradbo, ki je zelo primerna za proučevanje grap oziroma kanalov, po katerih je so nekdanje tekli sedimentni tokovi.
- Slivnica: Za območje okoli Slivnice so značilna dolga, poraščena pobočja, ki so primerna za analizo ter na katerih so med drugim sledovi Rupnikove obrambne linije in pomembno gradišče.
- Baden-Württemberg (Nemčija): Manjša testna območja iz JZ Nemčije smo vključiti zaradi antropogenih oblik, ki jih v Sloveniji ni ali pa lidarski podatki zanje niso dosegljivi, npr. ploščadi za postavitve oglarskih kop in sledovi srednjeveškega oranja.
- Franche-Comté (Francija): Območje je zanimivo zaradi opuščenih srednjeveških (in starejših) kamnolomov in rudarskih kopov ter kot primerjalno območje z različnimi tipi vrtač.
- Dolina reke Dove (Anglija): Na zložnih travniških pobočjih, ki obdajajo dolino, so izjemno ohranjeni sledovi srednjeveškega oranja.
- Dolina reke Boinne (Irska): Megalitske gomile in kulturna pokrajina pod zaščito UNESCO.

Pri izbiri testnih območij smo bili pozorni na to, da so dovolj velika in reprezentativna glede naravnih in kulturnih dejavnikov ter da hkrati niso preobsežna za namen in cilje projekta. Za vsa našeta območja smo pridobili in pripravili oblak laserskih točk (izrezali na želeni obseg, odstranili odvečne in neustrezne točke).

Proučili smo delovanje izbranih algoritmov obdelave lidarskih podatkov. Odločili smo se za manjše število algoritmov, ki se pogosto uporabljajo ali pa so plod slovenskega znanja, saj bi bilo drugače detajlno preverjanje zaradi množice nastavitvev, od katerih so rezultati močno odvisni, preveč časovno potratno. Proučili smo delovanje:

- Adaptive TIN densification – algoritem, ki je jedro programa TerraScan. Tega uporabljajo številni ponudniki lidarskih podatkov.
- Repetitive Interpolation (REIN) – algoritem, ki je bil razvit na Gozdarskem inštitutu Slovenije in ki odlično deluje na strmih in gozdnatim terenom, kakršni so značilni za velik del Slovenije.
- LASTools – program, ki se zaradi preprostosti uporabe, odlične baze znanja in zmožnosti zaporedne obdelave vse več uporablja.
- Brezparametrično filtriranje – algoritem so razvili na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Za delovanje ne potrebuje nikakršnih nastavitvev in je zato primeren za vse uporabnike, ki želijo podatke obdelati sami, vendar nimajo znanja za prilagajanje naprednejših nastavitvev.

Ugotovili smo, da so rezultati obdelave zelo odvisni od nastavitvev algoritmov in da je nastavitve treba prilagajati glede na iskane strukture. Splošno napotilo pri iskanju mikroreliefnih oblik je, da moramo odstraniti le rastje in druge objekte, ki zakrivajo pogled na

mikrorelief pod njimi (na primer električne daljnovode), na reliefu pa pustiti stavbe in druge podobne »nezveznosti«, ki za odstranitev potrebujejo razmeroma »agresivne« nastavitve algoritmov, njihova prisotnost pa interpretacije ne ovira. V mnogo primerih jo celo olajšuje, saj so tovrstni objekti prvič zelo dobre orientacijske točke v prostoru in drugič omogočajo lažje ločevanje preteklih elementov pokrajine od sedanjih. Algoritme smo proučili tudi z vidika ohranjanja robov. Izkazalo se je, da razen brezparametričnega filtriranja vsi algoritmi omogočajo opredeliti tak nabor nastavitvev, da so robovi mikroreliefnih oblik dobro ohranjeni. Preučevali smo artefakte, ki jih vpeljejo algoritmi filtriranja oblaka točk in algoritmi izdelave rastrskega modela višin. Artefaktov je sicer veliko in vseh ni moč pojasniti ali se jim izogniti, vendar so ob dobrem poznavanju delovanja algoritmov in parametrov lidarskega snemanja predvidljivi in jih je mogoče pri interpretaciji prepoznati.

Precej pozornosti smo namenili prikazu reliefa. Osredotočili smo se na analitično senčenje, izpeljani sloji iz senčenja v različnih smereh (razpon, povprečje, PCA), razslojevanje višin, odstranitev trenda, naklon, delež vidnega neba, odprtost in modeliranje osončenosti. Izkazalo se je, da tehnik predstavitev podatkov ne moremo vrednotiti le v okviru dejanskih lidarskih podatkov, saj je interpretacija odvisna od številnih dejavnikov, ki so na realnih podatkih preveč spremenljivi (med drugim gostote in časa snemanja, ter metode filtriranja). Zato smo izdelali niz »sintetičnih« podatkov, ki ponazarjajo idealne strukture v približno podobnih merilih, kot jih najdemo v naravi in z njimi opredelili teoretična izhodišča delovanja tehnik prikazov. V več ločljivostih smo izdelali linearne, okrogle, stožčaste, pravokotne in večkotne strukture, ki ležijo v različnih smereh, na različnih nagibih, so izbočene in vbočene. Tehnike prikaza smo vrednotili tudi glede na to ali so primernejše za detekcijo (mikroreliefne oblike morajo biti zelo opazne, vendar ni nujno, da so njihove metrične lastnosti pravilne) ali za interpretacijo (iz samega prikaza je mogoče sklepati na metrične lastnosti in razmerja med oblikami). S pridobljenim teoretičnim znanjem smo izdelali kratka praktična napotila kateri način prikaza izbrati, če nas zanima določen tip mikroreliefne oblike v določenem pokrajinskem tipu. Zelo na kratko lahko opažanja strnemo v sledeče (več v Kokalj et al. 2013):

- pri raznolikem ali razgibanem reliefu in pri opazovanju zelo raznolikih oblik je najbolje uporabiti delež vidnega neba,
- pri opazovanju oblik na dolgih pobočjih je najbolj primerno odstranjevanje trenda ali nagib,
- odstranjevanje trenda je priporočljivo tudi pri opazovanju zelo blago izstopajočih oblik,
- za (pol)samodejno detekcijo oblik sta najprimernejša odprtost (kombinacija pozitivne in negativne) ali delež vidnega neba izračunan za celotno poloblo.

Ko želimo uporabiti le en sam prikaz, priporočamo kombinacijo deleža vidnega neba, nagiba in senčenega reliefa, pri vseh pa uporabo sivinske lestvice. Tovrstna kombinacija ima več prednosti:

- mikroreliefne oblike so dobro vidne,
- prikaz je intuitiven in primeren tako za detekcijo kot interpretacijo,
- prikaz ni odvisen od oblike ali usmerjenosti mikroreliefnih oblik,
- prikaz deluje dobro pri vseh reliefnih tipih,
- izračun prikaza ne ustvarja novih umetnih artefaktov, lahko le poudari obstoječe,
- prikaz je mogoče dobiti iz rastrskega sloja modela višin,
- rezultat je mogoče preučevati na celotnem razponu vrednosti (nasičenost ekstremnih vrednosti pri razgibanem reliefu je zelo majhna),
- barvna ali sivinska lestvica je učinkovita že pri običajnem linearnem raztegu (ohranitev razmerij med vrednostmi)
- izračun je hiter in ne upočasnjuje postopka interpretacije.

Da bi bili izsledki lažje dostopni kar najširšemu naboru raziskovalcev, strokovnjakov in laikov, ki se ukvarjajo z interpretacijo lidarskih podatkov, smo izdelali Relief Visualization Toolbox, prosto dostopno programsko orodje za izračun najprimernejših tehnik prikaza modelov višin. Orodje je opremljeno z navodili in je zasnovano tako, da omogoča interpretacijo tudi tistim, ki nimajo dostopa ali znanja za uporabo geografskih informacijskih sistemov. Za zahtevnejše uporabnike smo izdelali skupka orodij, ki ju je mogoče nadgrajevati in vključiti v samodejne procese ter delujeta v programskem okolju ESRI ArcGIS in okolju Exelis VIS IDL. Orodja so požela izjemen uspeh in jih pri vsakdanjem delu uporabljajo inštitucije v Sloveniji, Avstriji, Franciji, na Irskem, Norveškem, v Angliji, na Škotskem, Madžarskem, v Nemčiji, na Češkem, Kitajskem in v Združenih državah Amerike.

Rezultate raziskovalnega dela smo obsežno terensko preverili in ovrednotili. Ker bi bilo samostojno preverjanje prezahtevno in prezamudno in ker so izsledki zanimivi tudi za raziskovalce iz drugih področij, smo k sodelovanju pritegnili zaposlene na ostalih inštitutih ZRC

SAZU (Geografski inštitut Antona Melika, Inštitut za arheologijo, Paleontološki inštitut Ivana Rakovca), fundacija Poti miru v Posočju, Oddelek za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Univerzo Franche-Comté v Besanconu (Francija) ter Univerzo in visoko šolo v Dublinu (Irski). Dognanja smo objavili v skupnih člankih in predstavili na razstavi, konferencah in simpozijih.

V času trajanja projekta smo intenzivno sodelovali s tujimi partnerji. Nosilec projekta je na primer vodja delovne skupine evropskega projekta ArchaeoLandscapes Europe (OP7), v katerem sodeluje 27 organizatorjev in 44 pridruženih organizacij.

Na treh (8, 10 in 12 dni) obiskih v Besanconu v okviru inštituta ModelTER, ki smo ga na ZRC SAZU ustanovili z Univerzo Franche-Comté, smo izmenjevali znanja in izkušnje na področju predstavitev lidarskih podatkov, zlasti z uporabniškega stališča. Ob tem smo nastavili temelje za protokol obdelave in predstavitve lidarskih podatkov za arheološke potrebe.

Zaradi izjemno pozitivnega odziva, izrecnih pohval na več konferencah, zanimanja in spodbude smo se s francoskimi partnerji odločili pripraviti nadaljevanje delavnice o uporabi lidarja v arheologiji (TRAIL), ki smo jo organizirali leta 2011 in je bila ena prvih in največjih na tem področju. TRAIL 2 smo izvedli marca 2014, sredstva za izvedbo pa smo pridobili na več mednarodnih razpisih.

Nosilec projekta je za predavanja in obisk konferenc pridobil tudi sredstva iz drugih projektov in opravil sedem vabljenih predavanj, ko so mu stroške prevoza in namestitve krile tuje organizacije.

Mreženje je obrodilo tudi konkretne sadove, saj smo bili povabljeni k prijavi dveh večmilijonskih projektov sedmega okvirnega programa (projekt arheološke prospekcije, projekt spremljanja stanja okolja) in prijavi projekta novega klica Horizonti 2020 (modeliranje izkustva srednjeveškega prostora). Z več partnerji smo prijavi tudi projekt sodelovanja z lokalnimi skupnostmi, ki ga financira podjetje Google.

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

Projekt je bil realiziran v skladu z zastavljenimi cilji in po predlaganem časovnem razporedu.

Raziskovalna hipoteza, da so za zagotovitev največje prepoznavnosti mikoreliefnih oblik potrebne namenske prilagoditve in kombinacije obstoječih algoritmov obdelave podatkov laserskega skeniranja in metod njihovega prikaza, se je izkazala za pravilno in smo jo potrdili na več konkretnih primerih. Prilagoditve algoritmov filtriranja oblaka laserskih točk so nujne glede na namen izračunanih modelov višin ter velikost iskanih reliefnih oblik. Pri vizualni interpretaciji je pomembno odstraniti le rastje in druge objekte, ki zakrivajo pogled na mikorelief pod njimi, in zato uporabiti kar se da »neagresivne« nastavitve algoritmov. Dokazali smo, da nekatere tehnike prikazov delujejo bolje kot druge in natančneje opredelili kakšni so pogoji delovanja tehnik na različnih podatkih ter različno oblikovanih in usmerjenih strukturah. Rezultate smo tudi terensko ovrednotili.

V opravljenih študijah smo potrdili tudi hipotezo, da lahko pridobljeni rezultati služijo za (pol) samodejno prepoznavanje mikoreliefnih oblik. Poleg tega so do enakega rezultata – neodvisno ali v sodelovanju z našo skupino – prišli drugi raziskovalci v svetu. Pri tem je ključno dobro poznavanje kvantitativnih lastnosti iskanih oblik ter njihovo ločeno prepoznavanje glede na obliko (okroglo, kvadratno, podolgovato). Pri razvrščanju pa je poleg samega modela višin nujno upoštevati tudi druge izračunane podatkovne sloje, na primer odprtost, delež vidnega neba, razpon vrednosti (krajevno razgibanost) in nagib.

Še vedno je v svetu le malo raziskovalnih skupin, ki se proučevanja mikoreliefa iz lidarskih podatkov lotevajo samostojno in celostno, od zajema do interpretacije, kar nas postavlja v sam vrh stroke. Dokaz je precejšnja odmevnost projekta v strokovni javnosti saj je vodja projekta svoja spoznanja predstavil na sedmih vabljenih predavanjih. Prav tako smo območja opazovanja in proučevanja močno razširili z več primeri iz tujine; vključili smo na primer okolico mesta Besancon v Franciji s palimpsestom ostalin različnih obdobij, del doline reke Dove v Angliji in del nemške zvezne dežele Baden-Württemberg srednjeveškimi sledovi oranja ter del doline reke Boine na Irskem z gomilami, ki so pod zaščito Unesca.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma

sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Ni sprememb glede na zastavljene cilje in odobreno število ur.
--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

	Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	32351021	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izboljšanje razpoznavnosti arheoloških ostalin z deležem vidnega neba
		ANG	Application of sky-view factor for the visualisation of historic landscape features in lidar-derived relief models
	Opis	SLO	Izvirni znanstveni članek dokazuje, da učinkovita interpretacija podatkov zračnega laserskega skeniranja zahteva njihov ustrezen prikaz. Z novo metodo, ki temelji na difuzni osvetlitvi, je bilo mogoče kartirati prej neznana arheološka najdišča ter izboljšati že obstoječe zemljevide. Poleg študij preteklih kulturnih in naravnih pokrajin lahko metodo uporabimo tudi pri drugih znanstvenih disciplinah, kjer so nujni različni prikazi digitalnega modela višin in samodejne tehnike pridobivanja oblik, na primer v geografiji, geomorfologiji, kartografiji, hidrografiji, glaciologiji, gozdarstvu in pri upravljanju z naravnimi nesrečami. Tehnika je bila predstavljena na večjih mednarodnih znanstvenih konferencah, kjer je doživela izjemen odziv.
		ANG	This paper proves that effective interpretation of aerial laser scanning digital elevation models requires appropriate data visualization. The new method which is based on diffuse illumination enabled mapping of previously unknown archaeological sites and improve existing maps. For example, new features have been mapped on a site where archaeological field exploration has been taking place for decades. In addition to the studies of the past cultural and natural landscapes it can be effectively used in other scientific fields in which digital elevation model visualizations and automatic feature extraction techniques are indispensable, e.g. geography, geomorphology, cartography, hydrology, glaciology, forestry and disaster management. The technique has been presented at several international scientific conferences, with great success.
	Objavljeno v	Heffers Printers Ltd; Antiquity; 2011; 85; str. 263-273; Impact Factor: 1.427; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.927; A': 1; A': 1; WoS: BF; Avtorji / Authors: Kokalj Žiga, Zakšek Klemen, Oštir Krištof	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	34739757	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vizualizacije lidarskih modelov višin za detekcijo arheoloških ostalin
		ANG	Visualization of lidar-derived relief models for detection of archaeological features
	Opis	SLO	Izvirni znanstveni članek poda opis, primerjavo in vrednotenje različnih tehnik predstavitve visokoločljivih digitalnih modelov višin za potrebe vizualne detekcije arheoloških struktur. Ocenjene so metode, ki se v arheologiji pogosto uporabljajo, predlagane so tudi možnosti izboljšav. Ko je treba izbrati eno samo metodo, na primer za tisk ali izdelavo slik za laično javnost, priporočamo uporabo deleža vidnega neba in nagiba reliefa. V drugih primerih mora uporabnik izbrati različne metode pri različnih tipih terena.
			This paper presents, compares, and evaluates different visualisation techniques of high-resolution digital elevation models (DEMs) for visual detection of archaeological features. The methods commonly used in archaeology are reviewed and improvements are suggested. Where a single

		ANG	method must be chosen i.e. for printing or producing digital images for non-professionals, the use of sky-view factor or slope gradient is endorsed, both presented in greyscale. Otherwise interpreters should choose different techniques on different terrain types.
	Objavljeno v		Academic Press; Journal of archaeological science; 2012; Vol. 39, issue 11; str. 3354-3360; Impact Factor: 1.889; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.998; A'': 1; A': 1; WoS: LE, BF; Avtorji / Authors: Štular Benjamin, Kokalj Žiga, Oštir Krištof, Nuninger Laure
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	35300909	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vizualizacije lidarskih modelov višin
		ANG	Visualizations of lidar derived relief models
	Opis	SLO	Interpretacija lidarskih modelov višin je močno odvisna od specifičnih lastnosti različnih tehnik predstavitve modelov višin, zlasti, ko ni dopolnjena z obsežnim terenskim pregledom. V poglavju so v kontekstu interpretacije različnih mikro oblik opisane številne metode predstavitve visokoločljivih modelov višin, njihove posebnosti, prednosti in slabosti. Podrobno so opisani: analitično senčenje, izpeljanke senčenja v več smereh (razpon senčenj, povprečje senčenj, analiza glavnih komponent senčenj), višinsko razčlenjevanje, odstranjevanje trenda, nagib, delež vidnega neba, modeliranje osončenosti in nekatere druge.
		ANG	Interpretation of lidar derived relief models is strongly dependent on the specific characteristics of different data visualization techniques, especially when not combined with extensive field surveying. This chapter addresses different visualization techniques, their specifics, advantages and weaknesses in the context of interpretation of various types of historical landscape features from high resolution digital elevation models. The techniques addressed in detail are analytical hillshading, derivatives of hillshading from different directions (range of hillshadings, mean of hillshadings, PCA of hillshadings), elevation differentiation, trend removal, slope severity, sky-view factor, solar insolation modelling and some others (composite images of a normalised digital surface model and shaded relief, and a greyscale orthophoto image and shaded relief).
	Objavljeno v		Oxbow Books; Interpreting archaeological topography; 2013; Str. 100-112; Avtorji / Authors: Kokalj Žiga, Zakšek Klemen, Oštir Krištof
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
4.	COBISS ID	36068141	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporaba lidarja, geografskih informacijskih sistemov in osnovne prostorske statistike za študijo razvoja grap in paleograp v zgornji Vipavski dolini v jugozahodni Sloveniji
		ANG	A LIDAR, GIS and basic spatial statistic application for the study of ravine and palaeo-ravine evolution in the upper Vipava valley, SW Slovenia
	Opis	SLO	Analiza visokoločljivih topografskih modelov pridobljenih z lidarjem je izjemno pomembna za geomorfološko preučevanje površinskih oblik. V znanstvenem članku je opisana poglobljena, na lidarskem modelu višin temelječa, geomorfološka študija grap, vrezanih v pobočja, ki obdajajo zgornjo Vipavsko dolino. Odkrili smo, da obstajajo značilne statistične razlike v usmerjenosti grap v SV in JZ pobočjih, čeprav je njihova usmerjenost litološko in tektonsko pogojena. Pomembno in novo odkritje je, da grape na nasprotnih pobočjih niso povezane le z Vipavskim prelomom, ki poteka čez srednji del doline, pač pa odražajo bolj kompleksno tektonsko sliko. Verjamemo, da na grape vplivajo tudi prelomi in prelomne cone drugega reda, ki povezujejo Vipavski prelom s

			sosednjimi, predvsem Raškim in Predjamskim prelomom.
		ANG	The analysis of high resolution airborne lidar topography represents an essential tool for the geomorphological investigation of surface features. The paper presents a detailed lidar-based geomorphological analysis of the ravines cut into the slopes of the upper Vipava valley, NW Slovenia. Research revealed that although the ravines on NE and SW slopes of the Vipava valley are lithologically and tectonically controlled, significant differences in their directions exist. Thus, ravines on opposite slopes are not solely related to the Vipava fault system deformation, but instead reflect a more complex tectonic setting. We believe that the ravines are controlled by second-order faults and fault zones that connect the Vipava fault with adjacent faults. On the SW slopes, these include connecting faults between the Vipava and the south-western Raša fault, with the ravines on the NE slopes formed in fault zones connecting the Vipava and north-eastern Predjama faults.
	Objavljeno v	Elsevier; Geomorphology; 2014; Vol. 204; str. 638-645; Impact Factor: 2.552; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.836; A': 1; WoS: KV, LE; Avtorji / Authors: Popit Tomislav, Rožič Boštjan, Šmuc Andrej, Kokalj Žiga, Verbovšek Timotej, Košir Adrijan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	36550189	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Preko meja
		ANG	Crossing borders
	Opis	SLO	Poglavje v knjigi, izdane pri založbi Springer, opisuje okvir kartiranja v geografskem informacijskem sistemu, priporočila in implementacijo kartografske spletne strani za kulturno upravljanje regije Mundo Maya (svet Majev). Izzivi združevanja izjemno velikega nabora podatkov različnih virov in preko petih srednjeameriških držav so bili veliki. Podatke raznolike kakovosti in integritete smo poenotili in priredili za spletno rabo. Skupaj, lahko ti podatke pomagajo upravljavcem pri odločanju povezanim z razvojem turizma v regiji. Poglavje prav tako opisuje etične in sociološke vidike nujenja dostopa do tovrstnih informacij ter pomembnost lokalnega lastništva prostorskih podatkov.
		ANG	This chapter in a book published by Springer describes a Geographic Information System (GIS) mapping framework, guidelines and implementation of the internet mapping site for the cultural management of the Mundo Maya region. The challenges of bringing together an extremely large dataset derived from a variety of sources and across five Central American countries were significant. Data of various quality and integrity were integrated and prepared for internet use. Together, these data are able to assist managers in making decisions related to tourism development. The chapter also discusses the ethical and social issues of providing such information and the importance of local ownership of spatial data.
	Objavljeno v	Springer; Visual heritage in the digital age; 2013; Str. 169-182; Avtorji / Authors: Kokalj Žiga, Pehani Peter, Goodchild Helen, Gaffney Vincent L., Oštir Krištof	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		

1.	COBISS ID		34334765	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Tehnike predstavitve modelov višin za interpretacijo majhnih reliefnih oblik	
		ANG	DEM visualization techniques for interpretation of microrelief features	
	Opis	SLO	Različni znanstveniki, strokovnjaki in laiki, ki se ukvarjajo z interpretacijo lidarskih modelov višin, so večinoma omejeni na prikaze z analitičnim senčenjem reliefa. Tehnika je najpogostejše uporabljena, ker jo vsebujejo vsi geografski informacijski sistemi in tovrstne prikaze nudijo vsi ponudniki lidarskih snemanj. V preglednem predavanju so bile predstavljene slabosti in prednosti različnih tehnik predstavitve visokoločljivih modelov reliefa v kontekstu vizualne interpretacije majhnih reliefnih oblik. Nosilec projekta je vsebino predstavil na konferencah in delavnicah v Florianopolisu v Braziliji, Dublinu na Irskem, Parizu in Frasnju v Franciji, Sarajevu v Bosni in Hercegovini in Pecu na Madžarskem. Stroške domala vseh predavanj so krili prireditelji dogodkov.	
		ANG	Various scientist, professionals and laymen dealing with interpretations of lidar derived elevation models are mainly limited to a simple analytical hill-shading, the most frequently used technique, because it is implemented in most geographic information systems and readily available as a product by most lidar data providers. The lecture addressed different advanced visualization methods, their specifics, advantages, and weaknesses in the context of interpretation of small landscape features. Project leader presented the topic in conferences and workshops in Florianopolis (Brazil), Dublin (Ireland), Paris and Frasn (France) and Sarajevo (Bosnia and Herzegovina), where costs for almost all the trips were covered by the organisers.	
	Šifra		B.04	Vabljen predavatelj
	Objavljeno v		2012; Avtorji / Authors: Kokalj Žiga	
	Tipologija		3.14 Predavanje na tuji univerzi	
2.	COBISS ID		35918125	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Prostor, kraj, čas	
		ANG	Space, Place, Time	
	Opis	SLO	Nosilec projekta je skupaj z dr. Natašo Gregorič bon urednik monografske zbirke Prostor, kraj, čas, ki jo izdaja Založba ZRC. Zbirka je namenjena objavi krajših tematsko zaokroženih znanstvenih raziskav s področja sodobnega merjenja prostora, ki temeljijo na geografskih informacijskih sistemih in daljinskem zaznavanju, kot tudi na družbenih in kulturnih konstrukcijah prostora in časa: kako ljudje v različnih obdobjih in pokrajinah mislimo prostor in čas, kako ju živimo, čutimo, ustvarjamo, spreminjamo in uporabljamo.	
		ANG	The project leader is a co-editor of a monograph series Space, Place, Time, published by Založba ZRC. The series publishes short, thematically round scientific studies from the field of contemporary morphometry of space that is based on geographic information systems and remote sensing, as well as on social and cultural constructions of space and time: how people of various periods and regions think about space and time, how we live, feel, create, change and use them.	
	Šifra		C.02	Uredništvo nacionalne monografije
	Objavljeno v		Ljubljana: Založba ZRC, ZRC SAZU, 2013-. ISSN 2335-4208. http://zalozba.zrc-sazu.si/sl/publikacije/prostor-kraj-cas#v .	
	Tipologija		4.00 Sekundarno avtorstvo	
3.	COBISS ID			Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	ArchaeoLandscapes Europe (OP7), vodja delovne skupine 8	

		ANG	ArchaeoLandscapes Europe (FP7), leader of Working Party 8
	Opis	SLO	Žiga Kokalj je vodja delovne skupine evropskega projekta ArchaeoLandscapes Europe (OP7), v katerem sodeluje 27 soorganizatorjev in 44 pridruženih organizacij. V delovni skupini 8 se ukvarjamo z izdelavo tehničnih specifikacij, usmeritev, navodil in primeri najboljših praks na področjih pregledovanja iz zraka, daljinskega zaznavanja in študijah pokrajine, s posebnim ozirom na ohranitvi in upravljanju s kulturno in dediščino.
		ANG	Žiga Kokalj is a leader of the working party 8 of the ArchaeoLandscapes Europe (FP7) project that unites 27 co-organising institutions and 44 associated partners. WP8 provides technical guidance and advice on best practice in aerial survey, remote sensing and landscape studies, with a particular emphasis on conservation and heritage management.
	Šifra	D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov	
	Objavljeno v	2011; ArchaeoLandscapes Europe General Management Board meeting notes	
	Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo	
	COBISS ID	36830765	Vir: COBISS.SI
4.	Naslov	SLO	Izobraževanje in raziskave pri arheološki interpretaciji lidarskih podatkov 2014
		ANG	Processing and visualisation of lidar data: complementary techniques. Training and research in the archaeological interpretation of lidar
	Opis	SLO	Na tridnevni delavnici, ki so jo organizirali francoski inštitut Maison des Sciences de l'Homme et de l'Environnement Claude Nicolas Ledoux, mednarodni inštitut ModelTER, evropski projekt ArchaeoLandscapes, ISA (Mreža za prostorske podatke v arheologiji) se je zbralo 60 priznanih evropskih strokovnjakov, ki se ukvarjajo z obdelavo in interpretacijo lidarskih podatkov za arheološke namene ter mlajših raziskovalcev in študentov, ki se s tematiko šele srečujejo. Delavnica je služila kot forum za razpravo in izmenjavo izkušenj na področjih priprave in koordinacije projektov zajema podatkov laserskega skeniranja, primerjave metod obdelave podatkov in njihove predstavitve (vizualizacije), interpretacije ter združevanja s podatki geofizikalnih metod. Poudarek tokratne delavnice so je bila pokrajina pod gozdom. Vodja projekta je soorganiziral delavnico in vodil tri sekcije o vizualizaciji lidarskih podatkov.
		ANG	A three day workshop organised by the French institute Maison des Sciences de l'Homme et de l'Environnement Claude Nicolas Ledoux, an international ModelTER institute, European ArchaeoLandscapes project, and ISA (Network for Spatial Information in Archaeology) served as a forum for discussion for 60 professionals, and training for researchers and students who have previously worked with lidar or are currently involved in the preparatory or active phase of a project using lidar. The following fields were covered: complementary techniques of lidar data visualization and processing, integration of geophysical and lidar data, advanced treatment and management of raw lidar data, and interpretation of lidar data. The focus of the workshop was on forested landscapes. The project leader was a co-organiser of the workshop and led three workshop sessions.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	2014; Avtorji / Authors: Nuninger Laure, Kokalj Žiga	
	Tipologija	3.16 Vabljen predavatelj na konferenci brez natisa	
5.	COBISS ID	36822061	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razumevanje specifikacij, obdelave, vizualizacij in ravnanja z lidarskimi podatki

	ANG	Skills transfer to build confidence in lidar data processing, manipulation and visualization
Opis	SLO	Na delavnici in spremljajočem seminarju, ki smo ju izvedli za uslužbence Kraljeve komisije za škotske starodavne in zgodovinske spomenike (RCHAMS), udeležence seminarja na organizaciji Zgodovinska Škotska (Historic Scotland) v Edinburgu (Združeno Kraljestvo) in udeležence delavnice o neinvazivnih metodah v arheologiji v Pecu na Madžarskem, smo predstavili proces dela, ko uporabnik pridobi naročene ali arhivske lidarske podatke. Prikazali smo, kako umestiti oblak lidarskih točk v okolje geografskega informacijskega sistema, oceniti njegovo kakovost, ravnati z njim v tem okolju ter izdelati modele terena in površja za vizualizacijo in interpretacijo. Predstavili smo tudi delovanje namenskih orodij za obdelavo lidarskih podatkov.
	ANG	This workshop was held for the staff of the Royal Commission on the Ancient and Historical Monuments of Scotland and participants of a workshop at Historic Scotland in Edinburgh (United Kingdom), as well as participants of a workshop in Pecs (Hungary). The participants have become familiar with the basic workflow recommended when receiving a commissioned or archival lidar dataset. We have presented how to take classified lidar point clouds into a GIS environment, assess their quality, interact with the point clouds, and create terrain and surface models for use in data visualization and interpretation. Specialist software for lidar data processing and management was also demonstrated.
Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Opitz Rachel, Kokalj Žiga	
Tipologija	3.16	Vabljen predavanje na konferenci brez natisa

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Izsledki raziskave so ključni za preučevanje okoljskih sprememb na Zemljinem površju (geografija, geomorfologija, vodarstvo, inženirska geologija, gozdarstvo, kartografija), sodobno upravljanje z okoljem in zmanjševanje nevarnosti naravnih nesreč, kot tudi za zgodovinsko analizo pokrajine in delovanja človeka v njej (arheologija, paleogeografija, okoljska zgodovina).

Pomemben doprinos je boljše razumevanje vpliva pogojev razpoznavnosti mikroreliefnih oblik z zračnim laserskim skeniranjem. S primerjavo morfometričnih lastnosti naravnih in antropogenih oblik različnih pokrajinskih tipov ter lastnosti zajema lidarskih podatkov smo omogočili bolj učinkovito načrtovanje letalskih snemanj, hkrati pa je bolj jasno katere oblike lahko s tovrstnimi podatki identificiramo in pod kakšnimi pogoji.

Ob tem je raziskava uvedla nov pristop, to je celovitost obravnave od samega načrtovanja zajema do interpretacije podatkov. Le s celovitim pristopom in namensko obravnavo mikroreliefnih oblik namreč lahko zagotovimo kakovosten rezultat. Nadgradnja obstoječih postopkov obdelave lidarskih podatkov, z različnimi načini njihove predstavitve in z vizualno interpretacijo ter terenskim pregledom, je pripomogla k večji gotovosti rezultatov in njihovi večji medsebojni primerljivosti.

S tem smo dosegli napredek znanja v primerjavi s prejšnjimi pristopi na področju interpretacije mikoreliefnih oblik iz natančnih modelov reliefa. S pridobljenim specifičnim znanjem je slovenska stroka prispevala svoj delež pri najnovejših raziskavah na tem področju na svetu.

V okviru projekta smo izdelali Relief Visualization Toolbox, prosto dostopno programsko orodje za izračun najprimernejših tehnik prikaza modelov višin. Osnovna različica orodja omogoča interpretacijo tudi tistim, ki nimajo dostopa ali znanja za uporabo geografskih informacijskih sistemov, zahtevnejšo pa je mogoče vključiti v samodejne procese obdelave. V raziskovalnih ustanovah, ki se ukvarjajo z interpretacijo podatkov laserskega skeniranja (zlasti na področju arheologije), orodje in v njem razvite tehnike uporabljajo pri vsakdanjem delu (npr. v Sloveniji, Avstriji, Franciji, na Irskem, Norveškem, v Angliji, na Škotskem, Madžarskem, v Nemčiji, na Češkem, Kitajskem in v Združenih državah Amerike).

ANG

Results of the project are fundamental to the study of environmental changes on Earth's surface (geography, geomorphology, water management, engineering geology, forestry, cartography), modern environmental and cultural management, and mitigation of natural hazards, as well as historical analysis of landscapes and its anthropological modifications (archaeology, palaeogeography, environmental history).

The comparison of morphometric properties of natural and anthropogenic features of different landscape types with data acquisition parameters allows a more effective planning of aerial scanning flights. It is now clearer what kind of features and under what conditions can be identified with a certain set of data.

The study introduced an approach that integrally connects importance of data acquisition planning with processing, visualization and interpretation of data. It is because a high-quality result can only be achieved by an integral approach and by purposely considering the microrelief features. The enhancement of existing lidar data processing techniques and different visualization methods, visual interpretation and extensive fieldwork have assisted in more reliable results that can be more easily compared and validated.

This has pushed forward the knowledge about interpreting microrelief structures from detailed relief models. With this specific expertise, the Slovenian science has contributed to the newest research findings in the field.

In the scope of the project we have deigned a Relief visualization Toolbox, a free, easy to use software tool for calculation of raster relief visualization techniques, that have proven to be effective for identification and interpretation of microrelief features. The basic version of the tool gives the opportunity to interpret lidar data also to those without access to geographical information systems, while the advanced version can be incorporated into automatic procedures. The tool and techniques developed in it are used on a daily basis by research institutions that deal with interpretation of lidar data (e.g. in Slovenia, Austria, France, Ireland, United Kingdom, Hungary, Germany, Czech Republic, China, and the United States of America).

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Predlagana raziskava s svojimi izsledki predstavlja velik potencial in ponuja napredek tako za načrtovanje upravljanja z naravno in kulturno dediščino, kot za izboljšanje zemljevidov ogroženosti pred različnimi hidro-geomorfnimi procesi, če navedemo le nekaj pomembnejših področij uporabe. Izdelane smernice za specializirano obdelavo in interpretacijo javno dostopnih podatkov lahko privarčujejo mnogo javnega denarja, pa tudi denarja in časa družb zasebnega sektorja, ki se z omenjenimi področji ukvarjajo.

Na podlagi izsledkov študije lahko slovenska podjetja, ki se ukvarjajo z izpeljavo informacij o okolju na podlagi natančnih modelov reliefa, postanejo konkurenčnejša, saj lahko k svojem naboru izdelkov dodajo nove, ki jih ostala podjetja še nimajo, nekatere standardne izdelke pa posodobijo in jih naredijo točnejše.

Rezultati so neposredno uporabni tudi za potekajoči mednarodni raziskovalni projekt

(ArchaeoLandscapes Europe (7. OP) z več kot 70 partnerji), bilateralni projekt Objektno usmerjeno kartiranje urbanih površin v primeru naravnih nesreč, nacionalna projekta Določanje naravnih pokrajinskih tipov Slovenije z geografskim informacijskim sistemom in Terasirane pokrajine v Sloveniji kot kulturna vrednota ter raziskovalni program Antropološke in prostorske raziskave.

ANG

The results of the project have a big potential and offer a breakthrough in the fields of environmental and cultural heritage management, and improvement of risk maps for hydro-geomorphic processes. The elaborated guidelines for a specialized processing and interpretation of publicly available data can save substantial public funds, as well as money and human resources of the private sector, dealing with the mentioned fields.

Slovenian companies that are generating products about the environment based on detailed relief models can profit from the discoveries of this study because they can expand their array of their products and/or enhance and update their standard procedures and products.

Results are directly applicable in the ongoing European FP7 ArchaeoLandscapes project with more than 70 partners, bilateral project Object based mapping of urban areas in case of natural disasters, national projects Determination of natural landscape types in Slovenia with geographical information systems and Terraced landscapes in Slovenia as cultural values, and a research programme Anthropological and spatial studies.

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	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

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	☐	☐	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☐	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☐	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☐	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☐	
G.02.08.	Povečanje dobička					

		☐	☐	☐	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☐	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
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	☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja		EUR

projekta je znašala:		
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	
	2.	
	3.	
	4.	
	5.	
Komentar		
Ocena		

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:

Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti in
umetnosti

Žiga Kokalj

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/1

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

10-CF-69-12-3D-EB-D7-25-7B-65-26-BF-BB-F5-C9-10-3E-39-DF-69