

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2016/4



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2013 - 31. 12. 2015)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0268	
Naslov programa	Geotehnologija Geotechnology	
Vodja programa	5206 Milan Terčelj	
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2015)	6072	
Cenovni razred		
Trajanje programa	01.2013 - 12.2015	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	1555 Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta 797 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.16 Rudarstvo in geotehnologija	
Družbeno-ekonomski cilj		
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.07 Okoljsko inženirstvo	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

V raziskovalnem obdobju 2013-15 je bilo na področju geotehnologije raziskovalno delo s težiščem na geomehanskih raziskavah zemljin in kamnin, njihovega obnašanja v različnih napetostno

deformacijskih stanjih ob upoštevanju specifičnih lastnosti naravnih in umetnih materialov, ki so v ekstremnih napetostnih spremembah podvrženi plastičnemu preoblikovanju. V ta namen so bili preverjeni nekateri umetni materiali v smislu iskanja primerne podpore sistema za gradnjo v zelo iztisljivih hribskih okoljih in izdelan postopek določanja kritičnih deformacij v tovrstnih hribinah. Izvedene so bile tudi geomehanske raziskave in 3D geotehnično modeliranje deformacijskih sprememb v zelo iztisljivih hribinah s poudarkom na ugotavljanju odvisnosti od geološke sestave, strukturnih in mehanskih posebnosti, kemičnih procesov in od primarnega napetostnega stanja v hribinah. Poleg reoloških lastnosti kamin smo v tem obdobju proučevali tudi vplive podzemnih vod na stabilnost aluvialnih sedimentov. Za proučevanje vplivov oscilacij podzemnih vod na stabilnost kamnin in sedimentov smo uporabljali MKD in MKE z uporabo algoritma PEST, tehnik "Pilot Points" in Tikhonove ter SVD regionalizacije.

Nadalje smo v okviru modeliranja stabilnostnih analiz raziskovali obstoječe ter razvijali nove, bolj izpopolnjene geomehanske modele za analize mejnih stanj za homogena in heterogena temeljna tla. Proučevali smo mejna stanja nosilnosti, zemeljskih pritiskov in stabilnosti pobočij po elastoplastični teoriji s kinematičnimi modeli togih blokov po teoriji zgornje vrednosti, ki se pogosto uporablja pri temeljnih raziskavah v mehaniki tal. Raziskovalno delo je obsegalo razvoj in uporabo analitičnih in numeričnih kinematičnih modelov ter metod matematičnega optimiranja za doseganje optimalnih rešitev. Za primer določanja pasivnih zemeljskih pritiskov smo, z uporabo kinematičnega pristopa mejne analize na osnovi teorema zgornje vrednosti, dokazali, da je izbrani kinematično dopustni model uporaben v splošnih primerih robnih napetosti. Izdelali smo nov način določanja aktivnih zemeljskih pritiskov omejenih globokih izkopov pri izvedbi gradbenih jam, lokalnih nezavarovanih izkopov pri izvedbi podpornih konstrukcij, kanalizacijskih rofov in pri varovanju globokih izkopov za presojo zunanje stabilnosti izkopov pri izvedbi globokih AB diafragm.

V okviru raziskav materialnih lastnosti drobno zrnatih zemljin smo se osredotočili na študij matrične sukcije. Ugotovili smo, katere fizikalne lastnosti mineralov vplivajo na njene vrednosti in na osnovi tega določili analitično funkcijo, ki opisuje potek retencijske krivulje pri različnih vlažnostih zemljin.

ANG

In the research period 2013-15 in the geotechnology field the research focus was on the research of geomechanical soil and rock properties, their behaviour in a variety of tensile strain state taking into account the specific characteristics of natural and synthetic materials, which are subjected to extreme stress changes in the plastic transformation. To this purpose, some artificial materials have been checked in terms of finding a suitable support system for the construction in the very expressible rock environments and for setting the methodology for defining the critical deformations in such a kind of rocks. Furthermore, they were carried out geotechnical surveys and geotechnical modelling of 3D deformation changes in the highly expressible rocks with an emphasis on the dependence on the geological composition, structural and mechanical characteristics, chemical processes, and the primary stress state in the rocks. In addition to the rheological properties of the fireplace was in this period also looked at the impact of groundwater on the stability of alluvial sediments. For the study of the groundwater oscillations impacts on the stability of rocks and sediments the MKD and MKE were used with PEST algorithm and "Pilot Points" techniques with SVD and Tikhonov regionalisation.

Furthermore, within modeling of stability analysis, we investigated the existing and develop new, more sophisticated models for the analysis of limit state for homogeneous and heterogeneous soils. We studied the ultimate limit states, earth pressure and stability of slopes by elastoplastic theory of kinematic models of rigid blocks according to the theory upper values, which are widely used in basic research in soil mechanics. The research work included the development and application of analytical and numerical kinematic models and methods of mathematical optimization to achieve optimal solutions. For example for determining the passive earth pressure, using the kinematic approach of limit analysis based on the upper limit theorem values we demonstrated that the selected kinematic model is useful in the general boundary cases. We developed a new method for determining the active earth pressure of limited deep excavations in the constructions pits, unsecured local excavations for implementation of the suitable retaining structures, sewer tunnels and in the protection of deep excavations for assessing external stability of excavations where implementation of AB diaphragms was done. Within the research of material properties of fine grain soils, we focused on the study of matrix suction. We found out those physical properties of minerals which affect its value. On the basis

of these findings we determined analytical function, which describes the course of the retention curve of soils at various water contents.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)²

SLO

V raziskovalnem obdobju 2013-15 je bilo na področju geotehnologije raziskovalno delo s težiščem na geomehanskih in mehanskih raziskavah zemljin in kamnin, njihovega obnašanja v različnih napetostno deformacijskih stanjih ob upoštevanju specifičnih lastnosti naravnih in umetnih materialov, ki so v ekstremnih napetostnih spremembah podvrženi plastičnemu preoblikovanju. Preverjene so bile možnosti prilagoditve kompleksnih plastičnih modelov preoblikovanja kovin na hribinsko okolje, saj so v tovrstnih in podobnih primerih prisotne velike deformacije kot spremljajoč pojav gradnje podzemnih objektov v visoko iztisljivih hribinah. V ta namen so bili preverjeni nekateri umetni materiali v smislu iskanja primerne podpornega sistema za gradnjo v zelo iztisljivih hribinskih okoljih in izdelan postopek določanja kritičnih deformacij v tovrstnih hribinah. Nadalje so bile izvedene geomehanske raziskave in 3D geotehnično modeliranje deformacijskih sprememb v zelo iztisljivih hribinah s poudarkom na ugotavljanju odvisnosti od geološke sestave, strukturnih in mehanskih posebnosti, kemičnih procesov in od primarnega napetostnega stanja v hribinah.

V okviru modeliranja stabilnostnih analiz temeljenj smo v letu 2014 nadalje raziskovali obstoječe ter razvijali nove bolj izpopolnjene geomehanske modele za analize mejnih stanj za homogena in heterogena temeljna tla. Preučevali smo mejna stanja nosilnosti, zemeljskih pritiskov in stabilnosti pobočij po elastoplastični teoriji s kinematičnimi modeli togih blokov po teoriji zgornje vrednosti, ki se pogosto uporablja pri temeljnih raziskavah v mehaniki tal. Raziskovalno delo je obsegalo razvoj in uporabo analitičnih in numeričnih kinematičnih modelov ter metod matematičnega optimiranja za doseganje optimalnih rešitev. Pri delu so bile uporabljene metode geomehanskih analiz in primerjav dobljenih rezultatov z rezultati drugih avtorjev, ki so že objavljeni v svetovni literaturi. Pri modeliranju smo upoštevali tudi vplive razmer v okolju, ki so lahko spremenljive ter od primera do primera različne. Za primer določanja pasivnih zemeljskih pritiskov smo, z uporabo kinematičnega pristopa mejne analize na osnovi teorema zgornje vrednosti, dokazali, da je izbrani kinematično dopustni model uporaben v splošnih primerih robnih napetosti.

Izdelali smo nov način določanja aktivnih zemeljskih pritiskov omejenih globokih izkopov pri izvedbi gradbenih jam, lokalnih nezavarovanih izkopov pri izvedbi podpornih konstrukcij, kanalizacijskih rofov in pri varovanju globokih izkopov za presoje zunanje stabilnosti izkopov pri izvedbi globokih AB diafragm. Predloženi postopek daje ob izbrani predpostavki, da je dilatacijski kot enak kotu notranjega trenja, realne rezultate, kar potrjujejo tudi primerjalni izračuni po metodi končnih elementov. Za praktično uporabo pa je potrebno uporabiti manjše dilatacijske kote npr. enake polovični vrednosti kota notranjega trenja, seveda v odvisnosti od lastnosti posameznih zemljin.

V okviru raziskav materialnih lastnosti drobno zrnatih zemljin smo se osredotočili na študij matrične sukcije, ki je zelo pomembna na področju agronomije, saj prav ta pojav zagotavlja rast rastlin tudi v zemljinah nad nivojem podtalne vode. Osredotočili smo se na vpliv mineralne sestave zemljin in na osnovi predhodnih in novih preiskav ugotovili, katere fizikalne lastnosti mineralov so tiste, ki vplivajo tako na adsorpcijsko kot kapilarno komponento matrične sukcije v območju vlažnosti, ki opredeljujejo plastično stanje zemljin. To nam je omogočilo izpeljavo analitične funkcije za določitev retencijske krivulje v izbranem konsistentnem območju zemljin.

Izdelali smo model ANFIS-UGS (Adaptive Network based Fuzzy Inference System) za optimalno načrtovanje in napoved stroškov gradnje podzemnih objektov. Predlagali smo tri korake reševanja problema: prvi je določitev geomehanskih parametrov za neko hribinsko okolje in geološke razmere in geomehanska analiza (MKE), drugi je stroškovna optimizacija zasnove objekta (nelinearno programiranje) in tretji je generiranje ANFIS sistema za optimalno načrtovanje in napoved stroškov gradnje podzemnih objektov.

Raziskave seizmičnih pojavov v zemeljski skorji in vplivi na podzemne gradnje so bile namenjene oceni osnovnih parametrov možnosti gradnje majhnih podzemnih nukleark z instalirano močjo okrog 400 MW do 600 MW. To je dejansko nadaljevanje raziskovalnega dela, ki je bilo v preteklih

letih vezano na zaznavanja in meritve različnih tipov seizmičnega valovanja. Numerične analize, ki so bile izvedene za primer virtualne majhne podzemne nuklearke v območju prelome cone z bistveno nižjimi geomehanskimi parametri, kot jih ima glavna kamninska plast, so pokazale za različne scenarije kombinacij vertikalnih in horizontalnih potresnih valov, minimalno občutljivost na stabilnostne razmere. Delno je bil vzrok, da smo zahtevne geomehanske analize obnašanja podzemnih objektov v t.i. seizmičnih območjih izvedli zato, ker je katastrofa v Fukushimi (Japonska) leta 2011 povzročila neizmerno veliko škodo, ki po nakaterih ocenah znaša več kot 350 milijard ameriških \$.

Izvedene so bile tudi raziskave za izboljšanje mehanskih lastnosti nekaterih kovinskih materialov, ki se uporabljajo v geotehnologiji in gradbeništvu. Rezultati so bili publicirani v zelo kakovostnih znanstvenih revijah.

V geotehničnem modeliranju smo v letu 2015 preučevali mejna stanja nosilnosti, zemeljskih pritiskov in stabilnosti pobočij po elastoplastični teoriji s kinematičnimi modeli togih blokov po teoriji zgornje vrednosti. Raziskovalno delo je obsegalo razvoj in uporabo analitičnih in numeričnih kinematičnih modelov ter metod matematičnega optimiranja za doseganje optimalnih rešitev. Pri delu so bile uporabljene metode geomehanskih analiz in primerjav dobljenih rezultatov z rezultati drugih avtorjev, ki so že objavljeni v svetovni literaturi. Za kinematično dopustne modele v splošnih primerih robnih napetosti smo preverjali dopustnost posredne uporabe teorema korespondenčnih stanj oz. podali rešitve v modificirani obliki. V aplikacijah prostorskega modela na podporne konstrukcije smo definirali novi analitični pristop na obravnavanem področju ter modificirano metodo, ki dajeja bolj kritične oziroma bolj varne rezultate ter so tako uporabne za geotehnično prakso. Izvedeni so bili tudi primerjalni izračuni po metodi končnih elementov.

Pri temi upravljanja tveganj v geoinženirstvu smo preučevali nove tehnologije zaščite pred skalnimi podori. Raziskave so zajemale geološko identifikacijo območja, ugotovitev možnosti in obsega podora, določitev geomehanskih lastnosti hribinske mase in kamnitih kosov, analizo padanja hribinske mase in kamnitih kosov po pobočju ter mehansko analiza ukrepov zaščite. V okviru iste teme smo preučevali tudi odziv betonskih in jeklenih konstrukcij izpostavljenih udarni obtežbi. Pri ocenjevanju različnih odzivov konstrukcije so bili zajeti učinki interakcije tla-konstrukcija. Primerjane so bile notranje statične količine in deformacije elementov konstrukcije, izpostavljene statični in udarni obtežbi. Raziskave so vključevale analize, ocene in odločitve pri načrtovanju infrastrukture in stavb, z upoštevanjem vseh negotovosti in vseh možnih posledic.

Dopolnjevali smo nov način določanja aktivnih zemeljskih pritiskov omejenih globokih izkopov pri izvedbi gradbenih jam, lokalnih nezavarovanih izkopov pri izvedbi podpornih konstrukcij, kanalizacijskih rogov in pri varovanju globokih izkopov za presoje zunanje stabilnosti izkopov pri izvedbi globokih AB diafragm. Predloženi postopek daje ob izbrani predpostavki, da je dilatacijski kot enak kotu notranjega trenja, realne rezultate, kar potrjujejo tudi primerjalni izračuni po metodi končnih elementov. Za praktično uporabo pa je potrebno uporabiti manjše dilatacijske kote npr. enake polovični vrednosti kota notranjega trenja, seveda v odvisnosti od lastnosti posameznih zemljin.

V okviru raziskav materialnih lastnosti drobno zrnatih zemljin smo se osredotočili na študij matrične sukcije, ki je zelo pomembno na področju agronomije, saj prav ta pojav zagotavlja rast rastlin tudi v zemljinah nad nivojem podtalne vode. Osredotočili smo se na vpliv mineralne sestave zemljin in na osnovi predhodnih in novih preiskav ugotovili, katere fizikalne lastnosti mineralov so tiste, ki vplivajo tako na adsorpcijsko kot kapilarno komponento matrične sukcije v območju vlažnosti, ki opredeljujejo plastično stanje zemljin. To nam je omogočilo izpeljavo analitične funkcije za določitev retencijske krivulje v izbranem konsistentnem območju zemljin.

Pri študiju vplivov podzemnih vod na geotehnične konstrukcije smo pričeli z uvajanjem nestrukturiranih gridov pri MKD in umerjanju matematičnih modelov z metodo PEST. Ocenjujemo, da je uvedba nestrukturiranega grida znotraj MKD na področje modeliranja zelo velika inovacija. Z uvedbo nestrukturiranih gridov se bo močno dvignila produktivnost na področju modeliranja. Ocene in dosedanje izkušnje, pridobljene v zadnjem letu na pilotskih projektih, so pokazale, da se čas modeliranja in umerjanja podatkov lahko skrajša tudi za 10 krat. Tak vpliv na čas izdelave modela, pa meni, da bodo modeli postali cenovno sprejemljivi tudi na področjih stroke, ki do sedaj zaradi časovne in posledično finančne zahtevnosti niso bili.

Poleg nestrukturiranih gridov smo na področje modeliranja uvedli metodo umerjanja modela PEST, ki se uporablja za avtomatsko umerjanje modela in deluje na način, da upošteva območja znotraj katerih lahko spreminja fizikalne parametre, ki jih določi izdelovalec modela. Pri tem ves čas optimizacije spremlja rezidualne izračunane vrednosti glede na merjene vrednosti. Korak spremembe je določen na osnovi analize stabilnosti modela, ki jo PEST predhodno opravi ali pa

ga določi uporabnik sam. Tako PEST običajno opravi več 100 ali 1000 zagonov modela in pri tem spremlja spremembe rezidualnih vrednosti, kombinacija ustreznih vrednosti spreminjajočih parametrov, ki privedejo do najboljšega ujemanja izračunane vrednosti z merjeno, je na koncu postopka prikazana kot rezultat umerjanja. V okviru umerjanja lahko uporabnik določene vrednosti izvzame iz umerjanja in jim tako sam dodeli vrednosti, za katere smatra, da so pravilne. Da sistem ne bi bil preveč določen pa poskrbijo sistemi mehke regularizacije (Tikhonov, SVD itd.) Poleg uporabe linearne parametrizacije in nestrukturiranih gridov smo v letu 2015 pričeli s proučevanjem dalinskih tehnik zaznavanja pri določanju stabilnosti pobočij v odvisnosti od naklonskih kotov in litološke sestave kamnine.

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

SLO

Raziskave in analize obnašanja geoloških in umetnih materialov v različnih prostorskih napetostnih stanjih v raziskovalnem obdobju 2013 – 15, so imele osnovo v predloženem in odobrenem raziskovalnem programu. Poudarek je bil na snovanju in preizkušanju modela, ki vključuje medsebojne odnose med hribinami in podzemnimi objekti v izjemno zahtevnih geotehničnih okoljih, ki jih gradijo zelo iztisljive hribne. Preverjene so bile možnosti uporabe sodobnih konstrukcijskih materialov s ciljem zagotavljanja ekonomičnega in varnega načina gradnje pod zemeljsko površino ob upoštevanju različnih popustljivih elementov, ki so vgrajeni v primarni podporni sistem. Rezultati laboratorijskih raziskav obnašanja navedenih popustljivih elementov, so omogočili optimizacijo geometrijskih in mehanskih karakteristik podpornega sistema ob upoštevanju predhodno ugotovljenih geotehničnih lastnosti iztisljivih hribin. Rezultati razvite metodologije postopka projektiranja popustljivega podpornega sistema na osnovi predhodno določene kritične deformacije zelo iztisljive hribine, ki je v več primerih prisotna pri gradbenih in rudarskih posegih v zemeljski skorji, imajo praktično uporabnost. V okviru raziskav materialnih lastnosti zrnatih zemljin in drugih naravnih materialov smo se osredotočili na študij matrične sukucije s ciljem raziskati vpliv mineralne sestave zemljin v odvisnosti od fizikalnih lastnosti mineralov, ki vplivajo na adsorpcijsko in kapilarno komponento matrične sukucije v območju vlažnosti, ki jo opredeljuje plastično stanje zemljin. Zaključili smo tudi obsežno raziskavo absorpcijskih lastnosti naravnih materilov za potrebe ocene podzemnega skladiščenja CO₂.

V nadaljevanju raziskovalnega dela na tem področju je bil izdelan model ANFIS-UGS z namenom, da se optimizira potek načrtovanja in čin bolj realno oceni napoved stroškov gradnje podzemnih objektov v različnih hribinskih okoljih. Tristopenjsko predlagana raziskava bo sledila ciljem praktične uporabnosti na področju uporabe zahtevnih tehnologij gradnje podzemnih konstrukcij. Prav tako bodo nadaljnje raziskave na osnovi do sedaj dobljenih rezultatov vplivov seizmičnih (potresnih) učinkov na dolgotrajno stabilnost podzemnih objektov v mnogočem omogočile racionalno in okolju sprejemljivo načrtovanje majhnih podzemnih nuklearnih objektov kot samostojnih ali v kombinaciji z že obstoječimi podzemnimi hidroelektrarnami.

Na osnovi navedenega ocenjujemo, da je bila triletna realizacija programa uspešna in da so bili doseženi vsi zastavljeni cilji, ki bodo omogočili kontinuirno nadaljevanje raziskovalnega dela na področju geotehnologije.

Na področju nestrukturiranih gridov smo pričeli s testno primerjavo med klasičnim gridom MKD in nestrukturiranim gridom. Postavitev modelov poteka in v letu 2016 načrtujemo zaključek postavitve modelov. Delo na dalinskem zaznavanju se bo nadaljevalo v smeri razvijanja algoritmov ugotavljanja nestabilnih območij z uporabo tehnik strojnega učenja (genski algoritem).

5.Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2015⁴

SLO

Ni bilo bistvenih sprememb.

6.Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	1287775	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Obnašanje karbidov ledeburitnega jekla AISI D2 med vročo predelavo z več dogrevanji
		ANG	The behaviour of the carbides of ledeburitic AISI D2 tool steel during multiple hot deformation cycles
	Opis	SLO	Z namenom, da bi izboljšali vročo predelovalnost AISI D2 orodnega jekla v primeru večkratnega ogrevno - deformacijskega ciklusa, smo izvedli tako laboratorijske vroče stiskalne preizkuse kot tudi industrijsko raziskavo o obnašanju karbidov med vročo predelavo ingota v primeru večkratnih ogrevnih – deformacijskih ciklusov. Pogoji, ki vodijo v pojav neželenih, grobih karbidov so bili ovrednoteni in razloženi. Delež karbidov glede na njihovo velikost, število na mm ² in njihova sferičnost je bila določena po vsakem ogrevalno – deformacijskem ciklusu. Razkrito je bilo, da previsoka temperatura ogrevanja vodi v povečanje karbidov kar poslabšuje vročo predelovalnost. Rezultati industrijske raziskave so pokazali, da delež karbidov ostaja skoraj konstanten vendar se poveča njihova povprečna velikost za dvakrat kar pomeni, da končna mikrostruktura ni odvisna od zadnjega ogrevno deformacijskega cikla ampak je odvisna od celotne izdelovalne zgodovine, t.j. vroča predelovalnost se znatno spreminja od enega do drugega ogrevno – deformacijskega cikla.
		ANG	In order to improve the hot workability of AISI D2 tool-steel ingots during several heats hot-deformation process, laboratory hot-compression tests as well as industrial investigations of the carbides' behaviour were carried out. The conditions that led to the occurrence of undesired, oversized carbides in the matrix were estimated and explained. The area fraction of carbides with respect to their size, their number per mm ² and their sphericity after each hot-deformation cycle were determined. It was found that too high soaking temperature results in an increased size of carbides which decreases hot workability. The results of industrial investigations show that area fraction of carbides after the end of each deformation cycle remains almost constant, but their mean size more than double during deformations in several heats which implies that the final microstructure is not dependent primarily on the last soaking-deformation cycle but depends on entire processing history, i.e. hot workability over several hot-deformation cycles can change considerably from cycle to cycle.
	Objavljeno v	Elsevier; Materials characterization; 2013; Vol. 83; str. 97-108; Impact Factor: 1.925; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.802; A": 1; A': 1; WoS: QF; Avtorji / Authors: Večko Pirtovšek Tatjana, Kugler Goran, Terčelj Milan	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	18331670	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Prognoza karakteristične krivulje zemljina – voda na osnovi specifične površine fino zrnatih zemljin
		ANG	Prediction of the soil-water characteristic curve based on the specific surface area of fine-grained soils
		V članku je predstavljen nov matematični izraz za opis retencijske krivulje v	

	Opis	SLO	območju plastičnega stanja zemljin. Ugotovitev, da je mogoče razmerje med sukcijsko in vsebnostjo vode izraziti v odvisnosti od specifične površine zemljin temelji na eksperimentalno ugotovljenih razmerjih med vsebnostjo vode v zemljinah in njihovo specifično površino, kakor tudi med debelino adsorbiranega vodnega filma na zunanji strani glinenih mineralov in količino proste porne vode pri vlažnosti zemljin med mejama židkosti in plastičnosti. Upoštevan je bil model dvojne poroznosti glin kot tudi, da je vsa voda v glinenih agregatih adsorbirana in povezana z van der Waals-ovimi silami. Veljavnost in uporabnost predlagane enačbe za opis retencijske krivulje je bila preverjena na treh vzorcih, pri katerih je bilo določeno razmerje med vsebnostjo vode in sukcijsko, specifična površina zrn, mineraloška in kemična sestava, porazdelitev velikosti zrn in Atterbergove meje. Kljub temu, da je bila ugotovljena dobra korelacija med izračunanimi in izmerjenimi retencijskimi krivuljami, ostaja praktična uporabnost predlagane enačbe problematična zaradi vrednosti Hamakerjeve konstante, ki za različne minerale še vedno ni dobro opredeljena.
		ANG	This paper presents a new, mathematical expression for describing the soil-water characteristic curve (SWCC) over a range of water contents where finegrained soils exhibit plastic properties. The finding that the relationship between the soil suction and the water content can be expressed in terms of the specific surface area of soils was based on experimentally determined relationships between the water content and the soil's specific surface area, as well as between the thickness of the adsorbed water layer on the external surfaces of clay minerals and the quantity of free-pore water for the water content between the liquid and plastic limits. The double-porosity model for the pore-space geometry was considered, as well as that all the water in the clay-aggregates is adsorbed, and that the adsorption mechanism is dominated by the van der Waals forces. The validity and applicability of the proposed equation for the SWCC estimation was verified on three samples in which the SWCC was measured, as well as the specific surface area, the mineralogical and chemical compositions, the grain size distribution, and the Atterberg limits. Despite the fact that good correlations were found between the calculated parts of the SWCC and the measured, the practical applicability of the proposed equation remains problematic due to the values of Hamaker constant, which are not yet well defined for different minerals.
	Objavljeno v	Springer; Bulletin of engineering geology and the environment; 2015; Vol. 74, iss. 3; str. 697-703; Impact Factor: 0.760; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.257; WoS: IH, IX, LE; Avtorji / Authors: Dolinar Bojana	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	7007097	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Raziskava adsorpcijskih lastnosti geoloških materialov za skladiščenje CO ₂
		ANG	Investigation of adsorption properties of geological materials for CO ₂ storage
	Opis	SLO	Realna ocena CO ₂ adsorpcijskih kapacitet v različnih hribinah je pomembna za razumevanje procesov povezanih s skladiščenjem CO ₂ . V prispevku so podane raziskave adsorpcijskih karakteristik kamnin za CO ₂ z uporabo gravimetrične metode. Meritve so bile izvedene pri temperaturi 21oC in tlaku plina od 1 do 4 MPa. Peščenjak (in glina s peskom/peščenjak) ima največjo adsorpcijsko kapaciteto pri 21oC. Največja skladiščna kapaciteta CO ₂ , ki je bila ugotovljena na vzorcu kamnine je znašala 21.4 kg/t in je nižja, kot je bila ugotovljena na vzorcih premoga. Rezultati raziskave so pokazali, da je adsorpcija CO ₂ v kamninah pomemben element pri načrtovanju skladiščenja CO ₂ pod površino zemlje.
			The assessment for realistic CO ₂ -adsorption capacities of different rocks is

		ANG	important for understanding the processes associated with CO2 storage. This paper investigates the adsorption characteristics of rocks for CO2 by using a gravimetric method. The measurements were performed at 21oC with pressures from 1 up to 4 MPa. Sandstone (and clay with sand/sandstone) showed the largest adsorption capacity at 21o C. The highest amount of in situ CO2 contents in measured samples was 21.4 kg/t. The CO2 adsorption capacities were lower than past results in different coal samples. The results indicate that adsorption of CO2 into rocks may play an important role in storing CO2 in subsurface rock.
	Objavljeno v		Wiley-Interscience.; International journal of energy research; 2013; Vol. 37, issue 8; str. 952-958; Impact Factor: 2.737;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.957; A'': 1;A': 1; WoS: ID, RY; Avtorji / Authors: Tajnik Tanja, Kajfež-Bogataj Lučka, Jurač Egon, Ribarič-Lasnik Cvetka, Likar Jakob, Debelak Brane
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	17886998	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dopolnjena mreža za določitev stičnih točk raziskav območja gradnje
		ANG	An adaptive network fuzzy inference system approach for site investigation
	Opis	SLO	Terenska preiskava mora biti učinkovita in sistematično izvedena. Namen tega članka je oceniti število preiskovalnih točk, preizkusov na terenu, in laboratorijskih preizkusov za opis območja gradnje. Takšna presoja je odvisna od številnih parametrov, ki temeljijo na izkušnjah in jih fizično ni mogoče vrednotiti. Smernice o razmiku so na voljo iz mnogih virov in predstavljajo izhodišče za obseg preiskave. Za izdelavo modela za napovedovanje optimalnega števila preiskovalnih točk so bila pregledana mnoga priporočila. Upoštevani so bili parametri z največjim vplivom na število preiskovalnih točk. Vpliv posameznega parametra je bil določen na podlagi priporočil in inženirske presoje. Prirastki najmanjšega števila preiskovalnih točk za različne pogoje na območju gradnje so bili uporabljeni za izdelavo modela ANFIS (Adaptive Network Fuzzy Inference System). Izdelani model ANFIS-SI je bil uporabljen na referenčnih primerih. Potrjeno je dobro ujemanje med rezultati modela in referenčnih primerov. Podana so tudi priporočila za vrsto in število preizkusov v vsakem sloju tal za optimalen obseg preiskave. Model ANFIS-SI, z integriranimi priporočili, se lahko uporablja kot sistematično orodje za odločanje inženirjev pri vrednotenju števila preiskovalnih točk za opis območja gradnje.
		ANG	Site investigation has to be effective and must be carried out in a systematic way. The purpose of this article is to evaluate the number of investigation points, field tests, and laboratory tests for a description of a building site. Such an assessment depends on many parameters based on experiences which cannot be physically evaluated. The guidance on spacing is available from many sources, and such guidance provides a starting point for the extent of investigation. The recommendations were examined and used for building of the model to predict the optimal number of investigation points. Several parameters with the biggest influence on the number of investigation points were considered. The influence of each parameter was determined on the basis of recommendations and engineering judgment. Increments of the minimum number of investigation points for a different building site conditions were used to construct the model with adaptive network fuzzy inference system (ANFIS). The formed ANFIS-SI model was applied on reference cases. There is a good agreement between the model and the reference cases. Additionally, the recommendations for the type and frequency of tests in each stratum are provided to optimize the soil investigation. The ANFIS-SI model, with integrated recommendations, can be used as a systematic decision support tool for engineers to evaluate the number of investigation points for a

			description of the building site.
	Objavljeno v	ASTM; Geotechnical testing journal; 2014; Vol. 37, no. 3; str. 400-411; Impact Factor: 0.654; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.257; WoS: IX, LE; Avtorji / Authors: Jelusič Primož, Žlender Bojan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	1059934	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv kemične sestave in procesnih parametrov na mehanske lastnosti iztiskanih profilov iz AA6082 za visoko obremenjene konstrukcijske dele
		ANG	Influence of the chemical composition and process parameters on the mechanical properties of an extruded aluminium alloy for highly loaded structural parts
	Opis	SLO	Aluminijeva zlitina 6082 se uporablja kot material za visoko obremenjene konstrukcijske dele kar pomeni, da je vsaka izboljšanje mehanskih lastnosti zaželeno in pomeni velik napredek. Večina do sedaj uporabljenih pristopov za izboljšanje mehanskih lastnosti je upoštevalo manjše število vplivnih parametrov in predpostavljalo se je, da so vplivni parametri med sabo neodvisni. Nasprotno pa smo v tej raziskavi dosegli istočasno izboljšanje tako raztezka kot tudi meje tečenja z upoštevanjem večjega števila parametrov. Za ta namen je bila pri toplem iztiskanju profilov iz AA6082 zbrana baza podatkov o mehanskih lastnostih, procesnih parametrov, kemični sestavi oz. nihanja omenjenih parametrov. Individualna in prostorska analiza vplivov procesnih parametrov in kemične sestave na mehanske lastnosti je bila izvedena s pomočjo CAE nevronske mreže. Rezultati analize zagotavljajo nov pogled o vplivu in s tem tudi možnost izboljšanja mehanskih lastnosti v primeru, če so procesni parametri in kemična sestava blizu svojih optimalnih vrednosti. V raziskavi smo namreč ocenili optimalne vrednosti za procesne parametre kot tudi kemične sestave za istočasno zvišanje vrednosti tako meje tečenja kot tudi raztezka. V praksi smo to tudi potrdili saj smo z nastavitvijo procesnih parametrov in kemične sestave na optimalne ocenjene vrednosti dejansko dosegli celo nekoliko višje vrednosti zvišanja obeh mehanskih lastnosti, t.j. za mejo tečenja in raztezek, kot smo napovedovali.
		ANG	The aluminium alloy 6082 (AA6082) is used as a material for highly loaded construction parts, which means any improvement in its mechanical properties would be an advantage. The majority of approaches employed so far for increasing the mechanical properties only considered a small number of influential parameters and assumed that they were predominately independent of each other. In contrast, in this investigation a simultaneous increase in the yield stress and ductility (elongation) was achieved by considering a larger number of influencing parameters. For this purpose, a database of mechanical properties, process parameters and chemical compositions for the hot extruded profiles was collected. Individual and spatial analyses using a CAE neural network were performed to determine the influences of the process parameters and the alloying elements, e.g. Mg, Si, Mn, Fe, Cr and Cu, on the mechanical properties. The results of the analyses provided a new view of their influences, and the possibility to increase the mechanical properties if the process parameters in the relation with the chemical elements are closer to the optimum values. The optimum values of the process parameters and the chemical composition were assessed. In practice, the obtained values for the yield stress and the elongation confirmed the optimized values for the influential parameters as being correct, since a simultaneous increase of both properties was achieved.
			Butterworth Scientific; Construction & building materials; 2013; Vol. 44; str. 781-791; Impact Factor: 2.265; Srednja vrednost revije / Medium

Objavljeno v	Category Impact Factor: 1.121; A': 1; WoS: FA, IM, PM; Avtorji / Authors: Terčelj Milan, Fazarinc Matevž, Kugler Goran, Peruš Iztok
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

		Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	18790166	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Diskretna optimizacija jeklenih elementov izpostavljenih obtežbi eksplozije
		ANG	Discrete optimization of steel beams subjected to blast load
	Opis	SLO	Študija predstavlja diskretno optimizacijo jeklenih elementov z dvema različnima pristopoma. Najprej je bila diskretna optimizacija izvedena s programom MATLAB, z uporabo EE (Exhaustive Enumeration) metode. Drugič, je bila optimizacija izvedena s programom SAP2000 z uporabo avtoselekcije. Pristopa sta primerjana glede na čas procesa in preprostost uporabe. Razvita je bila računalniška koda za diskretno optimizacijo prosto podprtega jeklenega nosilca, v skladu z Evrokoda 3. Upoštevane so evropske tabele nosilcev in ponudba jeklenih profilov, prisotnih na trgu. Preverjeni so: odpornost prereza na upogib, strižna odpornost prereza, odpornost na upogibanje, uklonska odpornost, prečne sile in deformacije. Predstavljeni pristopi se lahko uporabljajo pri načrtovanju konstrukcijskih elementov odpornih na obtežbo eksplozije.
		ANG	This study presents the discrete optimization of steel elements with two different approaches. First, the discrete optimization is performed with program MATLAB where Exhaustive Enumeration (EE) method was employed. Second, the optimization was performed with program SAP2000 using auto selection list. The approaches are compared in terms of process time and ease-of-use. The computer code for discrete optimization of simply supported laterally restrained steel beam according to Eurocode 3 is developed based on the steel sections present in the market according to the European beams tables. Laterally restrained beams are checked for resistance of cross-section to bending, resistance of cross-section to shear, resistance to shear buckling, resistance to flange-induced buckling, resistance of the web to transverse forces and deflection. Presented approaches could be applied in the design of blast load-resisting structural elements.
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka	
Objavljeno v	Defence Science & Technology Agency; Design and Analysis of Protective Structures; 2015; Str. 1-10; Avtorji / Authors: Jelušič Primož, Žlender Bojan		
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
2.	COBISS ID	1495903	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kompatibilnost podpornega sistema sestavljenega iz popustljivih elementov in brizganega betona v visoko iztisljivi hribini
		ANG	Compatibility of the support system consisting of yielding elements and shotcrete lining in highly faulted grounds
		V večjih globinah rudniških jaškov kjer so spojeni z drugimi jamskimi prostori je treba posebno pozornost posvetiti časovno odvisnim spremembam v napetostno deformacijskih stanjih in njihovim vplivom na obstoječe dolgoročno uporabne jamske proge. V času izdelave jamskih prostorov in vgradnje primarnih podpornih elementov v visoko iztisljivih hribinah se zahteva uporaba stiljivih deformacijskih elementov. Analize	

Opis	SLO	<p>morajo biti izvedene tako, da se upošteva akcija hribinskih tlakov, ki povzročijo zmanjšanje izkopnega profila rudniškega prostora. Upoštevati je treba, da se pri gradnji podzemnih prostorov v visoko iztisljivih hribinah močno povečajo pomiki v izkopni prostor ne samo v času izdelave temveč tudi pozneje, ko je vgrajena notranja občoga. V prispevku je posebej izpostavljena vloga popustljivih deformacijskih elementov v navedenih hribinskih razmerah v smislu preventive brizganega betona proti poškodbam, katerim je izpostavljen v času strjevanja. Rezultati izračunov pomikov in obremenitev primarne obloge s 3D geomehanskim numeričnim modelom, ki je bil dopolnjen z možnostjo upoštevanja visoko iztisljive hribine v kateri bo izdelan kompleksen sistem podzemnih prostorov, so pokazali realne možnosti kasnejše izvedbe.</p>	
	ANG	<p>In the deep sections of the mine shaft where underground facilities should be interconnected, the design procedure still pays attention to time dependant processes and stress strain changes that influence the existing permanent mine roadways. During the progress of excavation and primary support installation in underground construction, the behaviour of highly faulted grounds in greater depths requires appropriate yielding elements. Analyses should be taken into account as well as the possibility that rock pressures could reduce the excavation profile of the mine's permanent construction. The construction of underground facilities in highly faulted grounds leads to big radial displacements towards excavation space not only during the time of construction but also later, when the inner lining is installed. In addition to the presentation of part of the excavation and support methods in such ground conditions the calculations results showed that the installation of the yielding elements have an effect on support elements and prevent shotcrete damage during the curing stage. The calculation results of ground loads and displacements on designed supports system are presented with a three dimensional(3D) numerical geomechanical model adopted for highly faulted ground surrounding deeper complex underground structures, have shown real application in the praxis.</p>	
Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
Objavljeno v	David Pub. Co.; Journal of Civil Engineering and Architecture; 2014; Vol. 8, no. 11; str. 1457-1466; Avtorji / Authors: Marolt Čebašek Tina, Likar Jakob		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
3.	COBISS ID	17860630	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Praktična aplikacija rezultatov optičnih meritev koncentracij popolnoma suspendiranih zemljin v reki Dravi	
	ANG	Practical application of the results for optically measured total suspended solids concentrations in the Drava River	
Opis	SLO	<p>Preiskave so bile izvedene z namenom, da bi ugotovili, ali se lahko rezultati meritev koncentracij celotnih suspendiranih snovi (TSS) v reki Dravi, pridobljeni posredno s pomočjo terenskih optičnih merilnikov, uporabijo za določitev količine in velikosti delcev tistih suspendiranih snovi, ki se v mirujoči vodi posedejo. Ker poteka spremljanje TSS koncentracij v reki Dravi kontinuirano, bi ugotovljena soodvisnost omogočila bolj zanesljivo oceno količine sedimentov v akumulacijskem jezeru načrtovane črpalne hidroelektrarne, v katero bo črpana voda iz te reke. V obdobju enega leta je bilo zato neposredno ob optičnih merilnikih odvzetih 90 vzorcev vode. V vseh vzorcih je bila določena količina usedljivih snovi, na izbranih pa tudi njihova mineralna in kemijska sestava ter zrnavost. Mikrobiološki parametri, ki so vključevali določitev količine fitoplanktona, zooplanktona, bakterij, gliv in organskega drobirja, so bili preiskani v vseh vzorcih vode, prav tako temperatura in pH vode v času vzorčevanja. Ugotovljeno je bilo, da se lahko terensko merjene koncentracije suspendiranih snovi s pomočjo optičnih merilnikov (TSS) uporabijo za določitev tako količine usedljivih</p>	

		snovi kot njihove zrnivosti. Te korelacije so jasno izražene v primerih, ko so količine fitoplanktona in organskega drobirja v vodi so nizke.
	ANG	The investigations described in this paper were performed in order to determine whether the concentrations of total suspended solids (TSS) in the Drava River, Slovenia, measured indirectly with optical sensors can be used to determine the amount and particle size of the suspended solids that can settle in stagnant water. The possibility of continuous monitoring of the TSS concentrations would allow a more reliable estimate of the amount of sediment in the accumulation lake of the planned, pumped-storage, hydroelectric power plant into which the water from the Drava River will be pumped. Therefore, during a period of one year, 90 water samples were taken directly at the optical sensors. The amount of sediments and their mineral and chemical compositions were investigated, and particle size analyses were made in 15 samples. Microbiological parameters, which included a determination of the amount of phytoplankton, zooplankton, bacteria, fungi and organic debris, were investigated in all the water samples, and the temperature and pH of the water were measured at the time when the samples were collected. The comparison of the parameters examined with the TSS concentrations showed that these concentrations can serve as a very good estimate of the amount of particles settled in the standing water, as well as of their size. These correlations are clearly expressed in the cases where the amounts of phytoplankton and organic debris in the water are low.
	Šifra	F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Objavljeno v	Scientific Research Pub.; Journal of water resource and protection; 2014; Vol. 6, no. 7; str. 710-721; Avtorji / Authors: Dolinar Bojana
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	1503327 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Geomehanske numerične analize vplivov gradnje predorov na površino
		ANG Geomechanical numerical analyses of tunnel construction influences on the ground surfaces
	Opis	SLO Z razvojem informatike so bile možnosti izvedbe poglobljenih geomehanskih analiz z uporabo numeričnih metod veliko večje tako, da je tovrstna programska oprema postala nepogrešljivo orodje pri načrtovanju podzemnih objektov v različnih hribinskih okoljih. V praksi se pri uporabi numeričnih analiz pogosto srečujemo s problematiko vhodnih parametrov in robnih pogojev. Premalo natančno vedenje o njihovem vplivu na rezultate izračunov lahko pripelje do napačne interpretacije in posledično do nestrokovnih zaključkov pri projektiranju podzemnih objektov. Raziskave vpliva vhodnih parametrov na rezultate izračunov deformacij na površini in obremenitev v oblogi podzemnega objekta so bile izvedene v obliki 2D in 3D parametričnih numeričnih analiz z uporabo programskega paketa Midas GTS 2013 in Midas GTS NX. Analizirani so bili vplivi robnih pogojev, gostote mrež in primarnega napetostnega stanja na računsko določene pomike in napetosti v sistemu hribina - podporje. Postopki 2D in 3D modeliranja z uporabo različnih elasto-plastičnih konstitutivnih modelov so bili preverjeni na dveh praktičnih primerih gradnje predorov v različnih geotehničnih razmerah. Narejena je bila primerjava med rezultati izračunov 2D in 3D analiz z uporabo Mohr Coulombovega in Hardening Soil konstitutivnega modela plastičnega tečenja. Vrednosti izračunanih pomikov so bile primerjane z rezultati meritev, ki so bile pridobljene med gradnjo dveh cestnih predorov.
		With the development of information technology, the possibilities of detail geomechanical analysis with the application of numerical methods have become an indispensable design tool for underground structures in different

			ground. In the practical applications we often had difficulties to determine input parameters and boundary conditions. Too little awareness of the influence on analysis results of the latter can easily lead us to an incorrect interpretation of the performed analyses and consequently inappropriate input parameters for underground structure design. With the purpose to research the influences of input parameters on ground deformation and structural forces in lining results, several 2D and 3D parametric analyses with Midas GTS 2013 and Midas GTS NX have been performed. The influence of boundary conditions, mesh coarseness and initial stress on calculated movement and stresses in ground-support system has been researched. 2D and 3D modelling procedures with different elasto-plastic constitutive models have been verified on the case study of two tunnels, which were constructed in different geotechnical conditions. A comparison has been made between the results of 2D and 3D analyses by using the Mohr Coulomb and Hardening Soil model. The calculated deformation values have been compared with measurements that were carried out during construction of two road tunnels.
	ANG		
Šifra	F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
Objavljeno v	Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije; Gradbeni vestnik; 2014; Letn. 63; str. 273-289; Avtorji / Authors: Venta Marko, Likar Jakob, Marolt Čebašek Tina		
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	1566303	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Idrisi kot orodje za analizo stabilnosti pobočij
		ANG	Idrisi as a tool for slope stability analysis
	Opis	SLO	Za območje občine Krško je bila s programom IDRISI izdelana analiza stabilnosti pobočij. Analiza je temeljila na osnovi javno dostopnih geoloških podatkov (MOP, Ministrstvo za okolje, ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje itd.) in inženirsko-geološke klasifikacije kamnin. Na osnovi te analize je bila izdelana karta stabilnosti pobočij, ki kot rezultat prikazuje mejne naklonske kote, pri katerih se začnejo pojavljati plazovi.
		ANG	For the entire area of municipality of Krško the analysis of slope stability has been done. The analysis is based on publicly available geological data (MOP, Ministry of environment, ARSO – Slovenian Environment Agency etc.) and engineering – geological rock classification. Based on this a map of slope stability was produced. As a result the map is showing the maximum slope angles where the landslides start to appear.
	Šifra	F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz
	Objavljeno v	Naravoslovnotehniška fakulteta; Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje; RMZ - Materials and geoenvironment; 2015; Vol. 62, no. 2; str. 95-104; Avtorji / Authors: Koren Eva, Vižintin Goran	
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine⁷

Člani programske skupine smo vključeni v izvajanje mednarodnega doktorskega študija JPHD skupaj s priznanimi strokovnjaki iz TU iz Gradca, TU iz Budimpešte in Univerze v Zagrebu.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Znotraj raziskovalne skupine smo začeli s primerjavo rezultatov različnih pristopov k modeliranju s pomočjo MKE in MKD. Pri izdelavi modelov smo predvsem preverjali primerljivost rezultatov umerjenih s pomočjo klasičnega umerjanja z umerjanjem, ki upošteva algoritme regularizacije. Prvi rezultati kažejo, da je uporaba algoritmo regularizacije dobrodošla, a je kljub vsemu treba upoštevati ekspertno poznavanje prostora, ki ga modeliramo.

Numerični modeli so potrdili, da dvig vode v akumulaciji poveča vpliv na podzemno vodo, ki pa se s časom zaradi kolmatacije zmanjšuje. Na začetku se pokaže močan vpliv in količine vode, ki iztekajo iz akumulacije lahko dosežejo nekaj m³, kasneje se ta vpliv zaradi pojava kolmatacije akumulacijskih brežin in njenega dna zmanjša. To na dolgi rok privede do zmanjšanja vplivov reke na vodonosnik. Ocena občutljivosti je izpotsvila predvsem naslednje parameter, ki vplivajo na podzemne vode, in sicer: amplituda oscilacij v akumulaciji, perioda oscilacij in koeficient zablatenosti. Primerjava med modeli izdelanimi na klasičen način in modeli, kjer smo upoštevali regularizacijo in regionalizacijo s tehniko "Pilot Points" (PP) je pokazala, da je občutljivost v obeh primerih enaka rezultati pa so lahko drugačni.

Člani raziskovalne skupine se ukvarjamo z reševanjem dejanskih problemov, s katerimi se v gradbeni stroki srečujemo vsakodnevno. Ti problemi se nanašajo tako na mejna stanja nosilnosti, zemeljskih pritiskov in stabilnosti pobočij kot razvoj in uporabo analitičnih in numeričnih kinematičnih modelov ter metod matematičnega optimiranja za doseganje optimalnih rešitev. Opisani problemi so pogosto tako zahtevni, da jih je mogoče razrešiti le z uporabo znanstvenih raziskovalnih metod in dobrim teoretičnim znanjem ter praktičnimi izkušnjami raziskovalcev. Teh je na tematskem področju, ki ga pokriva raziskovalni program, zelo malo. Prav zaradi tega smo sodelavci raziskovalne skupine vzpostavili dobro sodelovanje z raziskovalci iz različnih evropskih raziskovalnih inštitucij. Poleg izmenjave znanj se povezujemo tudi z namenom pridobivanja skupnih evropskih projektov. Tako aktivno sodelujemo v ELGIP - European Large Geotechnical Intitutes Platform, v COST Action TU 1405 "European network for low geothermal energy applications in buildings and infrastructures (GABI)", v projektu "INERTIAL - Designing buildings and Infrastructures Resilient to Impacting Loads from rock falls", s ciljem povečati učinkovitost zaščit stavb in infrastrukture pred podori in padajočim kamenjem (prijava Horizon 2020) in projektu "GEOWATER - Spreading of Excellence and Innovation in Geo-Engineering and Water Management", s ciljem prenosa znanja med univerzami starih in novih članic EU (prijava Horizon 2020).

Člani programske skupine smo vključeni tudi v izvajanje mednarodnega doktorskega študija JPHD skupaj s priznanimi strokovnjaki iz TU iz Gradca, TU iz Budimpešte in Univerze v Zagrebu. Vsako leto pa gostujemo tudi na TU Graz, kjer predstavimo najnovejše ugotovitve z raziskovalnega področja. S tem omogočamo prenos našega znanja in novih ugotovitev v širši prostor.

Izvirne inovativne rešitve smo v tem raziskovalnem obdobju objavili v kvalitetnih revijah, kar kaže na to, da so rezultati zanimivi tudi za širšo mednarodno javnost. To se izkazuje predvsem v obliki navedb, kar kaže na inovativnost in izvirnost tako pri temeljnih ugotovitvah kot predlaganih rešitvah, kar je tudi cilj zastavljenega raziskovalnega programa.

ANG

Within the research group, we began by comparing the results of different approaches to modeling using FEM and MKD. Between the models, we mainly check the comparability of the results calibrated by using classical calibration approach vs the approach that takes into account regularization algorithms. Initial results show that the use of algorithm regularization is welcome, but is showing also that it is necessary to take into account the expert knowledge of the modeled area.

Numerical models have confirmed that rising of the water in the accumulation t will increase the impact on the groundwater, but with the time the impact due to clogging will decreases. At the beginning a strong impact can be seeb and the amount of water flowing out of the accumulation may reach a few m³, but later this impact is due to the rising clogging in the banks of accumulation and its bottom is reduced. On the long term this is leading to a reduction of the river's impact to the aquifer. Assessment of the sensitivity is showing particular; the following parameters are affecting the groundwater, namely: the amplitude of the water oscillations in the accumulation, the period of oscillations and the coefficient of clogging. Comparison between the models produced in the traditional way and the models in which we considered regularization and the regionalization with the technique of "Pilot Points" (PP) has shown that the sensitivity is identical in both cases but the results may be different.

Members of the research group are working on solving the real problems with which the engineering profession face every day. These issues relate to the ultimate limit states, earth pressure and stability of the slopes as well as development and application of analytical and numerical kinematic models and methods of mathematical optimization to achieve optimal solution. Described problems are often so complex that they can be resolved only by using scientific research methods and solid theoretical knowledge and practical experience of researchers. However, in the field covered by our research group there are only a few qualified researchers that is why we have established good cooperation with researchers from various European research institutions. In addition to the exchange of knowledge it is also linked with the purpose of joint European projects. We Actively participate actively in ELGIP - European Large Geotechnical Intitutes Platform, in COST Action TU 1405 "European network for low geothermal energy applications and buildings and Infrastructures (GABI)", in project "INERTIAL - Designing buildings and Infrastructures Resilient this Impacting Loads from Rock Falls "with the aim of increasing the effectiveness of protection of buildings and infrastructure against landslides, falling stones (sign in Horizon 2020) and in project "GEOWATER - Spreading of Excellence and Innovation and Geo-Engineering and Water Management ", with the objective of knowledge transfer between old and new EU members of universities (sign in Horizon 2020). Members of the program group are also involved in international doctoral studies JPHD together with renowned experts from TU Graz, TU Budapest and the University of Zagreb. Every year, we hosted at TU Graz, where we present the latest findings in research work. This enable the transfer of our knowledge and new findings in the wider area. Original innovative solutions we have, in this research period, published in quality journals. This shows that the results are interesting also for the wider international community. This is shown with increased number of citations and reflecting the innovation and originality both the fundamental findings as well as proposed solutions. This is also the aim of the objective of the research program.

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Pomen raziskovalnih rezultatov za Slovenijo je viden na področju umeščanja energetskih objektov na območju spodnje Save in Krško – Brežiške kotline. Z metodo MKE in MKD so bili izdelani primerjalni modeli vplivov HE Mokrice in HE Brežice na podzemno vodo v aluvialnih in pliokvartarnih sedimentih Krško – Brežiške kotline. Pri izdelavi modelov je umerjanje potekalo s pomočjo PEST-a, Tikhonove in SVD regularizacije ter s pomočjo tehnike opornih točk (Pilot points - PP). Sama uporaba MKE in MKD tehnik niti ni tako nova, največji pomen ima uporaba tehnik regularizacije z umerjanjem modelov s pomočjo PP znotraj PEST algoritma. S pomočjo tako postavljenih modelov je bil ocenjen vpiv dviga reke Save zaradi izgradnje akumulacij na podzemno vodo in sicer ob upoštevanju različnih omilitivnih ukrepov.

Kljub temu, da so zadnja leta za področje gradbeništva težka, smo v tem času v Sloveniji zgradili kar nekaj zelo zahtevnih objektov, še več pa jih je v fazi načrtovanja (npr. črpalna elektrarna Kozjak, hidroelektrarne HE Brežice, HE Mokrice in HE Mura, odlagališče jedrskih odpadkov...). Praviloma so to objekti nacionalnega pomena, kjer je potrebno tako skrbno načrtovanje kot izvedba. V primeru omenjenih objektov pa je bistveno tudi permanentno zagotavljanje varnosti v fazi izkoriščanja, velika skrb pa je namenjena tudi varovanju okolja. Praviloma smo v takih primerih vključeni tudi raziskovalci programske skupine, ki z novimi (pogosto inovativnimi) pristopi in predlogi pripomoremo k racionalni in varni gradnji. Takšno sodelovanje omogoča bogatitev znanja vseh sodelujočih, predvsem pa se pokažejo problemi, ki so vodilo za naše nadaljnje raziskave. Sodelovanje pri takšnih gradnjah omogoča tako preverjanje naših ugotovitev kot pridobitev praktičnih izkušenj. Raziskovalno znanje, ki je podprto s praktičnimi primeri, je zelo zanimivo tudi za študente, pogosto pa naše izkušnje delimo tudi z raziskovalci z drugih inštitucij, tako v Sloveniji kot tujini.

Znanja, ki jih pridobivamo v okviru programske skupine, so pomembna za razvoj gradbene stroke v Sloveniji. Dejstvo je, da podjetja, ki se ukvarjajo z načrtovanjem gradenj in izvajalci le teh, v tem času v Sloveniji nimajo lastnih raziskovalnih in razvojnih centrov, zato smo to vlogo v veliki meri prevzeli prav člani programske skupine. Za razvoj Slovenije pa je domače znanje nedvoumno zelo pomembno.

ANG

Importance of research results for Slovenia is seen in placement of power plants on the lower

Sava area and into Krško - Brežice - Basin. With FEM and FDM method were made comparative models of the effects of the power plant Mokrice and Brežice on the groundwater in alluvial and Plio-Quaternary sediments of Krško - Brežice Basin. The modelling calibration was carried out by PEST, Tikhonov and SVD regularization and with applications of the Pilot Points (Pilot points - PP) technique. The mere use of FEM and FDM techniques is not so new, but the use of regularisation calibration PP techniques within the PEST algorithm is new in Slovenia. With the help of so developed models an estimation of the Sava River rises due to the construction of accumulation on groundwater was taken into account with the consideration of relaxation measures.

Despite the fact that in the field of construction the recent years were difficult, we have built in Slovenia some very complex structures, and more are in the planning phase (eg. Pumping power plant of Kozjak hydroelectric Brežice, HE Mokrice and HE Mura, nuclear waste disposal ...). These objects are of national importance, where careful planning and execution of work is necessary. In the case of the mentioned constructions it is also essential to ensure the continuing safety in the exploitation stage, great care is also dedicated to protecting the environment. As a rule, in such cases we are involved also. With new (often innovative) approaches and proposals we contribute to a rational and safe construction. Such cooperation allows for enrichment of knowledge of all participants. At such cases new problems appear that lead to our further research. Participation in such works enables verification of our findings as to acquire practical experience. Research and knowledge, which is supported by practical examples, it is very interesting for the students, we often our experiences share also with researchers from other institutions in Slovenia and abroad.

Knowledge that is obtained in the context of the program group are important for the development of civil engineering in Slovenia. The fact is that the companies in Slovenia, which are engaged in the design and construction do not have their own research and development centers, thus the members of the program group taken this task. For the development of Slovenia the domestic knowledge is clearly very important.

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2013-31.12.2015¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	21
bolonjski program - II. stopnja	11
univerzitetni (stari) program	8

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
34236	Primož Jelušič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
655	Tatjana Večko Pirtovšek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

- Mag.** - Znanstveni magisterij
- Dr.** - Doktorat znanosti
- MR** - mladi raziskovalec

11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value=""/>	

Legenda zaposlitev:

- A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
- B** - gospodarstvo
- C** - javna uprava
- D** - družbene dejavnosti
- E** - tujina
- F** - drugo

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2013-31.12.2015

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
		▼		

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2013-31.12.2015¹⁵

SLO

1. Aktivno sodelovanje v ELGIP "European Large Geotechnical Institutes Platform" z namenom pridobitve skupnih raziskovalnih projektov – članica Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo (koordinatorizr. prof.dr. Bojan Žlender).
2. Aktivno sodelovanje v COST Action TU1405 "European network for shallow geothermal energy applications in buildings and infrastructures (GABI)" - članica Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo.
3. Aktivno sodelovanje v projektu "INERTIAL - Designing buildings and INfrastructurEs ResilienT to ImpActing Loads from rock falls", s ciljem povečati učinkovitost zaščit stavb in infrastrukture pred podori in padajočim kamenjem (prijava Horizon 2020).
4. Aktivno sodelovanje v projektu "GEOWATER - Spreading of Excellence and Innovation in Geo-Engineering and Water Management", s ciljem prenosa znanja med univerzami starih in novih članic EU (prijava Horizon 2020).
5. Projekt "GEP: Skupni geoinformacijski sistem (GIS) za varovanje virov pitne vode v izrednih dogodkih" je sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2013-31.12.2015) potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

1. LIKAR, Jakob, MAROLT, Tina, ŽARN, Jože. Poročilo o laboratorijskih preiskavah

- geomehanskih lastnosti hribin : objekt: Podvrtavanje za kanalizacijo v Kropi. Ljubljana: Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fak., Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Laboratorij za mehaniko hribin, 2013. 6 f., ilustr., tabele. [COBISS.SI-ID [1316447](#)]
2. LIKAR, Jakob, MAROLT, Tina, ŽARN, Jože. Poročilo o laboratorijskih preiskavah geomehanskih lastnosti hribin. Ljubljana: Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fak., Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Laboratorij za mehaniko hribin, maj 2013. 17 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1285215](#)]
 3. LIKAR, Jakob, MAROLT, Tina, ŽARN, Jože. Poročilo o laboratorijskih preiskavah geomehanskih lastnosti hribin : objekt: Predor T2. Ljubljana: Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fak., Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Laboratorij za mehaniko hribin, 2013. 19 f., ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1313119](#)]
 4. LIKAR, Jakob, MAROLT, Tina, ŽARN, Jože. Poročilo o laboratorijskih preiskavah geomehanskih lastnosti hribin : objekt: Železniška proga Divača-Koper. Ljubljana: Univ. v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fak., Oddelek za geotehnologijo in rudarstvo, Laboratorij za mehaniko hribin, 2013. 7 f., ilustr., tabele. [COBISS.SI-ID [1314143](#)]
 5. Škrabl Stanislav, Macuh Borut, Kos Sašo, Paska Kristina, Opredelitev možnih načinov tesnenja in izvedbe energetskih nasipov HE Hrastje Mota, 10. 07. 2015
 6. Škrabl Stanislav, Dolinar Bojana, Macuh Borut, POROČILO o pregledu dokumenta Glavne raziskave geo in hidro sfere za potrebe graditve odlagališča NSRAO Vrbina, Krško, 18.1.2015.
 7. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA dela Projektne dokumentacije PZI Sanacija zidu Trpčane na R3-632/1378 Ilirska Bistrica – Novokračine od km 7.0+52.80 do km 7.1+50.00
 8. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA dela Projektne dokumentacije PZI Sanacija plazov in brežin ob RT-911/1123 Rudno – Rovtarica med km 3.320 in km 3.400 ter med km 5.825 in km 6.013
 9. Škrabl Stanislav, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu projektno-tehnične dokumentacije PZI, Sanacija plazov na regionalni cesti R3-653/1364 Trava – Podplanina od km 18.250 do km 18.370 in od km 18.530 do km 18.710
 10. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA dela Projektne dokumentacije PZI - Sanacija plazov Dobležiče in Sela na cesti R3-683/1169 Lesično - Golobinjek od km 2.830 do km 3.050 in od km 7.980 do km 8.280
 11. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA dela Projektne dokumentacije PZI Sanacija usadov Sorica na cesti R3-909/1129 Sorica – Petrovo Brdo; v km 1.890, v km 2.280, v km 2.850 in v km 3.900 in obnova vozišča na cesti R2-610/1074 Petrovo Brdo – Podrošt
 12. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA dela Projektne dokumentacije PZI Sanacija zidu z rekonstrukcijo ceste R2-408/1374, Logatec – Žiri od km 14.200 do km 14.500
 13. Žlender Bojan, Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu GEOLOŠKO-GEOMEHANSKEGA DELA Projektne dokumentacije PZI Sanacija plazov Jurovski dol na cesti R3-749/4109 Jurovski dol – Lenart v km 3.200; 3.530 in 4.230; plaz A od km 3.169 do km 3.299; plaz B od km 3.486 do km 3.668; plaz C od km 4.184 do km 4.324
 14. Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu Geološko – geomehanskih

poročil o zgradbi tal in pogojih temeljenja – objekta prepusta PP-03 - na trasi HC Jagodje – Lucija

15. Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu Geološko – geomehanskih poročil o zgradbi tal in pogojih temeljenja – objektov prepustov PP-6, PP 7, PP 8, PP 9, PP 10 in PP-11 ter opornega zidu OZ 17 - na trasi HC Jagodje - Lucija
16. Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu Geološko – geomehanskih poročil o zgradbi tal in pogojih temeljenja – objektov prepustov PP-4 in PP-5 ter opornega zidu OZ 17 - na trasi HC Jagodje - Lucija
17. Macuh Borut, RECENZIJSKO POROČILO o pregledu Geološko – geomehanskih elaboratov o zgradbi tal in pogojih temeljenja – objektov: podpornih zidov PZ 04 in PZ-05 ter opornega zidu OZ 06 - na trasi HC Jagodje - Lucija
18. VIŽINTIN, Goran, SUPOVEC, Ivan, TANCAR, Martin, KOREN, Eva. Analiza podatkov okoljskega hidrogeološkega monitoringa in izdelava matematičnega modela podzemne vode za območje HE Mokrice. Ljubljana: HGEM, d.o.o., maj 2015. 96 f., 20 pril., graf. prikazi, tabele, načrti. [COBISS.SI-ID 1597023]
19. TANCAR, Martin, HITI, Tadej, SUPOVEC, Ivan, PETAUER, Darko, VIŽINTIN, Goran. Geološko, tehnično in hidrogeološko poročilo o izvedbi piezometra Kvas-1/15 na lokaciji MM Krška vas. Ljubljana: HGEM, d.o.o., avgust 2015. 20 f., 9 pril., graf. prikazi, tabele, načrti. [COBISS.SI-ID 1598559]
20. TANCAR, Martin, HITI, Tadej, SUPOVEC, Ivan, PETAUER, Darko, VIŽINTIN, Goran. Geološko, tehnično in hidrogeološko poročilo o izvedbi piezometra Žad-1/15 in Žad-2/15 na lokaciji MM Žadovinek. Ljubljana: HGEM, d.o.o., avgust 2015. 27 f., 9 pril., graf. prikazi, tabele, načrti. [COBISS.SI-ID 1598303]
21. VIŽINTIN, Goran, PETAUER, Darko, KOREN, Eva. Nadgradnja hidravličnega modela za odlagališče NSRAO : končno poročilo po recenziji. Ljubljana: HGEM, d.o.o., dec. 2015. 40 f. [COBISS.SI-ID 1599839]
22. VIŽINTIN, Goran, SUPOVEC, Ivan, TANCAR, Martin. Obdelava in analiza podatkov okoljskega hidrogeološkega monitoringa na območju HE Mokrice med leti 2009-2014 : fazno poročilo št. 1. Ljubljana: HGEM, d.o.o., marec 2015. 60 f., 7 pril., graf. prikazi, tabele, načrti. [COBISS.SI-ID 1596767]
23. PRESTOR, Joerg, MEZGA, Kim, KOREN, Katja, SADNIKAR, Josip, GOSTEČNIK, Alen, PETAUER, Darko, HITI, Tadej, BLAŽEKA, Željko, KOPAČ, Irena, RATEJ, Jože, VIŽINTIN, Goran, SUPOVEC, Ivan. Ocena stanja podzemnih vod na območju DPN HE Hrastja Mota. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2015. 129 str., 3 f. zganj. pril. [COBISS.SI-ID 2387029]
24. VIŽINTIN, Goran, SUPOVEC, Ivan, KOCJANČIČ, Maja. Optimizacija mreže merskih mest hidrogeološkega monitoringa na vplivnem območju hidroelektrarn na spodnji Savi. Ljubljana: HGEM, d.o.o., avgust 2015. 29 f., 35 pril., graf. prikazi, tabele, načrti. [COBISS.SI-ID 1598047]

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹²

SLO

Rezultati raziskav in študij, ki potekajo znotraj dela programske skupine bodo neposredno vplivali na projekt akumulacijskega bazena ČHE Kozjak in na zasnovo ter umestitev strojnice 400MV ČHE v metamorfni masiv na območju Kolarjevega Vrha v pogorju Kozjak, na izgradnjo drugega tira železniške proge med Divačo in Koprrom in odlagališča jedrskih odpadkov v Brežicah.

Uporaba nestrukturiranih gridov in metoda PEST bodo neposredno uporabljeni za oceno vplivov HE Brežice, HE Mokrice in HE Mura na podzemno vodo v aluvialnih vodonosnikih in posredno na površinsko stabilnost brežin in objektov ob morebitnem seizmičnem dogodku.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	

17. Izjemni dosežek v letu 2015¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

MAROLT ČEBAŠEK, Tina, LIKAR, Jakob.
A three-dimensional static numerical model of a complex underground structure in high squeezing ground
Kompleksni 3D statični numerični model objekta v zelo iztisljivi hribini.
Acta geotechnica Slovenica, ISSN 1854-0171. [Tiskana izd.], 2015, vol. 12, no. 1, str. 1-15. [COBISS.SI-ID 1543519],

V predstavljeni raziskavi je ocena zelo iztisljive hribine potrjena tako z empiričnimi kot polempiričnimi teorijami. Rezultati poglobljenih geomehanskih simulacij obnašanja kompleksa podzemnih objektov v zelo iztisljivi hribini so osnova za pravočasno ukrepanje pri povečanih deformacijah za preprečitev porušitve obloge iz brizganega betona. Analize, ki so bile narejene s poudarkom na medsebojnem učinkovanju med popustljivimi elementi in oblogo iz brizganega betona v zelo iztisljivem hribinskem mediju, so osnova za izvedbo kakovostnega načrtovanja kompleksnih podzemnih prostorov v zelo zahtevnih geotehničnih razmerah.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

VIŽINTIN, Goran, PETAUER, Darko, KOREN, Eva. Nadgradnja hidravličnega modela za odlagališče NSRAO : končno poročilo po recenziji. Ljubljana: HGEM, d.o.o., dec. 2015. 40 f. [COBISS.SI-ID 1599839]

V okviru dejavnosti raziskovalne skupine smo v letu 2015 za potrebe varnostnih analiz in ocene vplivov HE Brežice na podzemne vode na lokaciji bodočega odlagališča nizko in srednjih radioaktivnih odpadkov (NSRAO), nadgradili obstoječi model M21_Flow. Izboljšave glede na prejšnji model so bile na področju robnih pogojev, upoštevanja novih spoznanj v okviru raziskav za ugotavljanje vplivov akumulacije HE Brežice na podzemne vode, izgradnje odlagališča NSRAO in upoštevanja nove metodologije ocene napajanja iz padavin (GROWA-SI).

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
matične RO (JRO in/ali RO s
koncesijo):*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Ljubljani,
Naravoslovnotehniška fakulteta

Milan Terčelj

ŽIG

Datum:

21.3.2016

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2016/4

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

⁵ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa 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 (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa 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 programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2013–31.12.2015), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2013 do 31.12.2015), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2015 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). 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 prilonko/-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-RPROG-ZP/2016 v1.00

CB-4B-86-C2-60-BB-B5-9B-E3-87-AB-F1-92-24-63-86-1A-AB-F9-FC

Priloga 1

Prikaz potovanja morebitnega onesnaženja iz silosa ARAO

