

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/150

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9178
Naslov projekta	Hitro prizkušanje naprednih algoritmov vodenja v industrijskem okolju
Vodja projekta	12342 Damir Vrančič
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	2.835
Cenovni razred	D
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	Inea d.o.o.
	Naslov	Stegne 11, 1000 Ljubljana
2.	Naziv	Mitol d.d.
	Naslov	Partizanska cesta 78, 6210 Sežana
3.	Naziv	Tehnološki center za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvodnje, Liko Pris
	Naslov	Jamova 39, 1000 Ljubljana

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

V procesni industriji se srečujemo s paletto različnih procesov, ki jih večinoma obvladujemo s preprostejšimi regulatorji, kot je npr. PID regulator. Pri nekaterih zahtevnejših procesih pa lahko izboljšamo učinkovitost regulacije (tako za sledenje kot tudi za regulacijsko delovanje) z uporabo naprednejših regulacijskih metod. Med njimi sodijo prediktivni regulatorji, vnaprejšnje vodnje, multivariabilno vodenje itd. Na voljo je zelo obsežna znanstvena literatura s področja naprednih regulacijskih algoritmov, ki prikazuje očitne izboljšave učinkovitosti regulacijskega delovanja v primerjavi s klasičnimi pristopi (Maciejowski 2002; Seborg 1999; Takatsu & Itoh 1999; Babuska

& al., 2002; Johansen & Foss, 1999). Tudi na področju teorije ocenjevanja kvalitete regulacijskega delovanja je znanih mnogo objav (Qin 1998; Harris & Seppala 2001). Zaradi problemov kompleksnosti in potrebnega časa za izvedbo aplikacije je le majhen delež metod iz znanstvene literature neposredno uporaben v industrijski praksi na področju procesne industrije. Kljub večji učinkovitosti tako napredne regulacijske metode zelo počasi prodirajo v industrijsko prakso. Glavna razloga sta nepoučenost operaterjev in čas, ki je potreben za izbiro ustrezne regulacijske metode vključno z identifikacijo modela procesa in nastavitve parametrov regulatorja.

Obe oviri bi lahko nekoliko omilili z uporabo razvojnih orodij, ki bi omogočali enostavno eksperimentiranje na procesu in hitro preizkušanje naprednih regulacijskih metod. Cilj predlaganega projekta je tako bil izdelava razvojnega okolja, ki bo omogočalo eksperimentiranje na industrijskem objektu, samodejno izdelavo modela procesa, izbor različnih regulacijskih metod in ovrednotenje rezultatov. Orodja za uglaševanje regulacijskih zank so sicer na voljo na tržišču (VanDoren 2003; Gonzalez-Martin s sod. 2003), vendar so zaprta, draga in kompleksna, pogosto so tudi vezana na opremo proizvajalca. Večinoma so namenjena uglaševanju PID regulatorjev, medtem ko je podpora naprednim metodam vodenja zelo omejena.

V okviru projekta smo tako skušali zgraditi takšno razvojno okolje, ki bo omogočalo uporabniku izvajanje eksperimentov na procesu, kot tudi modeliranje procesa in nastavljanje parametrov izbranih regulatorjev. Prikaz predvidenih zaprtozanknih odzivov procesa in samodejno oblikovanje poročila naj bi dodatno zmanjšala potreben čas testiranja na posameznem procesu.

Pri izvedbi eksperimentiranja na procesu smo si zastavili cilj, da mora biti le-to dovolj enostavno in primerno za povprečnega operaterja v industriji. Oblika eksperimenta je tako ena od najenostavnejših: ročen ali samodejen premik procesa iz ene v drugo delovno točko, kjer oblika vhodnega signala ni v naprej določena. Zaradi frekvenčno revnega signala smo tako pri identifikaciji modela procesa uporabili dodatna filtriranja, uporabo instrumentalnih variabel in samodejno izbiro najprimernejšega modela procesa. Pri nastavljanju parametrov regulatorjev smo uporabili metode, ki so primerne za različne tipe osnovnih regulatorjev (I, P, PI, PID), kot tudi za prediktivne in multivariabilne regulatorje. Med temi metodami se je izkazala za eno od najbolj vsestranskih prav metoda večkratne integracije, ki je bila razvita na Odseku za sisteme in vodenje. Modularen pristop metode, vključno z možnostjo uporabe metode za sledilno in regulacijsko delovanje (objavljeno tudi v dveh člankih), se je izkazal kot zelo učinkovit. Med izvajanjem projekta smo razvili še eno metodo nastavljanja, ki pa temelji na enačenju odprtozanknega in zaprtozanknega odziva. Le-ta v večini primerov omogoča umirjeno regulacijo z relativno majhnimi spremembami vhodnega signala v proces. Prikaz zaprtozanknih odzivov in samodejno oblikovanje poročila, kjer ima uporabnik dostop do vseh ključnih podatkov, pa uporabniku olajšata odločitve glede izbora najbolj ustrezne metode.

V okviru projekta smo zgradili razvojno okolje za nastavljanje prediktivnih regulatorjev, multivariabilnih regulatorjev, vnaprejšnjega vodenja ter omogočili prikaz nelinearnosti procesa in učinkovitosti vodenja. Pri prediktivnih regulatorjih smo uporabili lastnost metode večkratne integracije, da enostavno izračuna karakteristične površine iz spremenjenega modela procesa (tokrat brez zakasnitve) in s tem izračuna parametre notranjega regulatorja. Pri multivariabilnih sistemih in pri vnaprejšnjem vodenju pa smo uporabili kompenzator, katerega vrednosti smo prav tako izračunali iz karakterističnih površin procesa (ki jih dobimo iz eksperimenta na procesu). Parametre regulatorja smo izračunali na osnovi spremenjenega procesa, ki je vseboval tudi kompenzator. Vse izračune pa smo lahko opravili na osnovi karakterističnih površin.

Na testnih procesih, tako na modelih procesov, laboratorijskih procesih in procesih v industriji, smo ugotovili naslednje: prediktorski regulatorji so primerni na procesih, ki vsebujejo čiste časovne zakasnitve, kot tudi na procesih, ki so dominantno tretjega ali višjih redov. Izboljšana učinkovitost se pozna tako na sledilnem, kot tudi na regulacijskem delovanju (tudi za procese višjih redov brez čiste zakasnitve). Multivariabilni regulatorji lahko izboljšajo učinkovitost regulacije v primerih interakcije med zankami. Zanimiva lastnost predlagane rešitve s kompenzatorjem pa je ta, da lahko uporabimo različna tipa regulatorja v obeh regulacijskih vejah. Le-to lahko pride prav v takih procesih, kjer se lastnosti posameznih zank zelo razlikujejo (npr. velika zakasnitev v eni od zank).

Projektni partnerji so imeli popoln dostop do programske kode. Zaradi dobrih rezultatov vodenja je v podjetju INEA že prenesen del programske kode v programsko okolje .NET, v katerem deluje tudi programsko orodje za načrtovanje regulacijskih zank IDR Blok.

Med izvajanjem projekta smo naleteli tudi na nekatere težave. Nekaj procesov v industriji je imelo zvezno-diskretni značaj in na njih nismo mogli preveriti razvojno okolje (ki je namenjeno zveznim procesom). V bodoče bi bilo koristno dodati tudi tovrstne procese, vendar pa se zavedamo, da bi to zahtevalo precejšnjo spremembo razvojnega okolja. V obdobju po končanju projekta nameravamo nekoliko izboljšati uporabniški vmesnik in dodati metode za nastavljanje parametrov regulatorjev za integrirne procese. Le-teh je v industriji kar nekaj, kar se je prav tako izkazalo med izvajanjem projekta. Pri integrirnih procesih namreč ne bo potrebna tako korenita sprememba razvojnega okolja.

M.L. Brisk (2004). Process Control: Potential Benefits and Wasted Opportunities, Proc. Asian Control Conference 2004, Melbourne, pp. 23-29.

D.B. Ender (1993). Process control performance: not as good as you think. Control engineering, Vol. 40, No. 10, pp. 180-190.

K. J. Astrom, T. Hagglund (1995). PID Controllers: Theory, Design and Tuning. Instrument Society of America, 2nd edition.

V. J. VanDoren (2003), "Loop Tuning Fundamentals". Control Engineering, July 2003, pp. 30-32.

R. Gonzalez-Martin, I. Lopez, F. Morilla, R. Pastor (2003), "Sintolab: the REPSOL-YPF PID tuning tool". Control Engineering Practice 11 (2003), 1469-1480. Jan Maciejowski (2002). Predictive Control with Constraints, Prentice Hall

D.E. Seborg (1999) A perspective on advanced strategies for proces control (revisited), In: Advances in Control, Highlights of ECC'99, P. M. Frank (Edt.), Springer-Verlag, London.

H. Takatsu, T. Itoh (1999) Future needs for control theory in industry – report of the control technology survey in Japanese industry, IEEE Trans. On control systems technology, Vol. 7, No. 3, 298-305.

R. Babuska, J. Oosterhoff, A. Oudshoorn, P.M. Bruijn (2002) Fuzzy self-tuning PI control of pH in fermentation, Engineering Applications of Artificial Intelligence 15(1), pp. 3-15.

T.A. Johansen, B. A. Foss (Eds.)(1999) Special edition on Multiple model approaches to modelling and control, International Journal of Control, Vol.72, No.7/8.

S.J. Qin (1998), Control Performance Monitoring - a Review and Assessment, Computers and Chemical Engineering, Vol. 23, pp. 173-186.

T.J. Harris, C.T. Seppala (2001), Recent Developments in Controller Performance Monitoring and Assessment Techniques. Chemical Process Control VI, January 2001, Tuscon, Arizona published A.I.ChE Symposium Series: Volume 98 2002, Ed. J.B. Rawlings, Babatunde Ogunnaike & John Eaton, pp. 208-222

D. Vrančić, S. Strmčnik, Đ. Juričić (2001), "A magnitude optimum multiple integration tuning method for filtered PID controller". Automatica 37 (2001), 1473-1479.

D. Vrančić, S. Gerškšič (2003), "Poročilo o pregledu klimatskih naprav v obratu Viva in uglaševanju parametrov regulatorjev v podjetju Lek, d.d.". Delovno poročilo DP-8823, Institut Jožef Stefan, september 2003.

S. Gerškšič, J. Kocijan, S. Strmčnik, G. Dolanc, D. Vrančić, I. Škrjanc, S. Blažič, M. Božiček, Z. Marinšek, M.B. Hadjiski, K. Boshnakov, R. King, A. Stathaki (2003), "ASPECT : industrial self-tuning nonlinear controller on a PLC". Proc. IEEE EUROCON 2003, Piscataway : IEEE, 357-361.

S. Lumbar, D. Vrančić, S. Strmčnik, Stanko (2007), "Comparative study of decay rations of disturbance-rejection magnitude optimum method for PI controllers". ISA trans., 2007, vol. 47, no. 1, str. 94-100.

D. Vrančić, R. Gorez, S. Strmčnik (2008), "Equalisation tuning method". V: UKACC 2008, International Conference on Control, September 2-4, 2008, Manchester, UK. Proceedings. Manchester: The University of Manchester.

D. Vrančić, S. Strmčnik, J. Kocijan, P. B. Moura Oliveira (2010), "Improving disturbance rejection of PID controllers by means of the magnitude optimum method". ISA trans., 2010, vol. 49, no. 1, str. 47-56.

I. Steiner, G. Puh (2009), "Prenos programske kode PID tunerja v programsko okolje .NET", Delovno poročilo INEA-DP-88/2009, INEA, Ljubljana, 2009.

D. Vrančič, S. Gerksič, B. Pregelj (2010), "Opis delovanja programskega paketa RaPro Tuner", Delovno poročilo DP-10448, Institut Jožef Stefan, Ljubljana.
 D. Vrančič, S. Gerksič (2010), "Testiranje programskega paketa RaPro Tuner", Delovno poročilo DP-10449, Institut Jožef Stefan, Ljubljana.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Glede na zastavljene cilje in dosežene rezultate sklepamo, da smo projekt uspešno realizirali. Pri izvedbi projekta smo se srečali z nekaterimi izzivi, ki smo jih uspešno rešili. Med njimi lahko naštejemo neučinkovito identifikacijo parametrov procesa, težaven izračun kompenzatorjev pri vnaprejšnjem in parametrov regulatorja pri multivariabilnem vodenju, samodejno nastavljanje parametrov PFC regulatorja ter nastavljanje regulatorjev za regulacijsko delovanje in zmanjšanje aktivnosti regulatorja pri zaprtozančnem vodenju.

Pri identifikaciji parametrov regulatorja smo uporabili kombinacijo filtriranja in uporabe instrumentalnih variabel. Ta koncept se je izkazal za zelo robustnega v praksi. Pri vnaprejšnjem krmiljenju in multivariabilnem regulatorju smo uporabili metodo površin na inovativen način za izračun kompenzatorjev. Izkaže se, da je ta pristop precej manj občutljiv na tip prenosne funkcije procesa. Pri multivariabilnem regulatorju smo prav tako spremenili način izračuna regulatorjev za spremenjen proces (zaradi dodatka kompenzatorjev) neposredno iz površin, kar je znatno poenostavilo postopek izračuna. Pri prediktivnih regulatorjih smo ugotovili, da obstaja povezava med PFC regulatorjem in Smithovim prediktorjem (v primeru idealnega modela procesa) in tako določili razmerja med parametri obeh regulatorjev. Pri nastavljanju regulatorjev za regulacijsko delovanje smo delno spremenili kriterij po katerem izračunavamo parametre regulatorja in tako omogočili izračun parametrov z uporabo metode površin. Pristop se je izkazal za posebej učinkovitega pri procesih nižjega reda. Za zmanjšanje aktivnosti regulatorja smo razvili inovativno metodo nastavljanja, ki temelji na enačenju odprtozančnega in zaprtozančnega odziva.

Ideje in rezultati, ki so nastali ob izvajanju projekta, so vzpodbudili podjetje INEA (sofinancer), da je prenesla del rešitev v lastno razvojno okolje .NET, ki ga uporabljajo pri programskem okolju za načrtovanje vodenja IDR Blok.

Med izvajanjem projekta smo tudi načrtali novo metodo za nastavljanje integrirnih procesov (ki prav tako temelji na metodi večkratne integracije), kot tudi zanimivo rešitev povratne izvedbe kompenzatorja pri multivariabilnih regulatorjih, ki bi še dodatno poenostavila nastavljanje diagonalnih regulatorjev. V bodoče bi kazalo obe metodi vključiti v okolje za hitro preizkušanje naprednih regulacijskih metod.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

--

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	Primerjalna študija odzivov procesa pri uporabi metode večkratne integracije za izkrmiljenje motenj za PI regulatorje
		Comparative study of decay ratios of disturbance-rejection magnitude optimum method for PI controllers

	Opis	SLO	V članku je predstavljena primerjalna študija različnih metod nastavljanja parametrov PI regulatorjev za regulacijsko delovanje. Ugotovljeno je, da daje metoda večkratne integracije najbolj enakomerne odzive (stopnje dušenja) za različne tipe procesov, kljub temu, da so nekatere primerjalne metode prav namenjene doseganju čim bolj enakomernih odzivov. Rezultat je bil presenetljiv zaradi tega, ker je nekoliko ovrgel prepričanja, da "točka največje občutljivosti" določa obliko zaprtozančnega odziva.
		ANG	The paper presents comparative study of several tuning methods for PI controllers aimed at improving disturbance rejection properties. The results showed that Multiple integration method results in the most consistent decay ratios for different types of processes. This result was unexpected, since some methods which are aimed at achieving similar closed-loop responses (e.g. method based on selecting maximum sensitivity) were not so successful.
	Objavljeno v	ISA transactions	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	21338663	
2.	Naslov	SLO	Povratnozančno delovanje pri prediktivni regulaciji: eksperimentalna študija
		ANG	Feedback action in predictive control : an experimental case study
	Opis	SLO	Članek opisuje primer uporabe prediktivnega regulatorja za nizkonivojsko regulacijo sistema z dvema vhodoma in dvema izhodoma ter primerjavo s klasično izvedbo vodenja z dvema PID zankama. Prediktivni regulator je prirejen za netipično uporabo v nizkonivojski regulaciji, pri čemer je poseben poudarek na obravnavi motenj in analizi robustnosti. Ugotovili smo, da je povratnozančno delovanje klasičnega prediktivnega regulatorja z modelom stopničaste izhodne motnje manj učinkovito kot pri PID shemi, medtem ko pri prediktivnem regulatorju s Kalmanovim filtrom dosežemo učinkovitejše delovanje.
		ANG	The paper describes the usage of predictive controller for low-level control of two-inputs and two-outputs process and comparison with classical two PID control loops. The predictive controller is used for low-level control, where the main emphasis is disturbance rejection performance and robustness. The main results are the following: the closed-loop performance of the classical predictive controller is less efficient than of the PID controller, while it becomes more efficient when using predictive controller with Kalman filter.
	Objavljeno v	Control engineering practice	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	20987943		
3.	Naslov	SLO	Izboljšanje učinkovitosti izkrmiljenja motenj pri uporabi metode amplitudnega optimuma za PID regulatorje
		ANG	Improving disturbance rejection of PID controllers by means of the magnitude optimum method
	Opis	SLO	V članku je opisan način modifikacije obstoječe metode amplitudnega optimuma, da postane uporabna tudi za izkrmiljenje motenj. Modifikacijo metode smo preizkusili na PID regulatorju. Za izračun parametrov regulatorjev je potrebno uporabiti ustrezno optimizacijsko metodo. Rezultati poizkusov so pokazali, da lahko znatno izboljšamo učinkovitost izkrmiljenja motenj, še posebej za procese nižjega reda.
		ANG	The paper gives modification of standard magnitude optimum criterion for controller tuning in order to increase disturbance rejection performance. The method was applied to PID types of controllers. Calculating of controller parameters requires usage of optimisation methods. Results of experiments showed that disturbance rejection efficiency can be considerably increased, especially for lower-order processes.
	Objavljeno v	ISA transactions	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	23246887		
4.	Naslov	SLO	MOMI nastavitvena metoda za integrirne procese
		ANG	MOMI tuning method for integral processess

Opis	SLO	V referatu je predstavljena metoda za nastavljanje parametrov PID regulatorjev za integrirne procese. V splošnem je namreč metoda amplitudnega optimuma uporabna samo za neintegrirne procese. S spremembo strukture PID regulatorja pa smo to metodo razširili tudi na integrirne procese. Metoda je bila uspešno preizkušena tudi na nekaterih laboratorijskih modelih procesov. Pričakujemo, da bomo s to metodo uspešno vodili integrirne procese in s tem izboljšali učinkovitost regulacije.
	ANG	It is known that MOMI tuning method is not suitable for controlling integral processes when using one-degree of freedom (1-DOF) PI controllers, since the magnitude optimum (MO) criteria cannot be met. In this paper it is shown that the MO criteria can be satisfied by using 2-DOF PI controllers. Simplicity and efficiency of the method is demonstrated on several process models and on one hydraulic laboratory plant.
Objavljeno v	8th Portuguese Conference on Automatic Control, 21-23 July 2008, Vila Real, Portugal.	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	21906727	
5. Naslov	SLO	Metoda nastavljanja na osnovi enačenja odzivov
	ANG	Equalisation tuning method
Opis	SLO	V referatu je predstavljena popolnoma nova metoda nastavljanja regulatorjev, ki temelji na enačenju odprtozanka in zaprtzanka sistema. Prednost metode je v tem, da ne potrebuje nobenih dodatnih podatkov za izračun parametrov regulatorja (ni odvisna od tipa ali linearnosti regulatorja) in temelji samo na spremembi delovne točke procesa, ki ga izvede operater. Metoda ni zelo občutljiva na šum.
	ANG	The paper presents a novel tuning method for different types of controllers. The main advantage of Equalisation Tuning method is that it does not require any additional data from the operator except the measurement of the process steady-state change in an open-loop experiment. The equalisation method is also relatively insensitive to process output noise. Simplicity and efficiency of the method is demonstrated on several process models and on a hydraulic laboratory plant.
Objavljeno v	International Conference on Control, September 2-4, 2008, Manchester, UK	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	21982247	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1. Naslov	SLO	Okolje za ugaševanje PID regulatorja z mehkim razporejanjem parametrov
	ANG	Environment for tuning of a fuzzy-parameter-scheduling PID controller
Opis	SLO	V prispevku je opisano okolje za ugaševanje PID regulatorja z mehkim razporejanjem parametrov. To okolje je namenjeno podpori izvedbe in ugaševanju praktično uporabne različice nelinearnega vodenja v industrijskih razmerah. Okolje omogoča avtomatizirano ugaševanje lokalnih regulatorjev, hkrati pa lahko uporabnik posreduje v vseh korakih postopka uglasitve.
	ANG	The paper presents the control environment for tuning PID controllers with fuzzy parameter scheduling. It supports control engineer/operator in tuning controller for non-linear industrial processes. The environment automatically tunes local controllers, while user can interact in all the tuning phases.
Šifra	B.06 Drugo	
Objavljeno v	Zbornik pete konference Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu, 11. in 12. april 2007, Maribor, Slovenija.	
Tipologija	1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	20696359	
2. Naslov	SLO	Primerjava različnih pristopov pri nastavljanju PID regulatorjev
	ANG	Comparing several approaches to the PID control design
	V prispevku je podana primerjava različnih metod in pristopov za	

Opis	SLO	nastavljanje PID regulatorjev. Najbolj zanimiva in uporabna je metoda, kjer navidezno skušamo odstraniti integrirni del regulatorja v zaprtozančni regulaciji. Le-tega pa implicitno dodamo prek filtra iz izhoda procesa. Na ta način lahko hkrati rešimo tudi zaščito pred integralskim pobegom, kar je v praksi zelo pomembno, ker s tem znatno skrajšamo čas, ki je potreben, da proces pride v novo delovno točko.
	ANG	The paper presents comparison of different tuning methods for PID controllers. One of the most interesting methods does not include explicit integrator in the closed-loop configuration, but implicitly through the filter from the process output. This solution elegantly solves anti-windup protection, which is important in practice due to reduced settling time.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
Objavljeno v	Proceedings of the 16th International Conference Process Control 2007 : Štrbské Pleso, High Tatras, Slovakia June 11-14, 2007.	
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	20949287	
3. Naslov	SLO	Testiranje uglaševanja zank na pilotnem procesu
	ANG	Testing of tuning algorithms on pilot process
Opis	SLO	V poročilu so predstavljeni rezultati testiranja naprednih metod vodenja v podjetju Color Medvode. Opravljen so bile meritve na nekoliko zakasnjem procesu, da je bilo možno tudi primerjati odzive prediktorskih regulatorjev. Ugotovitev je bila, da prediktorski regulatorji lahko vodijo procese učinkoviteje od običajnih regulatorjev (npr. PID).
	ANG	The report shows measurements and testing of advanced control methods in Color Medvode. The measurements were performed on delayed process in order to compare responses of different controllers (including predictors). The results showed that predictive controllers, on such processes, can be used more efficiently.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	Delovno poročilo - Instiutut Jožef Stefan, Ljubljana	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS.SI-ID	22283559	
4. Naslov	SLO	Preizkus metode enačenja na različnih procesih
	ANG	Testing of equalisation method
Opis	SLO	V poročilu je podan preizkus metode enačenja na številnih modelih procesov in laboratorijskih modelnih napravah. Omenjeno metodo smo preizkusili na približno desetih modelnih napravah in s tem pokrili široko paleto procesov, ki jih srečamo v industriji. Rezultati so pokazali izjemno učinkovitost metode kljub nelinearnostim, šumom in motnjam v procesih. Prednost metode je, da je izjemno enostavna za implementacijo v praksi in da poskus na procesu implicitno določa želen zaprtozančen odziv.
	ANG	The report is testing the equalisation method on several process models and on about ten laboratory set-ups. The tested processes cover wide spectrum of industrial processes. Results of experiments showed high efficiency of the method also for non-linear and noisy processes. The advantage of the method is that it is very simple for implementation in practice and that the closed-loop response is implicitly defined by the experiment.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	IJS delovno poročilo	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS.SI-ID	23149351	
5. Naslov	SLO	Zmanjšanje oscilacij v sistemu vodenja
	ANG	Reducing oscillations in a control system
Opis	SLO	V patentu je opisan postopek zmanjšanja oscilacij v sistemu vodenja, kjer imamo na voljo zgolj izhodni signal regulatorja. Le-to pride v poštev takrat, ko želimo tovrsten sistem vgraditi v izvršni člen. Učinkovitost rešitve je bila testirana tako v laboratoriju, kot na testni progi v podjetju Danfoss Trata,

		d.o.o.
	ANG	The patent describes a procedure for reducing oscillations in control systems, where only controller output signal is available. Such system can be used inside actuators. The efficiency of the solution has been tested in a laboratory and on a test-bench in Danfoss Trata, d.o.o.
Šifra	F.32	Mednarodni patent
Objavljeno v	PETROVČIČ, Janko, VRANČIČ, Damir. Reducing oscillations in a control system : patentna prijava PA 2008 01591. Taastrup: Danish Patent Office, 17. Nov. 2008. [COBISS.SI-ID 22631463]	
Tipologija	2.23	Patentna prijava
COBISS.SI-ID	22631463	

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Med izvajanjem projekta je prišlo do veliko novih idej in rešitev. Med najbolj pomembne lahko štejemo izboljšanje učinkovitosti regulacijskega delovanja za različne tipe regulatorjev (PID, prediktivni in multivariabilni), razvoj metode nastavljanja parametrov regulatorjev za integrirne procese ter nova metoda nastavljanja parametrov regulatorjev, ki temelji na principu enačenja odprtozančnega in zaprtozančnega odziva.

Pri metodi za izboljšanje učinkovitosti regulacijskega delovanja regulatorjev smo nekoliko spremenili originalni optimizacijski kriterij amplitudnega optimuma. Kriterij amplitudnega optimuma (oziroma metoda večkratne integracije) namreč optimizira sledilno in ne regulacijsko delovanje zaprtozančnega sistema. S spremembo smo dosegli znatno izboljšanje regulacijskega delovanja sistemov. Največja izboljšanja smo dosegli pri procesih, ki so dominantno nižjega reda. Metodo lahko uporabimo tako na modelu procesa, kot tudi na časovnem odzivu (z uporabo večkratne integracije).

Nova metoda za nastavljanje parametrov regulatorjev za integrirne procese temelji na spremembi strukture regulatorja. Z ustrezno spremembo strukture regulatorja namreč lahko zadostimo pogojem amplitudne optimalnosti tudi za integrirne procese. S to metodo tako dodatno razširimo paleto procesov za katere lahko uporabimo metodo večkratne integracije. Postopek lahko, tako kot pri prejšnji metodi, uporabimo na modelu procesa ali neposredno na časovnih odzivih.

Pri novi metodi za nastavljanje parametrov, ki temelji na principu enačenja, smo poskusili v čim večji meri poenostaviti postopek eksperimentiranja in predhodnega znanja operaterja, hkrati pa čim bolj zmanjšati aktivnost regulatorja. Glavni cilj je bil približati zaprtozančno delovanje regulatorje tistemu pri odprtozančnem poizkusu. Lastnosti predlagane metode so enostavnost izvedbe poizkusa (kjer operater implicitno nakaže zelen zaprtozančni odziv) in majhna občutljivost metode na motnje, šume ter nelinearnosti v procesu.

V vseh treh naštetih področjih pričakujemo nadaljevanje raziskovanja in publiciranja.

ANG

The project generated many new ideas and solutions. Among the most significant are method for improving control performance for various types of controllers (PID, predictive and multivariable), innovative tuning method for integrating processes and a new equalisation tuning method.

Method for improving control performance is based on modification of magnitude optimum criterion. Namely, the original magnitude optimum criterion optimises tracking instead of control performance. By suitable modification of the criterion, the control performance was considerably improved, especially for dominantly lower-order processes. The method can be used on process models or directly on measurements in time-domain.

A new method for integrating processes is based on changing the controller structure, since, for such processes, the amplitude optimum criterion cannot be directly applied on "schoolbook" controllers. This tuning method additionally extends the palette of processes which can be controlled by MOMI (magnitude optimum multiple integration) method. Similar, as for the previous method, it can be used on process models or on measurements in time-domain.

The new "equalisation" method is additionally simplifying the experiment procedure and reducing controller output activity. The main goal was to equalise the open-loop and the closed-loop process response. The main characteristics of the method are simple experiment (where operator implicitly defines desired closed-loop response) and low sensitivity to disturbances, noise and nonlinearity in the process.

The continuation of research and publications are expected in all three areas.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Eden od glavnih ciljev projekta je razvoj okolja za hitro preizkušanje naprednih algoritmov vodenja. Med slednjimi smo izbrali prediktivne regulatorje (Smithov prediktor in PFC regulator), regulator z vnaprejšnjim vodenjem in multivariabilni regulator. Izbrani regulatorji, skupaj s klasičnimi I, P, PI in PID regulatorji (ki so prav tako del razvojnega okolja) pokrivajo skoraj vse možne zvezne regulacijske sisteme, ki se pojavljajo v industriji.

Prednosti uporabe razvojnega okolja so znatno zmanjšanje potrebnega časa za nastavljanje regulatorjev in preizkus naprednih algoritmov, s tem pa zmanjšanje stroškov, ki so s tem povezani. Pri uporabi razvojnega okolja pričakujemo:

- skrajšanje časa, ki je potreben za izbiro primerne tipa regulacijske zanke,
- skrajšanje časa, ki je potreben za nastavljanje parametrov izbranih regulatorjev,
- izboljšanje kvalitete in učinkovitosti zaprtozančnega vodenja, s tem posredno pa tudi kvalitete proizvodnje, ter
- zmanjšanje števila in časa izpadov proizvodnje zaradi boljše uglasenosti regulacijskih zank.

Zmanjšanje stroškov je odvisno od značilnosti posamezne regulacijske zanke, iz tujih izkušenj pa pričakujemo okrog 15% zmanjšanje stroškov proizvodnje (glede na trenutno optimiranost proizvodnje).

ANG

The main goal of the project is development of rapid prototyping environment for advanced control methods. The selected methods are predictive controllers (Smith predictors and PFC), feed-forward control (compensation of disturbances), and multivariable controllers. Selected controllers including classical I, P, PI and PID controllers (which are also part of rapid prototyping environment) are covering vast majority of continuous control systems in industry.

The main advantages of the program package are reduced time for tuning and testing advanced controllers and therefore personnel costs. Expected are:

- reduced time for selection of appropriate controller type in control loop
- reduced time for tuning controller parameters
- improved control quality and therefore production quality
- reduction of maintenance costs and time due to better control quality

Reduction of production costs is expected to be up to 15% (depends on the current optimisation level).

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem 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	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<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 type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<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
	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 bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
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	

F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

--

11. Samo za aplikativne projekte!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input 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

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer		Inea d.o.o.	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		7.028,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		5,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Programsko orodje za hitro preizkušanje naprednih algoritmov vodenja v industrijskem okolju	F.08
		2.	Prenos programske kode PID tunerja v programsko okolje .NET	F.08
		3.	Modifikacije metode nastavljanja PID regulatorjev za izkrmiljenje motenj	A.01
		4.		
		5.		
		Komentar	<p>Za INEO so najpomembnejši rezultati projekta razvoj programskega okolja za hitro preizkušanje naprednih algoritmov vodenja in modificirana metoda nastavljanja parametrov regulatorjev za regulacijsko delovanje. INEA načrtuje in izvaja vodenje regulacijskih zank na različnih procesih v industriji in drugod. V nekaterih zahtevnejših aplikacijah je potrebno uporabiti nekatere naprednejše algoritme vodenja. Razvit programski paket nam skrajša postopek nastavljanja zahtevnejših procesov. Zaradi uporabnosti samega orodja smo se odločili nekatere segmente prenesti v naše lastno okolje za načrtovanje regulacijskih zank (IDR blok).</p> <p>Izvedba projekta je v letu 2009 potekala v skladu s planiranimi aktivnostmi, kjer so bili razviti še algoritmi za indikacijo nelinearnosti procesov in izvedba postopka za ovrednotenje rezultatov vodenja. Za INEO so bili cilji projekta doseženi.</p>	
	Ocena	<p>Rezultati projekta so, zaradi narave dela v podjetju, pomembni. Razvito programsko okolje in algoritmi vodenja nam skrajšajo čas, ki je potreben za načrtovanje posamezne regulacijske zanke. To se pozna v učinkovitosti posameznega načrtovalca, kot tudi v manjših stroških. Za stranko je namreč pomembno to, da lahko čim prej vidi učinek vodenja z uporabo naprednejših algoritmov vodenja. S prenosom dela algoritmov v naše lastno okolje za načrtovanje regulacijskih zank pa pričakujemo dodatne sinergijske učinke projekta.</p>		
2.	Sofinancer		Mitol d.d.	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		7.028,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		5,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Programski paket za hitro preizkušanje naprednih algoritmov vodenja	F.08
		2.	Testiranje in preizkus metode enačenja	F.01
		3.		
	4.			

	5.		
Komentar	<p>V letu 2009 je bilo delo v skladu s planom. Dosedanji rezultati testiranja so pokazali, da je lahko vodenje bolj učinkovito z uporabo nekaterih naprednejših metod. Najboljša lastnost razvitega programa pa je ta, da omogoča hiter pregled delovanja zank in hitro nastavljanje regulatorjev. To je za Mitol še posebej pomembno zaradi velikega števila v svoje tehnološke procese vgrajenih regulacijskih zank.</p> <p>Metoda enačenja je zanimiva zaradi izredno enostavnega postopka nastavljanja in lahko uporabna v proizvodnji, kjer so odzivi procesa hitrejši.</p> <p>Izjavljamo, da smo z rezultati projekta zadovoljni in dajemo pozitivno mnenje.</p>		
Ocena	<p>Za Mitol so rezultati projekta pomembni iz večih plati. Razvit program namreč omogoča samodejno nastavljanje parametrov različnih regulatorjev, pospeši postopek nastavljanja in testiranja regulatorjev in omogoča spremljanje in dokumentiranje delovanja regulacijskih zank. Le-to omogoča optimizacijo proizvodnje, kar tudi pomeni finančne prihranke. Zaradi učinkovitejšega zaprtostančnega vodenja pa pričakujemo tudi zvišanje kvalitete proizvodnje.</p>		
3.	Sofinancer	Tehnološki center za avtomatizacijo, robotizacijo in informatizacijo proizvo	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	21.083,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	15,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Izvedba prototipa programskega paketa za hitro preizkušanje naprednih algoritmov vodenja	F.08
	2.	Izboljšanje nastavljanja PID tipov regulatorjev na motnje v procesu	A.01
	3.	Preizkus metode enačenja na modelih procesov in laboratorijskih modelnih napravah	F.01
	4.		
	5.		
Komentar	<p>Rezultati preizkušanj na modelnih laboratorijskih napravah ter industrijskih procesih kažejo na to, da so vključeni algoritmi vodenja učinkoviti tako na papirju, kot tudi v praksi. Glede na različne tipe procesov in vodenja, ki jih srečujemo v naših projektih menimo, da bomo z razvitim okoljem za preizkušanje uspeli izboljšati vodenje večjega deleža procesov z zveznimi merilnimi in izvršnimi členi. Razvit programski paket tudi omogoča veliko hitrejšo implementacijo naprednejših metod vodenja, kot po običajni poti. Za preizkušanje pa potrebujemo delujočo OPC povezavo, kar je praktično standard v industrijskih aplikacijah. Glede na rezultate preizkušanj terenu menimo, da so bila opravljena dela v skladu s planom projekta in dajemo pozitivno mnenje o projektu.</p> <p>Manjše spremembe uporabniškega vmesnika, ki so bile izvedene med izvajanjem projekta, so bile po našem mnenju koristne. Kljub temu pa bi razvijalcem svetovali izdelavo še nekoliko bolj intuitivnega uporabniškega vmesnika (posebej v primeru, če bi se odločili za razvoj tržne inačice programskega paketa).</p>		
Ocena	<p>Razviti programski paket, vključno z algoritmi, nam daje dobro osnovo za uporabo v različnih aplikacijah, kjer imamo opravka z zveznimi merilnimi in izvršnimi členi. Izboljšave so najbolj vidne pri procesih z večjo zakasnitvijo in procesih, ki vsebujejo medsebojne interakcije. Najpomembnejši rezultat projekta je skrajšanje časa za izvedbo študij in projektov vodenja, kar so</p>		

	glavne dejavnosti Centra. Zaradi tega pričakujemo tudi zmanjšanje stroškov pri izvedbi projektov. Po drugi strani pa z izboljšanjem kvalitete vodenja pričakujemo tudi zvečanje števila naročnikov (projektov). Rezultati projekta bodo pozitivno vplivali na poslovanje Centra.
--	--

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, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> 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:

Damir Vrančič	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

23.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/150

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta 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. [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/prepišite 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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a

4B-CA-38-29-CF-B5-72-2B-3B-F7-B7-32-1C-2E-58-4C-AE-B2-FD-94