

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/81



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L1-4154
Naslov projekta	Izdelava modela za oceno razpoložljivosti sončne energije v Sloveniji na osnovi meteoroloških meritev
Vodja projekta	4290 Primož Mlakar
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	10854
Cenovni razred	A
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	2574 MEIS storitve za okolje d.o.o.
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1986 ALPINEON razvoj in raziskave, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.02 Fizika 1.02.04 Meteorologija in oceanografija
Družbeno-ekonomski cilj	05. Energija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.05 Vede o zemlji in okolju

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Uspešno smo zaključili projekt z raziskovalnim ciljem "Izdelava modela za oceno razpoložljivosti sončne energije v Sloveniji na osnovi meteoroloških meritev", ki pomembno prispeva k razumevanju sončnega obseva na področju Slovenije. V okviru projekta pa smo sodelovali tudi z Univerzo v Sao Paulu v Braziliji in naše raziskovalne dosežke prenesli tudi na širše področje Sao Paula in na področje Otočja kralja Georga

na Antarktiki kje ima država Brazilija svojo raziskovalno postajo.

Izdelali smo namensko testirno okolje v katerem smo združili vse baze merilnih podatkov, baze rezultatov posameznih poizkusov in končnih modelov ter vsa običajna in nova namensko razvita orodja za analizo in pregled meritev in rezultatov modelov. Izdelali smo programska orodja za uporabo vseh razvitih modelov v realnem času v operativnem režimu ali pa za analizo zbranih dolgoročnih nizov.

Z numeričnim vremenskim napovedovalnim modelom smo izdelali operativno napoved v realnem času za dober približek 2D porazdelitve globalnega sončnega sevanja za Slovenijo, Sao Paulo in izbrano otočje na Antarktiki.

Z uporabo umetnih nevronske mreže smo razvili dva večja sklopa modelov za napovedovanje difuznega sončnega sevanja (globalno = direktno + difuzno). Prvi sklop so modeli na osnovi meteoroloških meritev, drugi, pričakovano nekoliko slabši, pa modeli na osnovi numeričnih vremenskih napovedi. Ključni, povsem novi rezultat, ki presega vsa zastavljena pričakovanja, pa je, da smo dokazali, da so ti modeli krajevno prenosljivi.

Poleg zastavljenih raziskovalnih izzivov na področju meteorologije pa smo nadgradili tudi zastavljeni izziv tehnologije zbiranja okoljskih podatkov s pomočjo DTN interneta za komunikacijsko najzahtevnejše razmere.

Rezultate projekta smo objavili v znanstvenih člankih, na znanstvenih konferencah, vabljenih predavanjih na Univerzi v Sao Paulu in poljudno v javnih medijih, v pripravi in obravnavi pa so še tri objave izsledkov iz zadnjega leta raziskav.

Za rešitev znanstvenih problemov, izvajanje preizkušanja, izboljševanja in validacije ter za izdelavo priporočil za nove produkte na trgu smo vzpostavili opisano testirno okolje kot sodoben pristop k splošni obravnavi znanstveno-aplikativnega cilja projekta.

Celovito testirno okolje je ključna osnova za nove raziskave. Zaenkrat smo vključeni v brazilski raziskovalni projekt ETA Antarctica. V obravnavi pa je tudi vloga za nadaljevanje MCITY projekta (proučevanje meteoroloških značilnosti nad »mega city« področjem kakršen je Sao Paulo v Braziliji). Poleg tega pa je testirno okolje tudi ključna zbirka baz in orodij za izvedbo novih storitev MEISa za trg za zahtevne investitorje s področja izkoriščanja sončne energije.

Rezultati projekta predstavljajo velik korak naprej tako za konkurenčnost podjetja MEIS na trgu kot za raziskovalno skupino MEIS in njeno delo v mednarodnem okolju.

ANG

We have successfully concluded the project entitled "Development of the meteorological measurements based model for solar energy availability estimation in Slovenia", which has made an important contribution to the understanding of solar radiation in Slovenia. The project involved the participation of the University of São Paulo, Brazil, and the transfer of our research achievements to the wider area of São Paulo and King George Island in the Antarctic, where Brazil runs a research station.

We created a dedicated testbed that combined all our databases of measurements and the results of individual experiments and final models and all the standard and newly developed tools for analysing and reviewing the measurements and model results. We developed software for the use of all the developed models for real-time modelling and the analysis of the collected long-term data sets.

We created a real-time operational forecast using a numerical weather prediction model that provides a good approximation of the 2-D distribution of global solar radiation for Slovenia, São Paulo and isles in the Antarctic.

We developed two large sets of diffuse solar radiation prediction models (global = direct + diffuse) using artificial neural networks. The first set comprises models based on meteorological measurements and the second, expectedly somewhat inferior, set includes models based on numerical weather prediction. The key new result, which has exceeded all our expectations, is that we have demonstrated that the models are spatially transferable.

In addition to our meteorological research achievements, we have also upgraded our technology for the collection of environmental data using DTN in the most difficult communication conditions.

We have presented the results of the project in scientific articles, at scientific conferences, at invited lectures at the University of São Paulo and in the public media. Three further articles on the findings made in the last year of the project are also in preparation or in review.

For the purposes of solving research problems, testing, improvement and validation and for the preparation of recommendations for new products, we created a testbed as a modern approach to how the scientific and applicative goal of the project is dealt with in general.

This comprehensive testbed is the key basis for new research. We are currently participating in the Brazilian ETA Antarctica project. An application for the continuation of the MCITY project is also currently under consideration (study of the meteorological conditions above a mega city area such as São Paulo). The testbed also constitutes a key collection of databases and tools for the provision of new MEIS services in relation to the use of solar energy to demanding investors.

The results of the project constitute a major step forward in terms of MEIS's market competitiveness and for its research group and its international work.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

RAZISKOVALNA HIPOTEZA IN OPIS RAZISKOVANJA

Sončna energija, ki doseže zemeljsko površino, je pomemben vir energije. Izkoriščamo jo na različne načine. Ti načini variirajo od gojenja alg do gretja tople vode v kolektorjih ter seveda neposrednega pridobivanja električne energije s fotonapetostnimi sistemi. Za vse te načine pa je pomembno, da poznamo razpoložljivost sončne energije. Glavni cilj tega projekta je določitev časovno in krajevno (v dveh dimenzijah na površini Zemlje) opredeljene razpoložljivosti sončne energije v čim bolj podrobni ločljivosti nad kompleksnim terenom v Sloveniji. Pri tem nas zanima tako globalno sončno sevanje kot tudi razmerje med direktnim in difuznim delom na katera se globalno deli. Razmerje je ključnega pomena za učinkovitost izrabe z različnimi navedenimi tehnologijami. Rešujemo torej meteorološke probleme, z inženirskim delom optimizacije same postavitve panelov pa se v tem projektu ne ukvarjamo, ker je bilo na to temo že veliko izvedenega. Poleg raziskav na slovenskih razmerah smo raziskave delali tudi na testirnih poligonih v Braziliji in na Antarktiki. Te merilne podatke so prispevali naši projektni partnerji iz Univerze v Sao Paulu (**USP**) v Braziliji.

Ključni raziskovalni problemi, ki smo si jih zastavili in jih uspešno rešili, so:

- kako napovedovati sončno sevanje z numeričnimi modeli za napovedi vremena (v nadaljevanju kratko po angleški uveljavljeni kratici »**NWP**« »numerical weather prediction«) v fini resoluciji nad kompleksnim terenom,
- ali je možno v taki resoluciji napovedi izboljšati s satelitskimi meritvami ter
- kako napovedovati sončno sevanje iz osnovnih meteoroloških meritev in koliko so potem taki modeli reprezentativni za širšo in geografsko raznoliko

okolico.

Dodatni raziskovalni problemi, ki smo si jih v predlogu projekta zastavili in jih rešili, pa so še naslednji:

- novi statistični pristopi za analizo meritev in napovedi,
- zbiranje merilnih podatkov iz odročnih predelov z DTN tehnologijo v najbolj zahtevnih komunikacijskih razmerah ter
- novi pristopi za študije za energetske industrije.

KLJUČNE UGOTOVITVE IZVEDENIH RAZISKAV

Izdelali smo **namensko testirno okolje** v katerem smo združili vse baze merilnih podatkov, baze rezultatov posameznih poizkusov in končnih modelov ter vsa običajna in nova namensko razvita orodja za analizo in pregled meritev in rezultatov modelov. Izdelali smo programska orodja za uporabo vseh razvitih modelov v realnem času v operativnem režimu ali pa za analizo zbranih dolgoročnih nizov.

Z NWP modelom smo izdelali operativno napoved v realnem času za dober približek 2D porazdelitve globalnega sončnega sevanja za Slovenijo, Sao Paulo in izbrano otočje na Antarktiki.

Z uporabo umetnih nevronske mreže (iz področja znanosti o razpoznavanju vzorcev) smo razvili dva večja sklopa modelov za napovedovanje difuznega sončnega sevanja (globalno = direktno + difuzno). Prvi sklop so modeli na osnovi meteoroloških meritev, drugi, pričakovano nekoliko slabši, pa modeli na osnovi NWP modelskih napovedi. **Ključni, povsem novi rezultat, ki presega vsa zastavljena pričakovanja, pa je, da smo dokazali, da so ti modeli krajevno prenosljivi.**

ZNANSTVENA SPOZNAVANJA IN PODROBNI OPISI ZNANSTVENIH RAZISKOVALNIH PROBLEMOV

Najprej smo raziskali koliko so za fino ločljivost nad kompleksnim terenom uporabne sedanje satelitske meritve, kot jih zagotavlja Evropska vesoljska agencija. Hitro smo ugotovili, da so za naše podrobne potrebe še preslabe. O tej problematiki smo imeli vabljeno predavanje na prestižni evropski strateški konferenci o uporabi satelitskih meritev.

Drugi sklop raziskav je bil namenjen izboljšavi vremenskih napovedi NWP za doseg boljše časovne in krajevne ločljivosti nad kompleksnim terenom kot je bila predhodno izvedena v našem že zaključenem projektu KOoreg (www.kvalitetazraka.si) Uspešno smo izvedli napoved v krajevni resoluciji 2 km in časovni resoluciji pol ure. Napoved je uspešna in teče operativno v realnem času za testno regijo Krško z okolico. Napoved smo uspešno prodali Nuklearni elektrarni Krško (vzorec rezultata za lokacijo NEK – meteo Stolp na: <http://www.meis.si/testbed/>).

Glavni dosežek projekta pa je razvoj novih modelov za napoved difuznega sončnega sevanja z uporabo večnivojske Perceptronske umetne nevronske mreže (VPUNM). (V svetu smo priznani kot prvi, ki smo to teorijo prenesli na področje napovedi onesnaženja ozračja že leta 1993, dodatno pa smo z brazilskimi kolegi med prvimi v svetu, ki smo leta 2004 (poleg Sozen et.al., enako 2004) prenesli to na področje modeliranja sončnega sevanja.)

Nove modele smo razvili na primeru večletnih meritev na letaliških meteoroloških opazovalnicah Portorož in Maribor (postaji Agencije RS za okolje - ARSO). Predvidena je bila tudi uporaba podatkov iz avtomatske postaje Murska Sobota – Rakičan, ARSO, vendar so bili podatkovni nizi žal z bistveno preveč napakami (dokumentirano), da bi bili uporabni. Modele smo razvili s podatki iz leta 2012, validirali pa smo jih z neodvisnim nizom iz let 2013 in prve polovice 2014. **Ključni, povsem nepričakovani dosežek pa je ta, do so novorazviti modeli krajevno prenosljivi**

med popolnoma različnima klimama Portoroža in Maribora. Za take modele na osnovi nevronske mreže je namreč v splošnem značilno, da so izdelani za izbrano krajevno lokacijo in niso brez predelave prenosljivi drugam. To pomeni, da smo uspeli zajeti ključne fizikalne zakonitosti.

Modele smo izdelali na osnovi NWP in/ali na osnovi avtomatskih meteoroloških meritev (ožji ali širši zahtevnejši nabor). Izdelali smo orodja za uporabo modelov točkovno »in-situ« na data-loggerjih (izvedba bazirana na vgradnem računalniku) na meteoroloških postajah in za uporabo na osebnih računalnikih v našem centru ali drugje kjer dodatno računamo operativno 2D ploskovno napoved za Slovenijo, Sao Paulo državo v Braziliji in za področje nad brazilsko državno raziskovalno postajo Commandante Ferraz na otočju Kralja Georga na Antarktiki. Ponosni smo, da njihova meteorološka ekipa uporablja našo napoved za operativno načrtovanje dela v težkih vremenskih razmerah na Antarktiki. (slovenski operativni točkovni modeli, primer za MEISovi postaji Pustice in Veliki Ločnik, 2D operativna napoved globalnega in difuznega sončnega sevanja za področje Slovenije, operativne napovedi za brazilsko in antarktično izbrano področje).

Z opisanimi modeli smo torej pokrili ključni raziskovalni cilj napovedi globalnega in difuznega sončnega sevanja operativno v podrobni krajevni in časovni ločljivosti. Dodatni znanstveni problemi, ki smo jih uspešno rešili, pa so še naslednji: Uporabili smo podatke radiosondaže nad Sao Paulom, pridobljene v okviru Brazilskega projekta MCITY, za validacijo naše implementacije podrobne vremenske napovedi. Napovedi smo validirali tudi nad Slovenijo, vendar žal tukaj ne razpolagamo s časovno tako podrobnimi meritvami atmosferskega profila.

Za postajo na Antarktiki smo izdelali podrobno vremensko napoved in dodatno operativno napoved difuznega sončnega sevanja. Letos bodo stekle tudi meritve slednjega, ki bodo omogočile validacijo tudi tam. Zakasnitev pri teh meritvah je zato, ker je žal na postaji 25. februarja 2012 prišlo do katastrofalne nesreče z dvema mrtvima (naš brazilski kolega prof. Oliveira je bil takrat na lokaciji in na srečo nepoškodovan) in postajo šele sedaj ponovno nadgrajujejo v polno obratovanje.

Operativno smo izpopolnili prenos merjenih podatkov s postaje Veliki Ločnik in s postaje ob vlakovni progi v Postojnski jami z uporabo DTN tehnologije, ki smo jo predhodno za te namene začeli razvijati v »N4C« projektu iz 7OP EU, v tem projektu pa smo predvideli že v projektni vlogi izpopolnitev za najtežje komunikacijske razmere na poligonu v jami (ob sodelovanju ekipe Inštituta za raziskavo Krasa **IRK**). O tem dosežku smo objavili članek nad katerim je bil navdušen celo dr. Vint Cerf, globalno priznan kot eden od očetov interneta in eden od glavnih avtorjev DTN vrste interneta.

Sodelovanje z IRK je prineslo tudi nepričakovano rešitev vprašanja spektralne sestave svetlobe. Tega nismo raziskovali, ker je kolega biolog dr. Mulec Janez iz IRK v kontroliranih pogojih z uporabo različne LED osvetlitve v Postojnski jami dokazal, da alge izkoristijo katerokoli valovno dolžino svetlobe, in posrkajo večino te energije v kakršni koli obliki, ki jo imajo na razpolago za življenje.

Dodatno pa smo navezali sodelovanje z raziskovalno skupino Onkološkega inštituta in utirili uporabo naših raziskovalnih dosežkov za bodoče geografske analize vzročnih povezav med sončnim sevanjem in kožnimi raki. Prvo postavitev geografske analize, sicer na naših prejšnjih rezultatih modeliranja onesnaženja, pa smo že uspešno objavili.

REZULTATI, UČINKI, UPORABA

Izdelali smo testirno okolje, ki nam omogoča arhiviranje meritev, offline in on-line modelskih 2D in točkovnih napovedi modelov, in operativni tek NWP in naših modelov. Nove modele smo uspešno validirali in/ali postavili v operativno uporabo

(različne kombinacije) nad Slovenijo ter še v delu Brazilije in na delu Antarktike. Orodja za arhivirne baze, analizo in predstavitve obsegajo: nova frekvenčna prikaza »sončnica in energetska analiza« ter kombiniranega preseka atmosfere (»RASS« prikaz) ter klasična statistična analizna orodja.

Operativno nam delujejo modeli za NWP fino ločljivost, točkovne in ploskovne napovedi globalnega in difuznega sončnega sevanja, na računalnikih v laboratoriju in in-situ na data-loggerju merilne postaje (zelo pomemben aplikativen dosežek avtomatizirane operativne rabe modela na osnovi VPUNM). Postavili smo tudi algoritme za učinkovito prečesavanje meritev in rezultatov in iskanje napak, odstopanj in kontrolo kvalitete.

Celoten projekt je bil voden v skladu s standardom zagotavljanja kvalitete procesov ISO 9001 za katerega ima MEIS veljaven certifikat.

Podmnožico testirnega okolja z novim imenom »Girassol« smo izdelali tudi za naše brazilske kolege iz Univerze v Sao Paulu za nadaljnje skupno raziskovalno delo obeh skupin na tej problematiki.

Nuklearni elektrarni smo prodali fino NWP napoved. Pripravljamo točkovno napoved difuznega sevanja tudi za sončno elektrarno Brežice (<http://www.meis.si/testbed/>, Stolp). Utirili smo sodelovanje raziskavam vpliva sonca na kožne rake z Onkološkim inštitutom in že prijavili nov projekt. Petrolu smo predstavili (prodali pa žal še ne) možne storitve in orodja za napoved energetske izrabe sončne (in tudi vetrne) energije. Naše raziskave smo predstavili tudi na slovenskem združenju IUGG (SZGG).

Za sprotno spremljanje in uporabo on-line rezultatov smo izdelali interne WEB prikaze (razno na <http://www.meis.si/testbed/>).

Ključni znanstveni in aplikativni rezultat je modelirni sistem v testirnem okolju za oceno energijske bilance sončnega sevanja na podlagi meritev, NWP in VPUNM modelov v fini krajevni in časovni resoluciji. Vsa orodja testirnega okolja so praktično uporabna tako za znanstvene analize (offline in on-line) kot tudi za izvajanje tržnih storitvenih dejavnosti (aplikativno), slednje je za MEIS izjemnega pomena.

SODELOVANJE S TUJIMI PARTNERJI

Uspešno smo se vključili v brazilski projekt **ETA ANTARCTICA** (<http://www.iaq.usp.br/meteo/labmicro/projetos/ETA/ETA.html>), smo partner v njihovi oddani **vlogi za novi MCITY projekt**, sodelovali smo s predavanjem **na pomladni šoli meteorologije** in izvedli **seminar** o modelih difuznega sončnega sevanja na bazi VPUNM, vse to **na USP**.

Obiskali so nas: **delegacija USP (prof. F. L. Teixeira Goncalves** s kolegicama), **G. Tinarelli iz Arianet** raziskovalne skupine iz Milana (svetovanje glede NWP v fini resoluciji) ter priznana evropska raziskovalka za parametrizacijo planetarne mejne plasti in energetskih fluksov atmosfere **pp. Prof. Ekaterina Batchvarova** iz Sofije.

Na **ARSO** smo izvedli širšo predstavitev naših raziskav na meteorološkem področju, ki jo je poslušala tudi takrat še bodoča direktorica direktorata za okolje na **MOP** mag. Bolte.

Dr. Božnar je članica komiteja evropskega združenja **EURASAP** in na sestankih komiteja sodeluje z EU znanstveniki.

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

Projekt je bil razdeljen na različne naloge, ki smo jih uspešno izvedli:

ZAČETNA FAZA

- Podrobno smo opredelili vsebino projektne naloge. V naših QA/QC postopkih ISO 9001 pa smo dodatno opredelili, kako moramo postaviti in izvajati projektne naloge.
- Pregledali in izbrali smo podatkovne zbirke meritev (lokacije, parametri, vzorčenje in pogostost dopolnjevanja), ki so pomembne za projekt.

RAZISKAVE

- Pregledali smo možne metode modeliranja in izbrali ustrezne metode.
- Razvili smo različne modele za značilne slovenske lokacije z razpoložljivimi meritvami, ki so omogočile preverjanje modelov.
- Analizirali smo možnosti numeričnega napovedovanja vremena za ponazarjanje meteoroloških polj za kompleksen teren v dovolj visoki ločljivosti, da smo jih uporabili kot dodatek lokalnim meritvam *in situ*.
- Uporabili smo podatke pridobljene z numeričnim napovedovanjem vremena. Za satelitska opazovanja pa smo ugotovili, da so še premalo natančna.
- Zgrajene modele smo uporabili na značilnih lokacijah v Sloveniji, za katere so na voljo samo osnovne meteorološke meritve.
- Zgrajene modele smo uporabili tudi na značilnih lokacijah v Braziliji in na Antarktiki.
- Preverili smo veljavnosti modelirnega sistema (raziskovanje časovnega in vzorčnega spreminjanja razpoložljive energije za obe vrsti lokacij). Primerjali smo rezultate, ocenjevali napake in natančnosti modeliranja. Ocenjevali smo nove možnosti za določanje razpoložljive sončne energije za potrebe uporabe metod izkoriščanja sončne energije v Sloveniji in Braziliji.

RAZVOJ TESTNEGA OKOLJA

- Uporabili smo lokalne meritve in prognoze podatkov v testnem okolju.
- Nadgradili smo DTN prenos podatkov z meteoroloških postaj.
- V testno okolje smo vgradili razvite modele.
- Razvili smo dodatne prikazovalne programe in jih uporabili kot orodje za ocenjevanje testnega okolja.

DRUGE DEJAVNOSTI

- V okviru projekta smo izvajali dejavnosti povezane z obveščanjem industrijskih in raziskovalnih podjetij, ki bi lahko koristno uporabila rezultate te raziskave (proces živega laboratorija). Sestali smo se z raziskovalci Petrola in Arianet iz Milana ter z inženirji z Inženirske zbornice Slovenije in jim predstavili možne uporabe naših izsledkov.
- Znanje smo širili s znanstvenimi in poljudnimi članki, s pogovori z znanstveniki na znanstvenih konferencah, delavnicah in na letni šoli.
- Pripravili smo osnovni poslovni načrt. Nekaj na novo razvitih orodij smo že prodali v Nuklearno elektrarno Krško.

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

V zadnjem letu ni bilo sprememb.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	28378919	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Modeliranje difuznega sončnega obseva
		<i>ANG</i>	Difuse solar radiation modelling

Opis	SLO	<p>V zadnjem letu izvajanja projekta so bili naši ključni znanstveni rezultati modeli na osnovi umetnih nevronske mreže (večnivojskih perceptronskih) za napovedovanje difuznega sončnega sevanja. Modele smo izdelali za različne klime v Sloveniji ter z uporabo samo meteoroloških meritev ali pa s kombinacijo vremenskih numeričnih napovedi z meritvami ali pa samo z napovedmi. Ključen rezultat nad zastavljenimi cilji je ta, da so modeli prenosljivi med različnimi lokacijami (Portorož, Maribor). Modeli na osnovi umetnih nevronske mreže za sončno sevanje so bili doslej vezani na lokacijo za katero so bili naučeni. Prenosljivost pa pomeni, da smo uspeli zgraditi modele, ki so zares povzeli ključne fizikalne zakonitosti. Modele smo validirali na daljših nizih (leto in pol) kvalitetnih merilnih podatkov in dosegli zelo dobre vrednosti cenilk za ujemanje (naprimer korelacijski koeficient nad 0.9).</p> <p>Modele sedaj uporabljamo in še nadalje razvijamo ter testiramo in validiramo.</p> <p>Navedeni objavljeni recenzirani članek je prva objava, ki smo jo pripravili. Na slovenskem združenju IAGG smo seznanili kolege, hkrati pa je to omogočilo dovolj hitro objavo prvih od navedenih rezultatov v seriji.</p>	
	ANG	<p>In the last year of the implementation of the project, our key scientific results were diffuse solar radiation prediction models based on (multilayer perceptron) neural networks. The models were constructed for various climates in Slovenia and using either only meteorological measurements, a combination of numerical weather forecasts and measurements, or only measurements. The key result that exceeded our objectives is the transferability of the models between different locations (Portorož, Maribor). Until now, solar radiation models based on artificial neural networks have only been usable for the locations for which they were trained. The transferability of the models means that we have successfully constructed models that actually capture the key physical principles. We have validated the models on longer (18 months) sets of high-quality measurement data, achieving excellent consistency evaluation parameter values (e.g. a correlation coefficient of over 0.9).</p> <p>The models have been placed into use and are subject to constant further development, testing and validation.</p> <p>This peer-reviewed article was the first paper published as part of the project. It allowed us to share our findings with our colleagues at the Slovenian IAGG association and publish the first results in the series in good time.</p>	
Objavljeno v	Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo; Raziskave s področja geodezije in geofizike 2014; 2015; Str. 45; Avtorji / Authors: Mlakar Primož, Božnar Marija, Grašič Boštjan, Oliveira Amauri Pereira de, Soares Jacyra Ramos, Gradišar Dejan, Kocijan Juš		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
2.	COBISS ID	26486567	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Validacija kratkoročne WRF napovedi vremena v podrobni resoluciji nad kompleksnim terenom v Sloveniji	
	ANG	Short-term fine resolution WRF forecast data validation in complex terrain in Slovenia	
		Numerična vremenska napoved v fini krajevni in časovni resoluciji za področja nad kompleksnim terenom je naše ključno orodje za napoved krajevne in časovne porazdelitve globalnega sončnega sevanja. Te napovedi pa so nadalje vhodni podatek za napoved difuznega sončnega	

	Opis	SLO	sevanja z modeli na osnovi umetnih nevronske mreže. Zato je ključnega pomena, da pravilno ovrednotimo uspešnost numeričnih vremenskih napovedi. V članku smo predstavili posebnosti, ki jih je treba upoštevati v metodologiji validacije takih modelov nad kompleksnim terenom. Zatem pa smo se osredotočili na validacijo napovedi vetra, ki je od vseh osnovnih meteoroloških veličin (poleg padavin) najtežje napovedljiv nad tako zelo kompleksnim terenom kot je slovenski.
		ANG	Numerical weather forecast in fine spatial and temporal resolution for areas above complex terrain is our key tool for predicting the spatial and temporal distribution of global solar radiation. These forecasts also serve as input data for the prediction of diffuse solar radiation using artificial neural network based models. It is therefore of vital importance to properly evaluate the performance of the numerical weather models. This article presents the specifics that need to be taken into consideration in the methodology for the validation of such models above complex terrain. It also focuses on the validation of models of wind, which is the most difficult to predict out of all the basic meteorological variables above terrain as complex as in Slovenia (apart from precipitation).
	Objavljeno v		Interscience Enterprises; Special issue on harmonisation within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes; International journal of environment and pollution; 2012; Vol. 50, no. 1/4; str. 12-21; Impact Factor: 0.257; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.077; WoS: JA; Avtorji / Authors: Božnar Marija, Mlakar Primož, Grašič Boštjan
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	36767021	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kraške turistične jame - kako lahko vesoljska DTN tehnologija pripomore pri avtomatskem nadzoru okolja v jami in zaščiti turistov - eksperiment v Postojnski jami
		ANG	Karst show caves - how DTN technology as used in space assists automatic environmental monitoring and tourist protection - experiment in Postojna Cave
	Opis	SLO	<p>V projektni vlogi smo si zastavili tudi nalogo iz področja informacijsko komunikacijskih tehnologij: zbiranje merilnih podatkov iz odročnih predelov z DTN tehnologijo v najbolj zahtevnih komunikacijskih razmerah (postavitve na planem in v Postojnski jami v vnaprej predvidenem sodelovanju z dr. Gabrovškom iz Inštituta za raziskovanje Krasa).</p> <p>DTN je okrajšava za "Delay and disruption tolerant networking" odložljiva omrežja.</p> <p>Meteorološke postaje postavljamo običajno na mestih, ki nimajo infrastrukture. Eden od ključnih problemov pri avtomatsko merjenih meteoroloških podatkih, ki so vhod za naše modele o razpoložljivosti sončne energije, je zato tudi tehnologija zbiranja podatkov iz oddaljenih in s komunikacijsko infrastrukturo nepokritih predelov. To so večkrat tudi odročna področja, kjer je toliko bolj zanimivo pridobivanje energije iz sonca, ker tam druge energije ni na voljo ali tudi zato, ker so to površine z nizko ekonomsko vrednostjo in jih lahko namenimo naprimer obširnemu solarnemu polju. Na oddaljenih in odmaknjenih področjih je problem komunikacijskih zvez pereč predvsem v fazi testiranja lokacije glede smiselnosti izkoriščanja sončne energije, ko moramo za daljše obdobje pridobiti meritve na čim cenejši način kar seveda ne opravičuje in ne omogoča postavitve komunikacijske infrastrukture.</p> <p>Za komunikacijo s takimi težavnimi okolji se v svetu razvija DTN</p>

	<p>tehnologijo (MEIS je na tem področju sodeloval že v EU 7OP projektu N4C in v njegovem nadaljevanju iz Leonardo EU programa).</p> <p>V tem projektu pa iz ene merilne postaje (Veliki Ločnik, ki je del testirnega okolja) podatke prenašamo z DTN protokolom. Z enakim protokolom smo izvedli zelo odmeven eksperiment v Postojnski kraški jami.</p> <p>V objavljenem članku smo raziskovalci MEISa in Inštituta za raziskavo Krasa v sodelovanju s še drugimi evropskimi partnerji na primeru Postojnske jame dokazali uporabnost DTN vrste interneta (odložljivo omrežje, ki premaguje zakasnitve in prekinitve) za zbiranje avtomatsko merjenih meteoroloških in drugih podatkov v velikih kraških jamah. Po javno objavljenem mnenju recenzentov gre za »izvirno novo metodo zbiranja podatkov« izvedeno na »izredno zanimiv« in »odličen« način.</p> <p>DTN internet se sicer uporablja za najzahtevnejša okolja (od interplanetarnih komunikacij pri NASI do odročnih predelov na Laponski). Prvo novico o izvedenem eksperimentu v Postojnski jami je z besedami »TO JE RES VELIČASTNO!!! KAKŠNA ZGODBA!« navdušeno pohvalil tudi dr. Vinton Cerf, svetovno priznan kot eden od »očetov interneta«. Dr. Cerf pa je tudi eden od začetnikov DTN. Novico o objavljenem članku pa je dr. Cerf takoj posredoval DTN raziskovalcem. To vsekakor dokazuje, da so naši dosežki na DTN področju opaženi na svetovni ravni.</p>
ANG	<p>The project application also included a task in the field of information communications technology: the collection of measurement data from remote areas using DTN technology in the most difficult communication conditions (networks were set up above ground and in the Postojna Cave as part of a planned collaboration with Dr Gabrovšek of the Karst Research Institute.</p> <p>DTN is abbreviation for "Delay and disruption tolerant networking".</p> <p>Meteorological stations are usually set up in areas lacking the normal infrastructure. One of the key problems with regard to automatically captured meteorological data – which represent the input for our solar energy availability models – is also the technology for data collection from remote areas that are not covered by a communication infrastructure. Often, we are talking about remote areas where the generation of energy from solar power is so much more interesting since no other energy sources are available there or also because these are areas with a low economic value, therefore they can be utilized for e.g. extensive solar farms. In remote and inaccessible areas, the lack of communication links is a big problem especially in the site testing phase in order to verify the feasibility of the solar power utilization, when the measurements for a possibly long time period need to be obtained with minimum costs, which of course does not justify nor allow for the setup of a communication infrastructure.</p> <p>For communication in such harsh environments the DTN technology is being developed (in this field, MEIS has already cooperated in the EU 7OP project N4C, and in the Leonardo EU programme in its follow-up).</p> <p>Within this project, the data from one measurement station (Veliki Ločnik, which is a part of the testbed) is transferred by means of the DTN protocol. With the same protocol, a highly visible experiment in the karstic Postojna Cave was executed.</p> <p>In the published article, the researchers from MEIS and the Karst Research Institute in cooperation with other European partners have, in the example</p>

		<p>of Postojna Cave, demonstrated the usefulness of the DTN internet (a delay- and disruption-tolerant network) for the collection of automatically measured meteorological and other data in large karstic caves. According to the public opinion of reviewers, that is a "unique new method for data collection", performed in a "highly interesting" and "appealing" way.</p> <p>The DTN internet is otherwise used for the most demanding of environments (from NASA's interplanetary communication to remote areas in Lapland). The first news about the execution of the experiment in Postojna Cave also received enthusiastic praise in the form of words "THIS IS JUST GREAT!!! WHAT A STORY TO TELL!" by Dr. Vinton Cerf, who is recognized worldwide as one of the "fathers of the Internet". Dr. Cerf is also one of the pioneers of DTN technology. The word about the article was immediately spread among researchers by Dr. Cerf himself. It certainly proves that our achievements in the DTN field have been recognized worldwide.</p>
	Objavljeno v	European Geophysical Society; Natural hazards and earth system sciences; 2014; Vol. 14, no. 2; str. 443-457; Impact Factor: 1.826; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.497; WoS: LE, QQ, ZR; Avtorji / Authors: Gabrovšek Franci, Grašič Boštjan, Božnar Marija, Mlakar Primož, Udén Maria, Davies E.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	1824635 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Metodološki pristop pri določanju manjših prostorskih enot nad izredno kompleksnim terenom v raziskavah onesnaževanja ozračja</p> <p><i>ANG</i> Methodological approach in determination of small spatial units in a highly complex terrain in atmospheric pollution research</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Naše raziskave iz tega projekta so rezultirale v podrobnih napovedih mikrometeoroloških značilnosti planetarne mejne plasti nad kompleksnim terenom. Napovedi imajo veliko vrednost tudi zato, ker so uspešno validirane z meritvami.</p> <p>Vse to je bila podlaga za navezavo širšega sodelovanja med MEISom in Katedro za Javno zdravje Medicinske fakultete v Ljubljani in Onkološkim inštitutom iz Ljubljane. Prva tema je povezava z boleznimi dihal (imamo to navedeno skupno objavo s tema dvema skupinama, še eno na domači konferenci in še en članek objavljen v mednarodni reviji). Z Onkološkim inštitutom pa že razvijamo metode za proučevanje krajevne odvisnosti vpliva sončnega sevanja (za katerega imamo iz tega projekta večletne rezultate po komponentah) na kožne rake, kar je nadaljevanje metode postavljene v tem navedenem članku. To bo predvidoma tudi ključno nadaljevanje tega projekta.</p> <p><i>ANG</i> Our research within this project has resulted in detailed predictions of micro-meteorological characteristics of the planetary boundary layer above a complex terrain. The predictions are also highly valuable because they have been successfully validated by means of measurements.</p> <p>All of this has served as the foundation for the establishment of a broader collaboration between MEIS and the Department for Public Health of the Ljubljana Faculty of Medicine as well as the Ljubljana Institute of Oncology. The first topic deals with respiratory diseases (in addition to this joint article with the aforementioned two teams, we have presented another paper at a conference in Slovenia, while a third article has been also published in an international journal). We are also already developing methodologies for studying the spatial dependency of the impact of solar radiation (for which we have collected several years of data by components</p>

		as part of this project) on skin cancer in collaboration with the Institute of Oncology, which constitutes a continuation of the method outlined in this article. This will also most likely be the key continuation of the project.				
	Objavljeno v	Gnosis; Geospatial Health; 2014; Vol. 8, no. 2; str. 527-535; Impact Factor: 1.000; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.984; WoS: HL, NE; Avtorji / Authors: Kukec Andreja, Božnar Marija, Mlakar Primož, Grašič Boštjan, Herakovič Andrej, Zadnik Vesna, Zaletel-Kragelj Lijana, Farkaš-Lainščak Jerneja, Eržen Ivan				
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek				
5.	COBISS ID	28053799 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Operativna napoved onesnaževanja ozračja v Sloveniji z uporabo QualeAria modelirnega sistema - validacija</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Operational background air pollution prediction over Slovenia by QualeAria modelling system - validation</td> </tr> </table>	SLO	Operativna napoved onesnaževanja ozračja v Sloveniji z uporabo QualeAria modelirnega sistema - validacija	ANG	Operational background air pollution prediction over Slovenia by QualeAria modelling system - validation
SLO	Operativna napoved onesnaževanja ozračja v Sloveniji z uporabo QualeAria modelirnega sistema - validacija					
ANG	Operational background air pollution prediction over Slovenia by QualeAria modelling system - validation					
	Opis	<p>V prispevku smo obravnavali vse vidike napovedovanja vremena in onesnaženja ozračja na regionalni ravni s Qualearia sistemom. Napoved globalnega sončnega sevanja in napoved onesnaženja ozračja s PM10 (delci, ki povzročajo »zatemnitev« in sipanje direktnega sončnega sevanja) sta ključna vhodna podatka za napovedi sončnega sevanja na lokalni ravni v fini krajevni in časovni resoluciji.</p> <p>Sončno sevanje je pomembno za pridobivanje energije, hkrati pa je to tudi naravna gonilna sila, ki podnevi determinira procese mešanja zraka predvsem v vertikalni smeri kar je pomembno pri redčenju onesnaževanja ozračja.</p> <p>V članku podrobno vrednotimo zmogljivosti napovedovalnega sistema. Na osnovi teh spoznanj smo v nadaljevanju projekta razvili tudi posebna prikazovalna orodja za vrednotenje povezav med sončnim sevanjem in koncentracijami onesnaževal v zunanjem zraku (merjenimi ali modeliranimi).</p> <p>The article focuses on all the aspects of weather and air pollution prediction at a regional level using the QualeAria system. Forecasts of global solar radiation and air pollution with PM10 (particles that cause the dimming and scattering of direct solar radiation) serve as the key input data for solar radiation prediction at a local level in a fine spatial and temporal resolution.</p> <p>Solar radiation is important for energy generation and is also a natural driving force that determines the air circulation processes – especially vertically – during the day, which is important for the reduction of air pollution.</p> <p>The article provides a detailed evaluation of the performance of the prediction system. Based on these findings, we have also developed special display tools for evaluating the correlation between solar radiation and the concentrations of pollutants in ambient air (measured or modelled).</p>				
	Objavljeno v	Interscience Enterprises; Special issue of the 15th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, HARMO 15, 6-9 May, Madrid, Spain; International journal of environment and pollution; 2014; Vol. 54, no. 2/4; str. 175-183; Impact Factor: 0.303; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.143; WoS: JA; Avtorji / Authors: Božnar Marija, Mlakar Primož, Grašič Boštjan, Calori Giuseppe, D'Allura Alessio, Finardi Sandro				
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek				

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	28236071	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modeliranje difuznega sončnega obseva za priobalno merilno lokacijo na letališču Portorož (Slovenija) z uporabo umetnih nevronskih mrež
		ANG	Modeling diffuse solar radiation for a coastal location of airport Portorož (Slovenia) using artificial neural networks
	Opis	SLO	V projektu tesno sodelujemo z Univerzo v Sao Paulu, tako na raziskovalnem področju kot pri vzgoji študentov. Zato smo ključne dosežke iz zadnjega leta raziskav predstavili tudi njihovim študentom v obliki seminarja o modeliranju difuznega sončnega sevanja z umetnimi nevronskimi mrežami. Seminar je podrobno predstavil tudi teorijo večnivojske perceptronske umetne nevronske mreže kot univerzalnega aproksimatorja. Prav zaradi prenosa teorij iz razpoznavanja vzorcev na področje mikrometeorologije je bilo to predavanje za njih še posebej zanimivo, saj želijo svoje študente izobraziti tudi širše interdisciplinarno. Seminarje izvajamo z uporabo modernih video komunikacijskih tehnologij. Dodatno pa posnamemo tudi predavanje v obliki e-učnih vsebin, ki jih potem USP večkratno uporablja.
		ANG	We are closely collaborating with the University of São Paulo in research as well as education activities as part of the project. We have thus presented the key achievements of the last year of the research to their students in the form of a seminar on diffuse solar radiation modelling using artificial neural networks. The seminar also included a detailed presentation of the theory of multilayer perceptron artificial neural networks as universal approximators. The transfer of pattern recognition theories to the field of micrometeorology made the seminar all the more interesting, as the university aims to provide students with an interdisciplinary education. We conduct our seminars using modern video communication technologies. We also record lectures in the form of e-learning content that can be reused by the university.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo	
	Objavljeno v	Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo; 2014; Avtorji / Authors: Božnar Marija, Mlakar Primož, Grašič Boštjan	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
2.	COBISS ID	27397927	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vrednotenje vremenske WRF napovedi metropolitanske regije mesta São Paulo za časovno obdobje 10 dni v okviru merilne kampanje MCITY projekta v mesecih februar in avgust 2013
		ANG	Evaluation of weather forecast for the Metropolitan Region of São Paulo City using WRF for 10 day periods of the field campaign of MCITY project of February and August 2013
			Oddelek na University of Sao Paulo s katerim podrobno sodelujemo, je organiziral enotedensko pomladno šolo za njihove študente meteorologije in za študente meteorologije iz širše regije. Na pomladni šoli so zbrali renomirane predavatelje iz tujine (iz ZDA in Evrope). Nas pa so povabili, da smo predstavili raziskave napovedi vremena nad Sao Paulom v fini krajevni in časovni ločljivosti, ki smo jih izdelali v okviru tega projekta. Operativno

Opis	SLO	<p>napovedujemo vse ključne meteorološke parametre (vključno z globalnim sončnim sevanjem), ki so potem podlaga za operativno napoved difuznega sončnega sevanja. V predavanju smo prikazali tudi kompleksne postopke uspešne validacije napovedi z uporabo pogostih radiosondaž v okviru njihovega MCITY projekta.</p> <p>Rezultati so podlaga tudi za njihove nadaljnje raziskave, trenutno je v izvedbi ena magistrska naloga.</p> <p>Operativne napovedi NWP: http://www.meis.si/testbed/</p> <p>Podobno izdelujemo napovedi tudi za Antarktiko kjer ima država Brazilija svojo raziskovalno postajo (http://www.meis.si/testbed/).</p> <p>Tako večplastno sodelovanje z USP je za MEIS pomembno, ker imamo boljši vpogled v dosežke njihove renomirane skupine za mikrometeorologijo. Poleg tega pa nadaljujemo skupne raziskave, teme pa so zelo zanimive tudi za njihove študente.</p> <p>O navedeni temi pripravljamo z USP tudi znanstveni članek.</p>
	ANG	<p>The department of the University of São Paulo with which we collaborate closely organised a one-week spring school for students of meteorology from the university and the wider area. The spring school featured renowned lecturers from the US and Europe. The university invited us to present the research we conducted as part of the project on the prediction of weather above São Paulo in a fine spatial and temporal resolution. We prepare operational forecasts of all the key meteorological parameters (including global solar radiation) that serve as a basis for the operational prediction of diffuse solar radiation. Our lecture also presented the complex procedures for the successful validation of forecasts using frequent radio sounding as part of their MCITY project.</p> <p>The results have also served as a basis for their further research, and a master's thesis is currently in preparation.</p> <p>Operational NWP forecasts: http://www.meis.si/testbed/</p> <p>We also prepare similar forecasts for the Antarctic, where Brazil runs a research station (http://www.meis.si/testbed/).</p> <p>This multilayered collaboration with the University of São Paulo is important to MEIS because it provides us with a better insight into the achievements of their renowned micrometeorological team. We also continuously collaborate in joint research activities on subjects that are also of considerable interest to their students.</p> <p>We are preparing a scientific article on the above-mentioned subject with the University of São Paulo.</p>
Šifra	B.04 Vabljeno predavanje	
Objavljeno v	Universtity of São Paulo, Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences; 2013; Avtorji / Authors: Mlakar Primož, Božnar Marija, Grašič Boštjan, Popović Darko, Vrbinc Sašo	
Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
3.	COBISS ID	28178727 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Avtomatske meritve in modeliranje vremena in onesnaženja ozračja
		ANG Automatic measurements and weather and air pollution forecast

Opis	SLO	<p>Ključne dosežke raziskovalnega dela MEISA smo predstavili tudi slovenski strokovni javnosti v okviru predavanja na inženirski zbornici Slovenije in sicer v skupini, ki se ukvarja z vplivi industrijskih objektov na okolico. Vpliv objektov preko onesnaževanja ozračja je eden od ključnih problematičnih vplivov industrije. Za pravilno vrednotenje tega vpliva pa moramo najprej dobro poznati vse mehanizme v atmosferi.</p> <p>Za aplikativno raziskavo se nam zdi pomembno, da tudi širši strokovni javnosti predstavimo dosežke, saj le tak dialog lahko utiri bolj podrobno izmenjavo mnenj kjer se lahko identificirajo še nerešeni operativni problemi iz industrijske prakse na katere potem dajejo odgovor projekti kot je ta naš projekt.</p>
	ANG	<p>We have also presented MEIS's key research achievements to the Slovenian professional public in a lecture at the Slovenian Chamber of Engineers as part of a group dealing with the impact of industrial plants on the environment. The impact of industrial plants through atmospheric pollution is one of the key negative impacts of industrial activity. In order to be able to properly evaluate this impact, we first require a good understanding of all the atmospheric mechanisms.</p> <p>We consider it important to present the achievements of the applied research to the wider professional public, as this type of dialogue is the only way to ensure a more detailed exchange of opinions so as to enable the identification of unresolved operational problems from industrial practices that can be answered by projects such as this one.</p>
Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
Objavljeno v	Inženirska zbornica Slovenije; 2014; Avtorji / Authors: Mlakar Primož	
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
4. COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Naslov	SLO	Testirno okolje z bazami meritev, orodji za modeliranje in analizo in arhivskimi ter sprotimi rezultati modeliranja
	ANG	Testbed based on database of measurements, modelling and analyses tools and online and offline historic modelling results
Opis	SLO	<p>Testirno okolje je ključen celosten in urejen aplikativen produkt tega projekta. V tem testirnem okolju imamo vključene praktično vse uporabne rezultate projekta. To so tako večletne zbirke merilnih rezultatov, zbirke modelnih rezultatov kot tudi sami modeli v njihovi rabi za operativne napovedi (vremenski modeli in modeli difuznega sončnega sevanja). Zbirka vsebuje tudi vsa običajna in novo razvita orodja za uporabo in analizo podatkovnih zbirk. To pa je tudi ključno za njeno uporabnost. S pomočjo orodij iz te zbirke operativno modeliramo tako podrobne vremenske napovedi kot napovedi difuznega sončnega obseva za katerokoli lokacijo v Sloveniji, ter tudi v regiji Sao Paulo in na brazilski raziskovalni postaji na Antarktiki.</p> <p>Zbirka rezultatov modeliranja za večletno obdobje pa nam omogoča izvedbo nove storitve za naročnike na trgu – analizo razpoložljivosti sončne energije za potencialne lokacije za izkoriščanje tega obnovljivega vira.</p> <p>Poleg tega bo testirno okolje ključno tudi za načrtovane nove znanstvene raziskave povezav sončnega sevanja s kožnimi raki z uporabo metod geografske analize.</p> <p>Podmnožico tega testirnega okolja (del baz podatkov in pripadajočih orodij)</p>

		<p>smo pripravili kot zaokroženo celoto »Girassol« za naše partnerje na Univerzi v Sao Paulu za nadaljnje skupno raziskovalno delo.</p> <p>Del rezultatov (online izračuni) je na voljo na spletni strani http://www.meis.si/testbed.</p>
	ANG	<p>Tesbed we developed is the key complete and comprehensive practical product of this project. It encompasses virtually all the practical results of the project. This includes multi-year measurement databases, model result databases as well as the operational prediction models themselves (weather and diffuse solar radiation models). The collection also includes all the standard and newly developed tools for the use and analysis of the databases. This constitutes the key aspect of its application. The tools in the collection enable the operational modelling of fine-resolution weather and diffuse solar radiation forecasts for any location in Slovenia as well as in the region of São Paulo and the Brazilian research station in the Antarctic.</p> <p>The multi-year model result database allows us to provide a new service to clients on the market – the analysis of the availability of solar energy at locations where this renewable resource could potentially be utilised.</p> <p>The testbed will also play a key role in the planning of new scientific research on the relationship between solar radiation and skin cancer using geographical analysis methods.</p> <p>A subset of the testbed (part of the databases and corresponding tools) was prepared as an independent environment dubbed Girassol for our partners at the University of São Paulo for use in our further joint research work.</p> <p>Part of the results (online data) is available at our web page http://www.meis.si/testbed.</p>
	Šifra	F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Objavljeno v	Delne objave na konferencah, delno na spletnih straneh.
	Tipologija	2.20 Zaključena znanstvena zbirka podatkov ali korpus
5.	COBISS ID	28052263 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Validacija in analiza občutljivosti napovedi ozona na temperaturo zraka in sončni obsev</p> <p>ANG Validation and sensitivity analysis of ozone forecasts to air temperature and solar radiation</p>
	Opis	<p>SLO V prispevku na mednarodni konferenci smo prikazali kako lahko združimo raziskave iz dveh različnih raziskovalnih projektov (ta projekt in projekt proučevanja onesnaženja ozračja kjer MEIS sodeluje). Sončno sevanje je namreč eden od ključnih vplivnih značilik za ozon v ozračju v spodnji plasti atmosfere. Zato je podrobno poznavanje časovne in krajevne porazdelitve sončnega sevanja pomembno tudi za raziskave ozona.</p> <p>Prispevek ponazarja, da v MEISu ustrezno poiščemo tudi možnosti horizontalnega sodelovanja med različnimi raziskovalnimi skupinami (MEIS in IJS), kjer vsaka iz svoje perspektive obravnava okoljsko problematiko.</p> <p>This paper was prepared for an international conference to present how the findings of two different research projects (this project and a project dealing with atmospheric pollution in which MEIS is participating) can be combined. Solar radiation is one of the key components in the creation of</p>

		<p>tropospheric ozone. Detailed information on the spatial and temporal distribution of solar radiation is thus also important for ozone research.</p> <p>ANG The paper shows that MEIS is also successful in seeking out opportunities for horizontal collaboration between different research groups (MEIS and the Jožef Stefan Institute) where each group deals with environmental issues from its own perspective.</p>
Šifra	B.06	Drugo
Objavljeno v	National Institute of Meteorology and Hydrology, Bulgarian Academy of Sciences; HARMO 16; 2014; 1 str.; Avtorji / Authors: Grašič Boštjan, Mlakar Primož, Božnar Marija	
Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

V postopku recenzije pri reviji »Applied Energy« je članek »New radial frequency diagram (sunflower) for analysis of diurnal cycle parameters: solar energy application«, Ms. Ref. No.: APEN-D-14-03460.

Sprejeto na konferenci »9th International Conference on Urban Climate« za predavanje je naslednje delo, kjer sodelujemo s produkti tega projekta v brazilskem MCITY projektu: ID: 842, »Program MCity Brazil«, <https://www.conftool.com/icuc9/>. O isti (razširjeni) vsebini pripravljamo članek: »Numerical simulation of urban features of São Paulo City circulations«.

O ključnem rezultatu izdelanem v zadnjem letu projekta imamo že skoraj dokončan članek z naslovom »Spatially independent model for diffuse solar radiation based on measurement data and perceptron artificial neural networks«.

Izsledke projekta smo uporabili za tri nove projektne vloge. To je najprej vloga za aplikativni raziskovalni projekt raziskave povezljivosti sončnega sevanja in kožnih rakov. Nadalje pa sta to še dva mednarodna projekta v okviru meteoroloških raziskav v okviru EU mehanizma »M. S.-C., ITN.

Na osnovi dosežkov iz tega projekta, kjer smo sodelovali z Univerzo v Sao Paulu, smo se lahko vključili v njihovo novo nadaljevanje raziskav na Antarktiki. Formalno smo vključeni v njihov novi projekt: »ETA Project, Study of the air turbulence in the Antarctic region«, <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/projetos/ETA/ETA.html>.

Del uporabljenih podatkov pa smo pridobili iz njihovega projekta »MCity Brazil« (<http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/links/mcity/index.html>), sedaj smo tudi vključeni v njihovo novo vlogo za nadaljevanje tega projekta.

Za oba navedena projekta smo razvili operativno vremensko napoved v zelo fini krajevni in časovni resoluciji. Poleg tega pa sodelujemo tudi pri njihovem podiplomskem študiju, saj študentje uporabljajo naše operativne napovedi za nadaljnje delo, trenutno je v delu magisterij, ki proučuje višino mešanja nad otočjem Kralja Georga na Antarktiki.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine³

9.1. Pomen za razvoj znanosti³

SLO

Napovedovanje časovnega in krajevnega razvoja meteoroloških veličin v podrobni ločljivosti nad kompleksnim terenom, kakršen je v Sloveniji, je še vedno pomemben znanstven izziv.

V projektu smo obravnavali predvsem vse vidike napovedovanja sončnega sevanja, tako

globalnega kot njegove komponente - difuznega sončnega sevanja.

Ključni znanstveni dosežek projekta je napoved difuznega sončnega sevanja z novo razvitimi modeli na osnovi meteoroloških meritev in/ali vremenskih napovedi z uporabo umetnih nevronskih mrež. Metodologijo smo najprej zgradili za področje Slovenije. Dodatno pa smo jo prenesli tudi na področje Sao Paula v Braziliji in na otočje Kralja Georga na Antarktiki.

Ključno pri tem dosežku je, da smo z validacijo na dolgoročnem nizu podatkov dokazali, da sta metodologija izgradnje modelov in sam model kot tak krajevno prenosljiva v Sloveniji med področjema z izrazito različnimi klimatskimi razmerami.

V projektu smo dodatno zgradili večletno bazo krajevno in časovno podrobnih napovedi razvoja globalnega sončnega sevanja nad ozemljem Slovenije, začeli pa smo izgradnjo tudi za Sao Paulo v Braziliji in za del Antarktike. Baza bo služila za nadaljnje znanstvene raziskave tako na meteorološkem področju kot tudi na področju onkologije – predvsem za geografske raziskave povezljivosti sončnega sevanja in kožnih rakov.

Poleg tega osnovnega meteorološkega področja pa smo v projektni vlogi predvideli tudi raziskave na področju informacijsko komunikacijskih tehnologij kot podporo meteorološkim raziskavam. V projektu smo uspešno nadgradili DTN internetno tehnologijo zbiranja okoljskih podatkov v najzahtevnejših razmerah iz odmaknjenih področij. Iz ene od merilnih postaj v okviru MEISovega testirnega okolja prenašamo merilne podatke in rezultate »in-situ« modeliranja difuznega sončnega sevanja z DTN internetno tehnologijo (skupaj že večletni redni vsakodnevni prenos). Robustnost naše nadgradnje te tehnologije pa smo preizkusili v najzahtevnejšem okolju. Preizkusili smo jo za prenos podatkov z meteorološke merilne postaje ob železniški progi v Postojnski jami in sicer v načinu prenosa, ko se vlak pelje mimo postaje brez ustavljanja. Uspešen test te tehnologije v najzahtevnejših razmerah je požel navdušenje svetovne avtoritete – dr. Vinta Cerfa, ki je priznan kot eden od parih očetov interneta in je tudi eden od snovalcev DTN internetne tehnologije.

ANG

Forecasting the temporal and spatial development of meteorological variables in fine resolution above complex terrain such as that in Slovenia is still an important scientific challenge.

Our project primarily dealt with all the aspects of the prediction of both global solar radiation and its diffuse component.

The key scientific achievement of the project is a method for the prediction of diffuse solar radiation using newly developed models based on meteorological measurements and/or weather forecasts based on artificial neural networks. The methodology was first constructed for Slovenia and then transferred to the region of São Paulo in Brazil and King George Island in the Antarctic.

The key aspect of the achievement is that we have been able to demonstrate through validation on a long-term data set that the model construction methodology and the model itself are spatially transferable in Slovenia between areas with distinctly different climatic conditions.

As part of the project, we also constructed a multi-year database of fine-resolution spatial and temporal forecasts of the development of global solar radiation above the territory of Slovenia and began the construction of a database for São Paulo, Brazil, and part of the Antarctic. The database will serve as a basis for further scientific research not only in the field of meteorology but also in oncology, particularly for geographical research on the relationship between solar radiation and skin cancer.

In addition to the basic meteorological field, the project also included research in the field of information and communications technology in support of meteorological research. We successfully upgraded our DTN technology for the collection of environmental data in the most difficult conditions in remote areas. For several years now, we have carried out regular daily transfers of measurement data and the results of in-situ modelling of diffuse solar radiation from one of the measuring stations in MEIS's testbed using DTN technology. We tested the

robustness of the upgrade to the technology in the most difficult conditions. The test involved the transfer of data from a meteorological measuring station located by the rails in the Postojna Cave without the train stopping. The successful test of the technology in the most demanding conditions even gained the recognition of Dr Vinton Cerf, a world-renowned authority in the field who is regarded as one of the fathers of the internet and one of the pioneers of DTN technology.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Aplikativni produkti projekta so za mikro podjetje MEIS izjemnega pomena. Aplikativni produkti so tako orodja kot tudi večletne baze lastnih meritev kot tudi večletne baze modelskih napovedi, ki nam omogočajo podrobno analizo časovne in krajevne razpoložljivosti sončnega sevanja za kraje po Sloveniji na osnovi meritev in/ali modeliranja. S temi produkti smo pripravili vse potrebno za trženje novih storitev za najzahtevnejše investitorje, ki nameravajo izkoristiti sončno energijo in jih vnaprej zanima predvideni izplen. Z bistvenim zmanjšanjem državnih subvencij je postalo za investicije namreč pomembno, ali se bodo ekonomska vlaganja povrnila ali ne.

Nekatere ključne aplikativne dosežke smo ob koncu projekta že uspeli prodati kot storitev Nuklearni elektrarni Krško, načrtujemo pa še več podobnih visokotehnoloških produktov.

Izpopolnili smo tudi DTN internetno tehnologijo prenosa merilnih podatkov v komunikacijsko najzahtevnejših okoljih. Predvidevamo trženje te tehnologije za spremljanje klimatologije na oddaljenih področjih (ki niso pokrita z običajno komunikacijsko infrastrukturo).

Nenazadnje pa je pomembno, da se slovenski raziskovalno usmerjeni MSP MEIS vključuje v raziskave na svetovni ravni in ima dostop do najzahtevnejših merilnih rezultatov - merilne kampanije MCITY v Sao Paulu ali meritev in raziskav na otočju na Antarktiki, ki jih financira Brazilija. Predvsem raziskave na Antarktiki so izjemno pomembna dimenzija sodelovanja MEISa z Univerzo v Sao Paulu in bi bile brez njihovega projekta ETA Antarctica, kamor smo raziskovalci MEISa formalno vključeni, za nas sicer finančno in praktično nedosegljive.

Aplikativni projekt je tako odprl več možnosti za nove tržne storitve in s tem višjo dodano vrednost produktov MEISa.

ANG

The practical products of the project are of utmost importance to MEIS. The practical products include tools as well as multi-year databases of our own measurements and multi-year databases of modelled forecasts that enable a detailed analysis of the spatial and temporal availability of solar radiation for locations in Slovenia on the basis of measurements and/or modelling. With these products, we have made all the necessary preparations for marketing new services to the most demanding investors who wish to utilise solar energy and want to know the estimated yield in advance. Due to the significant reduction in government subsidies, it has become important for investors to know whether they will be able to recoup their investments.

We were already able to sell certain key applied results as a service to the Krško Nuclear Power Plant when the project concluded, and we plan to develop a number of additional similar high-technology products.

We have also perfected our DTN technology for the transfer of measurement data in the most difficult communication conditions. We plan to market this technology for use in climatological monitoring in remote areas that are not covered by conventional communication infrastructures.

Finally, it is also important that MEIS, a Slovenian research-oriented micro-enterprise, takes part in research at a global level and has access to the most complex measurement results – the MCITY measurement campaign in São Paulo and the Brazilian-financed research and measurements conducted in the Antarctic. Our research in the Antarctic in particular constitutes

a very important aspect of the collaboration between MEIS and the University of São Paulo and would be financially and practically unreachable to us if the MEIS research staff did not formally participate in the university's ETA Antarctica project.

The applied research project has thus opened up a number of opportunities to develop new market services and increase the added value of MEIS products.

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

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	V celoti
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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
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 type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

F.01

V praksi smo dodelali znanja za: izdelavo »e učnih vsebin« za izdelavo seminarjev za večkratno uporabo v učnem procesu in za izvedbo vabljenih predavanj preko Skype z dvosmerno komunikacijo.

F.02

Osvojili smo nova znanstvena spoznanja o globalnem in difuznem sončnem sevanju v fini krajevni in časovni resoluciji nad kompleksnim terenom.

F.03

V skupini smo v veliki meri nadgradili znanje o sončnem sevanju.

F.06

Nov izdelek, ki smo ga že prodali, je meteorološka prognoza za okolico nuklearke v fini časovni in krajevni resoluciji za 7 dni.

F.10

Tehnologijo DTN internetnega zbiranja meteoroloških podatkov smo nadgradili tako, da deluje v režimu pobiranja podatkov ob »vožnji mimo postaje brez ustavljanja«.

F.11

Razvili smo novo storitev: napoved energetske razpoložljivosti (fino časovno po urah in za znano lokacijo) iz zelenih virov energije (za Petrol).

F.16

V »testirno okolje«, ki ga uporabljamo za raziskave in za razvoj smo vključili avtomatsko modeliranje z umetnimi nevronskimi mrežami, dodali smo vremenske napovedi in meritve za področja Sao Paula (vključno z radio-sondažami) in za otočje Kralja Georga na Antarktiki. Dodali smo še razna analitična orodja (1D in 2D).

F.17

Razne izdelke (programe in storitve) smo prodali Nuklearni elektrarni Krško.

F.18

V Sloveniji smo pripravili predavanji za inženirsko zbornico in združenje geofizikov. Predavali smo tudi na večih konferencah v tujini.

F.20

Lastnika MEISA sva ustanovila novo podjetje REODOM. Podjetje je že delno operativno. Podjetje se bo ukvarjalo s storitvami vzdrževanja zahtevnih okoljskih merilnih in komunikacijskih tehnologij (meteorologija in DTN internetni komunikacijski protokoli). To je spin off iz tega projekta, N4C EU 7OP projekta in projekta raziskav v Postojnski jami (ARRS).

F.22

Začeli smo izboljševati geografske analize, novo metodo vpeljujemo za področje analize povezljivosti kožnih rakov in sončnega sevanja.

F.30

V testirnem okolju smo izdelali baze (katastre, nekatere že večletne, druge smo začeli v 2014 in jih nadgrajujemo) za verodostojno oceno globalnega in difuznega sončnega sevanja za lokacije po Sloveniji v fini krajevni in časovni resoluciji.

F.34

Baze v testirnem okolju nam omogočajo izvedbo verodostojne svetovalne dejavnosti za razpoložljivost sončne energije.

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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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.01.01

Pripravili smo e učne vsebine in seminar za študente University of Sao Paulo.
G.01.02
Pripravili smo e učne vsebine in seminar za študente University of Sao Paulo.
G.02.01
Izdelali smo nove storitve za Nuklearno elektrarno.
G.02.02
Z novimi storitvami smo se predstavili proizvajalcem zelene energije (Petrol, za njihove sončne in vetrne elektrarne).
G.02.05
Svetovanje industriji za pridobivanje zelene energije (z meteorološkega vidika).
G.02.06
Novo področje je nekoliko izboljšalo MEISovo konkurenčno sposobnost.
G.02.09
Zaposlili smo diplomirano meteorologinjo (univerzitetno), zaenkrat še za določen čas, upamo, da bo dovolj projektov tudi za naprej.
G.03.01
Razširili smo nabor tehnologij za »meteorološke data loggerje«, sedaj razvijamo zahtevne aplikacije na platformah, ki se uporabljajo za internet stvari (Internet of things IoT).
G.04.05
Pripravili smo predavanja za inženirsko zbornico.
G.06
Trajnostni razvoj podpiramo s tem, da dajemo realistično oceno možnosti za pridobivanje energije iz sončnega sevanja, s tem preprečujemo »neumne« investicije.
G.08
Za razvoj javnega zdravstva smo prispevali nov pomemben gradnik v mozaiku znanj, naše podrobne baze krajevne in časovne razpoložljivosti sončne energije so uporabne tudi za ugotavljanje povezljivosti kožnih rakov in sončnega sevanja.

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer				
1.	Naziv	MEIS storitve za okolje d.o.o.		
	Naslov	Mali Vrh pri Šmarju 78, SI-1293 Šmarje - Sap		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	79.699	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	20	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Storitev podrobne vremenske napovedi (za NEK)	F.11
		2.	Programsko orodje za napredno pregledovanje modelskih in merilnih rezultatov	F.06
		3.	Baza okoljskih podatkov za modele in meritve	F.06
		4.	On-line vremenska napoved za Antarktiko	F.06
		5.	Razvili smo dva nova posebna prikaza meteoroloških podatkov.	F.06
	Komentar	<p>Nuklearni elektrarni Krško smo prodali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • storitev napovedovanja vremena v zelo fini krajevni in časovni resoluciji • programsko orodje za prikaze rezultatov vremenske napovedi skupaj z meritvami • novo bazo okoljskih podatkov, ki lahko zajame tako modele kot meritve. <p>On-line vremensko napoved za Antarktiko pa smo izdelali v sodelovanju z Univerzo v Sao Paulu za postajo Comandante Ferraz na Antarktiki, kjer ima Brazilija svojo raziskovalno postajo. Produkt je prestižnega pomena</p>		

		<p>za MEIS in ga pri naših zahtevnih strankah uporabimo kot referenco, ki naše meteorološke napovedi umesti na svetovno raven.</p> <p>Razvili smo dva nova posebna prikaza meteoroloških podatkov. Prikaz vertikalnega profila v času smo razvili skupaj z našim partnerjem Alpineon d.o.o.. Razvit je bil prvenstveno za časovni prikaz razporeditve oblakov. Uporabiti se ga da tudi za profile temperature, vlage in drugih. Drugi prikaz pa je grafični prikaz frekvenčne porazdelitve. Oba prikaza smo vključili v naš meteorološki informacijski sistem, ki ga tržimo.</p>
Ocena		<p>MEIS je z aplikativnimi dosežki projekta izredno zadovoljen. Nekoliko preoblikovane smo že prodali NEKu. Na ta način se je že delno povrnil vložek v sofinanciranje.</p> <p>Dodatno je za MEIS bistveno, da se je ekipa usposobila za zahtevne meteorološke aplikacije na najvišjem nivoju.</p> <p>V okviru projekta intenzivno sodelujemo tudi s strokovnjaki Univerze v Sao Paulu v Braziliji, ki so veliki strokovnjaki na tem področju, naša znanja pa so komplementarna in smo tudi že v preteklosti objavili nekaj odmevnih skupnih znanstvenih del. Tako sodelovanje je za nas vir znanja hkrati pa tudi izjemna referenca, ki podkrepi naše produkte za trg in nam s tem omogoča konkurenčno prednost.</p>
2.	Naziv	ALPINEON razvoj in raziskave, d.o.o.
	Naslov	Ulica Iga Grudna 15, SI-1000 Ljubljana
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	20.090 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	5 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra
	1.	Večja usposobljenost R/R osebja za uporabo podatkovnih baz za okoljske podatke
	2.	Znanje za postavitve meteorološke postaje in QA QC postopkov za meteorološke meritve
	3.	
	4.	
	5.	
	Komentar	<p>Pomagali smo pri obsežni konfiguraciji MySQL podatkovne baze za raznolike tipe okoljskih podatkov (0D, 1D, 2D in 3D polja vrednosti), ki so rezultirali iz modelov za difuzno sončno sevanje na podlagi umetnih nevronske mreže.</p> <p>Poskusno smo si postavili tudi meteorološko postajo, katere sprotne meritve bomo vključevali v ostale ALPINEON projekte.</p>
	Ocena	<p>Raziskovalka Alpineona se je usposobila za delo z velikimi bazami okoljskih podatkov, ki so v obliki različno dimenzionalnih polj. S takimi podatki se pri svojem delu prej ni srečevala, zato je to večja usposobljenost za novo podatkovno področje.</p> <p>Zadovoljni smo z rezultati opravljenega dela. Brez tega projekta svoje dejavnosti ne bi mogli širiti na področje obdelave meteoroloških podatkov.</p>

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Postavitev neparometričnega empiričnega modela na osnovi umetnih nevronske mreže za napoved difuznega sončnega obseva, ki je prenosljiv med različnimi meteorološkimi lokacijami

Zgradili smo neparometrični empirični model za napoved difuznega sončnega obseva na osnovi umetne perceptronske nevronske mreže. Za vhodne značilke smo izbrali polurne povprečne meritve globalnega sončnega obseva, temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, zračnega tlaka, hitrosti vetra in oblačnosti z meteorološke merilne postaje Letališče Portorož. Model smo zgradili na podlagi meritev iz leta 2012, preizkusili pa smo ga zelo uspešno na podatkih iz leta 2013 in prve polovice 2014. Dosegli smo korelacijski koeficient kar 0.945. Zgrajeni model smo uporabili na meritvah meteorološke postaje Letališče Maribor. Napoved difuznega obseva je zelo dobra, korelacijski koeficient je večji kot 0.9.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Prototip merilnega sistema (testno okolje) na IoT platformi z implemetacijo napovedi difuznega sončnega obseva z umetnimi nevronske mrežami na merilnem mestu in z DTN prenosom podatkov

Lansko leto smo želeli zmanjšati porabo energije na merilnih postajah, zato smo prešli na računalnike za IoT (Internet of Things) na katere smo povezali meteorološke merilnike in komunikacijske vmesnike. Ker uporabljamo programsko opremo prenosljivo med platformami smo uspešno prenesli tudi vso programsko opremo. Dodali smo modul z umetno nevronske mrežo, ki sproti napoveduje difuzni sončni obsev na merilni lokaciji. Nekatero merilno postajo prenašajo podatke s pomočjo DTN internetne tehnologije ostale pa preko radijske zveze ali običajnega interneta. Na MEIS serverju tečejo različni programi, ki obdelujejo prispele merilne podatke in podatke, ki prihajajo iz različnih modelirnih sistemov. V okviru tega projekta smo na to testno okolje dogradili model difuznega sončnega obseva za napovedi vremena.

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:

MEIS storitve za okolje d.o.o.

Primož Mlakar

ŽIG

Kraj in datum:

Mali Vrh pri Šmarju

13.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/81

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 2014 (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/2015 v1.00a

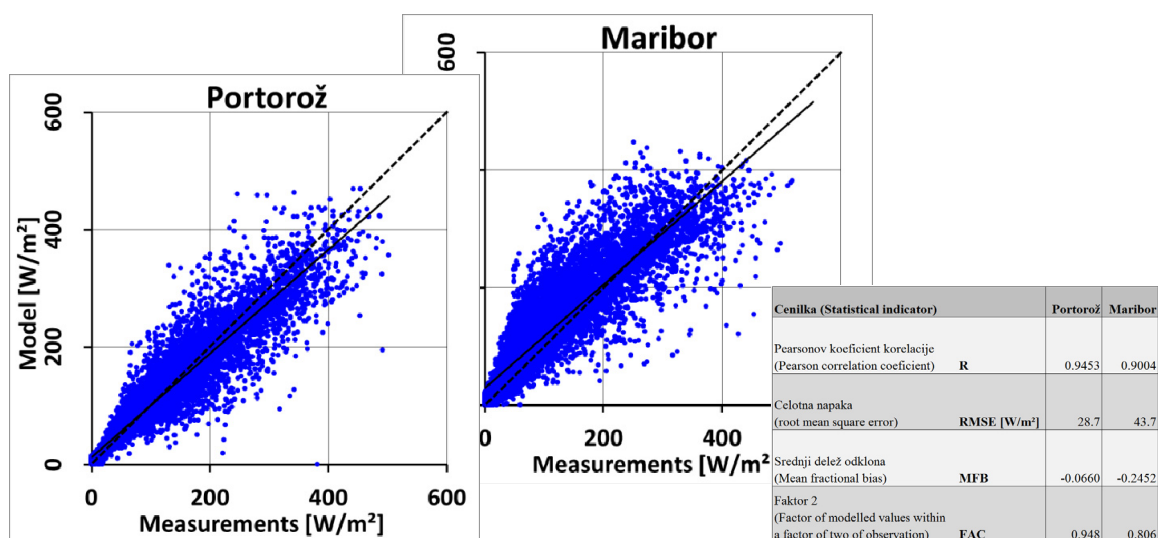
67-50-CB-45-E9-30-D8-56-20-82-0D-2F-51-93-2A-D2-E7-5D-25-44

Priloga 1

VEDA

Področje: 1.02 Fizika

Dosežek 1: Postavitev neparametričnega empiričnega modela na osnovi umetnih nevronske mreže za napoved difuznega sončnega obseva, ki je prenosljiv med različnimi meteorološkimi lokacijami, Vir: Članek v pripravi



Zgradili smo neparametrični empirični model za napoved difuznega sončnega obseva na osnovi umetne perceptronske nevronske mreže. Za vhodne značilke smo izbrali polurne povprečne meritve globalnega sončnega obseva, temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, zračnega tlaka, hitrosti vetra in oblačnosti z meteorološke merilne postaje Letališče Portorož. Model smo zgradili na podlagi meritev iz leta 2012, preizkusili pa smo ga zelo uspešno (glej levi graf raztrosa) na podatkih iz leta 2013 in prve polovice 2014. Dosegli smo korelacijski koeficient kar 0.945. Zgrajeni model smo uporabili na meritvah meteorološke postaje Letališče Maribor (glej desni graf raztrosa). Napoved difuznega obseva je zelo dobra, korelacijski koeficient je večji kot 0.9. Na desni sliki so še ostale cenilke, ki kažejo na uspešen prenos modela za difuzen obsev na meteorološko drugačno lokacijo.

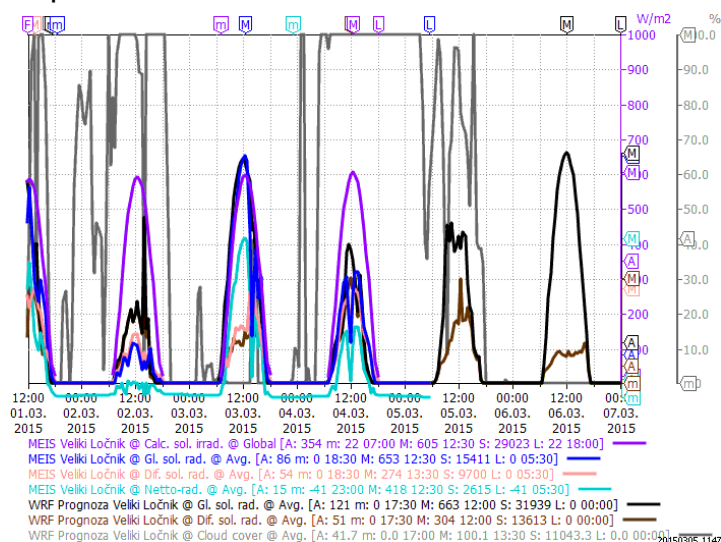
Zgrajeni model za difuzni sončni obsev je prenosljiv med različnimi meteorološkimi lokacijami. To nam omogoča, da lahko z modelom določimo difuzni sončni obsev povsod tam, kjer imamo osnovne meteorološke meritve. Še več, namesto meritev smo uporabili prognostične podatke in v testnem okolju poganjamo modele, ki napovedujejo difuzno sončno sevanje za dva dni v korakih po pol ure za celo Slovenijo z resolucijo 4 km. Napovedi shranjujemo in na podlagi teh dolgoročnih analiz določamo lokacije, ki so primernejše za izrabo sončne energije.

Priloga 2

VEDA

Področje: 1.02 Fizika

Dosežek 1: Prototip merilnega sistema (testno okolje) na IoT platformi z implemetacijo napovedi difuznega sončnega obseva z umetnimi nevronskimi mrežami na merilnem mestu in z DTN prenosom podatkov, Vir: MEIS, dostopno na <http://www.meis.si/testbed/>



Lansko leto smo želeli zmanjšati porabo energije na merilnih postajah, zato smo opustili vgradne računalnike, ki porabijo okoli 10 W, in prešli na računalnike za IoT (Internet of Things) z osiromašenim Linux operacijskim sistemom. S tem smo zmanjšali porabo na okoli 1 W. Na te računalnike smo povezali meteorološke merilnike in komunikacijske vmesnike. Ker uporabljamo programsko opremo prenosljivo med platformami, ki temelji na Qt C++ knjižnici, smo uspešno prenesli tudi vso programsko opremo. Dodali smo modul z umetno nevronske mreže, ki sproti napoveduje difuzni sončni obsev na merilni lokaciji. Nekatere merilne postaje prenašajo podatke s pomočjo DTN internetne tehnologije na MEISov server, ostale pa preko radijske zveze ali običajnega interneta. Na MEISovem serverju tečejo različni programi, ki obdelujejo prispele merilne podatke in podatke, ki prihajajo iz različnih modelirnih sistemov. V okviru tega projekta smo na to testno okolje dogradili model difuznega sončnega obseva za napovedi vremena. Glej graf: oranžna krivulja je difuzni sončni obsev na podlagi meritev, rjava krivulja pa na podlagi napovedanih podatkov.

MEISov merilni sistem oziroma tesno okolje je zelo pomembna vez med raziskavami in MEISovimi izdelki oziroma storitvami. V zadnjih treh letih smo nekaj delov (merilne postaje, bazo, prikaze) tega sistema prodali v NEK.