

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/238



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2157
Naslov projekta	Modeliranje in vodenje čistilnih naprav za izboljšanje kvalitete iztoka in energetske učinkovito obratovanje
Vodja projekta	19031 Darko Vrečko
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.06 Sistemi in kibernetika
Družbeno-ekonomski cilj	02. Okolje

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.02
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

V projektu smo se ukvarjali predvsem z iskanjem možnosti za izboljšavo delovanja Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CCND). Za ta namen so bili načrtani matematični modeli linije blata, linije vode in model celotne CCND v programskem paketu GPS-X. Matematični modeli se relativno dobro ujemajo z dnevno povprečnimi meritvami na realni napravi. Z modeli

smo naredili vrsto simulacijskih študij na osnovi katerih so bili predlagani različni ukrepi za izboljšanje delovanja CČND, kot so uvedba obtoka prve biološke stopnje linije vode, povečanje pretoka pregnitega blata v liniji blata, itd. Z matematičnim modelom je bila narejena tudi preverba delovanja nadgradnje CČND s sekvenčno čistilno napravo (SČN), s katero se želi doseči učinkovito čiščenje dušikovih komponent. Nekateri ukrepi, ki so bili predlagani na osnovi uporabe matematičnega modela, so se testirali tudi na napravi. Testi kažejo, da se z delnim obtokom prve biološke stopnje v liniji vode izboljša kvaliteta biomase v drugi biološki stopnji, s čimer se izboljša kvaliteta iztoka. S povečanjem pretoka pregnitega blata v liniji blata se zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico bolj ekonomično obratovanje naprave. Preverba delovanja nadgradnje naprave je pokazala, da je potrebno uporabiti večje volumne reakcijskih bazenov, od tistih, ki so bili predvideni v idejni zasnovi. Preverba delovanja nadgradnje naprave je zelo pomembna, saj nadgradnja predstavlja več kot 10 milijonov EUR vredno investicijo. Na projektu so potekale tudi aktivnosti, ki so bile bolj teoretično naravnane in so prispevale k razvoju znanosti na več področjih. Sodelovali smo pri razvoju metodologije za ocenjevanje delovanja čistilnih naprav z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov. Na pilotni napravi CČND je bila narejena primerjava prediktivne regulacije amonijevega dušika s PI regulacijo in vodenjem z upoštevanjem motnje. Na podatkih iz CČND smo preizkusili postopek odkrivanja informacij, ki lahko služi kot pomoč upravljavcem za podporo odločanju. Sodelovali smo tudi pri razvoju študijskih modelov čistilne naprave, ki jih uporablja veliko različnih institucij po svetu, predvsem za izobraževanje in raziskave.

ANG

The goal of this project was to improve the operation of the Domžale-Kamnik wastewater treatment plant (WWTP). For this purpose, mathematical models of the sludge line, water line and the entire Domžale-Kamnik WWTP have been built by using the GPS-X software. The mathematical models show a relatively good agreement with the real-plant daily average measurements. The models were used to perform several simulation scenarios. Based on these scenarios various measures were proposed to improve the operation of the Domžale-Kamnik WWTP, such as introducing the bypass of the first biological stage in the water line, increasing the digested sludge flow rate in the sludge line, etc. Mathematical model was also used to verify the operation of the sequencing batch reactor for upgrading the Domžale-Kamnik WWTP that will provide successful removal of nitrogen compounds. Some of the proposed measures were also tested in the real plant. Testing in the plant shows that the partial bypass of the first biological stage improves the quality of the biomass in the second biological stage and consequently the effluent quality. By increasing the digested flow rate in the sludge line reduces the amount of the sludge, which is returned to the water line, which reduces the plant load and consequently operation costs of the plant. Verification of the plant upgrading shows that larger volumes of the reaction tanks, from those suggested in the conceptual design have to be used. Verification of the plant upgrading is very important since upgrading of the plant represents investment costs of more than 10 million EUR. Some activities that were more theoretically oriented were also carried out in the project. These activities contributed to the development of science in several areas. We participated in the development of methodologies for determining the operating strategies for bio-chemical, wastewater treatment plants considering process uncertainty and multiple steady states. A comparison of the model predictive control of ammonia nitrogen in the pilot plant of the Domžale-Kamnik WWTP with the results of the feedforward and PI controllers were also made. We have applied the knowledge discovery procedure, which can be helpful for decision support on the data measured in Domžale-Kamnik WWTP. We also participated in the definition of the wastewater treatment benchmark simulation models, which are used by many institutions around the world for education and research.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

V projektu smo se ukvarjali predvsem z iskanjem možnosti za izboljšavo delovanja Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND) in s preverbo delovanja nadgradnje naprave z uporabo matematičnih modelov in simulacij.

Analiza možnosti za izboljšanje delovanja linije blata CČND z uporabo matematičnega modela. Preveriti smo želeli ali je možno s spremembo pretokov in/ali volumnov gnilišč doseči izboljšanje obratovanja linije blata. V linijo blata CČND se črpa blato iz zgoščevalnika blata, v katerega se steka blato, ki se odstrani v mehanski stopnji in tisto, ki se vrača iz bioloških stopenj naprave. Blato se izmenično črpa enkrat v stari in drugič v novi gnilišči, ki sta sestavljeni iz primarnega in sekundarnega gnilišča. V vseh štirih gniliščih poteka anaerobna obdelava blata pri temperaturi okoli 35 oC. Pregnito blato se iz sekundarnih gnilišč črpa

nekajkrat na teden v manjši bazen pregnitega blata, od tam pa na dehidracijo oziroma centrifugo. Dehidrirano blato, ki pri tem nastaja, se odvaža na deponijo, tekoči del oziroma filtrat pa se izliva v zadrževalni bazen. V zadrževalni bazen se izlivajo tudi prelivi blata iz gnilišč oziroma blatnenica. Iz zadrževalnega bazena se blato vrača nazaj na mehansko stopnjo naprave. Pri anaerobni obdelavi blata v gniliščih nastaja bioplina, ki se shranjuje v plinohramu. Bioplina se uporablja za ogrevanje gnilišč in za proizvodnjo električne energije s plinskima motorjema. Model linije blata smo načrtali v paketu GPS-X. Nekatere stehiometrične parametre v modelu dotoka blata smo pustili na prednastavljenih vrednostih, druge parametre pa smo ročno popravili tako, da smo dosegli ujemanje z meritvami na dotoku blata. Z načrtanim modelom linije blata CČND smo v ustaljenem stanju dosegli relativno dobro ujemanje z meritvami. Večje odstopanje modela od izmerjenih vrednosti smo dobili samo pri koncentraciji neraztopljenih snovi v blatnenici zaradi nepopolnega mešanja anaerobnih reaktorjev. Z modelom smo izvedli več simulacijskih scenarijev. Rezultati simulacij kažejo, da so volumni anaerobnih reaktorjev dovolj veliki za uspešno proizvodnjo bioplina tudi pri večji obremenitvi. Proizvodnjo bioplina bi bilo mogoče povečati s povečanjem temperature gnilišč na 55 oC. Obdelavo blata pa bi bilo mogoče izboljšati z optimiranjem razmerja blata, ki gre na proces dehidracije in ki se vrača na biološko stopnjo naprave.

Analiza možnosti izboljšanja delovanja linije vode CČND z uporabo matematičnega modela. Želeli smo ugotoviti, ali bi bilo mogoče z manjšimi posegi v obstoječo napravo znižati koncentracije dušikovih spojin na iztoku. Matematični model linije vode CČND je bil izdelan v paketu GPS-X. Model upošteva le eno linijo aerobnega reaktorja in usedalnika za vsako stopnjo. Z modelom smo dosegli delno ujemanje z dnevno povprečnimi meritvami. Slabše ujemanje koncentracij neraztopljenih snovi ter amonijevega in skupnega dušika je bila verjetno posledica izplavljanja ter denitrifikacije v usedalnikih, česar model ne upošteva. Z modelom smo izvedli različne simulacijske analize. Poizkusili smo, kako se model obnaša pri različnih deležih obtoka, nižji koncentraciji kisika v prezračevalnih bazenih, spremenjenem pretoku odvečnega blata iz usedalnikov in dodatnem reciklu iz druge v prvo biološko stopnjo. Simulacije kažejo, da naprava najbolje deluje pri 30 % obtoku, ki zniža amonijev dušik za 22 % pri tem pa koncentracija skupnega dušika ostane enaka. Znižanje koncentracije kisika na 1 mg/L v obeh prezračevalnih reaktorjih povzročita znižanje povprečne koncentracije skupnega dušika za 12 %, vendar je pri tem povprečna koncentracija amonijevega dušika višja za 24 %. Povečanje pretoka odvečnega blata iz prvega usedalnika na 160 m³/dan in znižanje iz drugega usedalnika na 25 m³/dan povzročita znižanje amonijevega dušika za 5 % in skupnega dušika za 9 %. Vpeljava dodatnega recikla zmanjša skupni dušik v povprečju do 27 %. Takšna konfiguracija pa slabo deluje pri nizkih temperaturah, saj se v tem primeru koncentracija amonijevega dušika nekajkrat poveča. Na osnovi testiranja na realni napravi se kaže, da delni obtok prve biološke stopnje v liniji vode izboljša kvaliteto biomase v drugi biološki stopnji in s tem kvaliteto iztoka.

Razvoj matematičnega modela celotne CČND in uporaba modela za analizo možnosti zmanjšanja vpliva linije blata na linijo vode. Načrtan je bil matematični model celotne CČND v programskem paketu GPS-X. Pomemben doprinos tega modela je zlasti sočasna obravnava linije vode in linije blata ter njunih medsebojnih vplivov. Model se relativno dobro ujema z dnevno povprečnimi meritvami na realni napravi. Model se na CČND uporablja za izvajanje različnih simulacijskih študij za izboljšanje delovanja naprave. Z modelom je bila narejena analiza možnosti zmanjšanja vpliva linije blata na linijo vode v CČND. Simulacijske analize pretoka pregnitega blata so pokazale, da pri delovanju brez blatnenice dosežemo za okoli 6 % boljše odstranjevanje organskih snovi v gniliščih, količina dehidriranega blata pa se pri tem poveča le za 5 %. Pri tem se količina blata, ki se vrača nazaj na linijo vode zmanjša za okoli 86 %, količina amonijevega dušika za 17 %, proizvodnja bioplina pa se zmanjša za okoli 6 %. Največjo proizvodnjo bioplina se po modelu doseže pri pretoku pregnitega blata okoli 80 m³/d. Analiza volumna gnilišč kaže, da se pri polovičnem zmanjšanju volumna gnilišč obratovanje gnilišč le malo poslabša. Pretok bioplina se pri tem zmanjša za 3 %, količina dehidriranega blata se poveča za okoli 5 %, količina blata, ki se vrača na linijo vode se poveča za okoli 5 %, količina amonijevega dušika, ki se vrača se zmanjša za okoli 25 %, količina odstranjene suhe organske snovi pa se zmanjša za okoli 5 %. Testiranje na CČND kaže, da se s povečanjem pretoka pregnitega blata v liniji blata zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico manjše obratovalne stroške naprave. Bolj natančni učinki predlaganih ukrepov bodo znani po daljšem obdobju testiranja.

Preverba delovanja nadgradnje CČND z uporabo matematičnega modela. Na CČND zaradi zaostrovanja zakonodaje o dovoljenih izpustih načrtujejo nadgradnjo naprave s tretjo stopnjo čiščenja, s čimer bodo lahko v prihodnje učinkovito odstranjevali poleg organskih komponent tudi dušikove komponente. Za CČND je bila izdelana idejna zasnova nadgradnje CČND s tehnologijo sekvečne čistilne naprave (SČN). Delovanje idejne zasnove SČN smo preverili z

matematičnim modelom. Idejna zasnova opisuje nadgradnjo bioloških stopenj CČND in ne tudi mehanske stopnje in linije obdelave blata. Idejna zasnova SČN predvideva, da bo biološka stopnja CČND sestavljena iz štirih enako velikih vzporednih bazenov. Delovanje SČN naj bi potekalo v štiriurnih ciklih, ki so med seboj zamaknjeni za eno uro, kar bi pomenilo, da se vedno polnita dva bazena, prazni pa en sam bazen. Cikli naj bi bili sestavljeni iz treh faz. V prvi fazi, ki traja dve uri, se bazen polni in hkrati prezračuje. Sledi enourna faza usedanja, ki se konča s črpanjem odvečnega blata. Na koncu se izvede še enourna faza praznjenja. Model SČN smo načrtali v programskem paketu GPS-X z uporabo različnih modelov procesov, ki jih paket vsebuje v svoji knjižnici. Stehiometrična razmerja v modelu smo nastavili na osnovi karakterizacije komponent vhodne odplake na CČND. Vrednosti parametrov bioloških procesov in procesov usedanja pa smo pustili takšne, kot so predlagane v paketu GPS-X. Z modelom SČN smo preverili ali lahko dosežemo koncentracije skupnega dušika, amonijevega dušika, kemijske potrebe po kisiku in netopne snovi na iztoku naprave pod zakonsko predpisanimi mejnimi vrednostmi za občutljivo področje. Za dotok v model smo uporabili dnevne povprečne vrednosti, ki so bile izmerjene na iztoku mehanske stopnje CČND v letu 2009. Študije so pokazale, da pri nekoliko povečanem pretoku dotoka od običajnega ni možno doseči koncentracij na iztoku pod zakonsko predpisanimi omejitvami. Na osnovi simulacijskih rezultatov smo predlagali, da se pri nadgradnji CČND uporabi večje volumne reakcijskih bazenov, od tistih, ki so bili predvideni v idejni zasnovi. Preverba delovanja nadgradnje CČND je izredno pomembna, saj nadgradnja predstavlja več kot 10 milijonov evrov vredno investicijo.

Na projektu so tudi potekale aktivnosti, ki so bile bolj teoretično naravnane in so prispevale k razvoju znanosti na več področjih. Te aktivnosti so bile povezane z razvojem nove metodologije ocenjevanja delovanja čistilnih naprav, primerjavo prediktivne regulacije amonijevega dušika s PI regulacijo in vodenjem z upoštevanjem motnje, preizkušanjem postopka odkrivanja informacij na podatkih iz čistilne naprave in razvojem študijskih modelov čistilnih naprav.

Razvoj nove metodologije ocenjevanja strategij obratovanja čistilnih naprav z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov. V sodelovanju s sodelavci iz GIRO Technological Centre, Barcelona, Španija in z raziskovalci raziskovalnega projekta J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov« smo predlagali novo metodologijo za ocenjevanje strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda. Gre za multikriterijsko metodologijo, ki temelji na analizi matematičnega modela procesa ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računsko zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Rezultate raziskav smo objavili v reviji Water Research, ki ima največji faktor vpliva med revijami na področju obravnave vodnih virov.

Primerjava prediktivne regulacije amonijevega dušika s PI regulacijo in vodenjem z upoštevanjem motnje. Želeli smo ugotoviti ali je možno z bolj naprednim vodenjem, kot je prediktivna regulacija, izboljšati čiščenje amonijevega dušika na čistilni napravi. Za ta namen smo primerjali rezultate prediktivne regulacije amonijevega dušika z rezultati vodenja z upoštevanjem motnje in PI regulatorjem na pilotni čistilni napravi CČND. Prediktivna regulacija in vodenje z upoštevanjem motnje dajeta boljše odstranjevanje amonijevega dušika in manjšo porabo energije za prezračevanje kot PI regulator, predvsem zaradi upoštevanja merljivih motenj. S prediktivnim regulatorjem pa smo dobili podobne rezultate kot z vodenjem z upoštevanjem motnje.

Preizkušanje postopka odkrivanja informacij na podatkih iz čistilne naprave. V sodelovanju s sodelavci iz Technical University of Catalonia, Barcelona, Španija smo preizkusili postopek odkrivanja informacij iz podatkov, ki vključuje tako predhodno znanje o procesu, kot tudi metode rudarjenja podatkov. Poudarek postopka je na posebni metodi za gnezdenje podatkov, ki lahko pomaga upravljavcu procesa razumeti pomen različnih skupin podatkov in zapolniti vrzel med rudarjenjem podatkov in podporo odločanju. Uporabljen je bil postopek za avtomatsko izdelavo semaforja z rezultati, ki poskuša posnemati proces, ki ga upravljavec običajno izvaja ročno. Predlagan postopek odkrivanja informacij je bil preizkušen na podatkih iz CČND.

Študijski modeli čistilne naprave. Sodelovali smo tudi pri definiranju študijskih modelov biološke čistilne naprave. Delo je potekalo znotraj mednarodne delovne skupine IWA Task Group on Benchmarking of Control Strategies for WWTP. Študijske modele čistilne naprave

uporablja več kot 100 različnih institucij po svetu, predvsem za izobraževanje in raziskave, pa tudi kot pomoč pri načrtovanju in analizi delovanja bioloških čistilnih naprav.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Realizacija zastavljenih ciljev je v glavnem potekala tako, kot je bilo predvideno v časovnem planu predloge projekta. Znotraj delovnega sklopa »Izgradnja simulacijskega modela celotne CČND« je realizirano 100 % predvidenega dela. Znotraj tega sklopa je bil načrtan model linije blata, linije vode, celotne CČND ter model SČN za nadgradnjo CČND. V delovnem sklopu »Simulacija delovanja CČND z matematičnim modelom«, je bilo tudi realizirano 100 % predvidenega dela. V tem sklopu so bile z matematičnimi modeli izvedene različne analize za izboljšanje delovanja CČND, narejena pa je bila tudi preverba delovanja SČN za nadgradnjo CČND. V delovnem sklopu »Eksperimentiranje na realni CČND« je bilo izvedeno do 90 % del. Na realni CČND še poteka preizkušanje nekaterih predlaganih ukrepov, kot so obtok prve biološke stopnje linije vode, povečanje pretoka pregnitega blata iz gnilišč, itd.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Ocenjujemo, da ni bilo bistvenega odstopanja od predvidenega programa raziskovalnega projekta.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek														
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>26152231</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Metodologija ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Multi-criteria analyses of wastewater treatment bio-processes under an uncertainty and a multiplicity of steady states</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Predlagali smo novo metodologijo za ocenjevanje strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda. Gre za multikriterijsko metodologijo, ki temelji na analizi matematičnega modela procesa ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računsko zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Raziskavo smo izvedli v sinergiji z raziskovalnim projektom J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov«. Rezultate raziskav smo objavili v najpomembnejši znanstveni reviji na področju obravnave vodnih virov.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>We proposed a new methodology for determining the operating strategies for bio-chemical, wastewater treatment plants. A multi-criteria evaluation methodology is based on a model analysis under an uncertainty that can present multiple steady states. The method is based on Monte Carlo (MC) simulations and the expected utility theory in order to deal with the analysis of choices among risky operating strategies with multi-dimensional outcomes. The motivation is given by a case study using an anaerobic digestion model (ADM) adapted for multiple co-substrates. It is shown how the multi-criteria analyses' computational complexity can be reduced within an approximation based on Gaussian-process regression and how a reliability map can be built for a bio-process model under uncertainty and</td> </tr> </table>	COBISS ID	26152231	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Metodologija ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov	ANG	Multi-criteria analyses of wastewater treatment bio-processes under an uncertainty and a multiplicity of steady states	Opis	SLO	Predlagali smo novo metodologijo za ocenjevanje strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda. Gre za multikriterijsko metodologijo, ki temelji na analizi matematičnega modela procesa ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računsko zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Raziskavo smo izvedli v sinergiji z raziskovalnim projektom J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov«. Rezultate raziskav smo objavili v najpomembnejši znanstveni reviji na področju obravnave vodnih virov.	ANG	We proposed a new methodology for determining the operating strategies for bio-chemical, wastewater treatment plants. A multi-criteria evaluation methodology is based on a model analysis under an uncertainty that can present multiple steady states. The method is based on Monte Carlo (MC) simulations and the expected utility theory in order to deal with the analysis of choices among risky operating strategies with multi-dimensional outcomes. The motivation is given by a case study using an anaerobic digestion model (ADM) adapted for multiple co-substrates. It is shown how the multi-criteria analyses' computational complexity can be reduced within an approximation based on Gaussian-process regression and how a reliability map can be built for a bio-process model under uncertainty and
COBISS ID	26152231	Vir: COBISS.SI												
Naslov	SLO	Metodologija ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov												
	ANG	Multi-criteria analyses of wastewater treatment bio-processes under an uncertainty and a multiplicity of steady states												
Opis	SLO	Predlagali smo novo metodologijo za ocenjevanje strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda. Gre za multikriterijsko metodologijo, ki temelji na analizi matematičnega modela procesa ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računsko zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Raziskavo smo izvedli v sinergiji z raziskovalnim projektom J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov«. Rezultate raziskav smo objavili v najpomembnejši znanstveni reviji na področju obravnave vodnih virov.												
	ANG	We proposed a new methodology for determining the operating strategies for bio-chemical, wastewater treatment plants. A multi-criteria evaluation methodology is based on a model analysis under an uncertainty that can present multiple steady states. The method is based on Monte Carlo (MC) simulations and the expected utility theory in order to deal with the analysis of choices among risky operating strategies with multi-dimensional outcomes. The motivation is given by a case study using an anaerobic digestion model (ADM) adapted for multiple co-substrates. It is shown how the multi-criteria analyses' computational complexity can be reduced within an approximation based on Gaussian-process regression and how a reliability map can be built for a bio-process model under uncertainty and												

		<p>multiplicity. The research was carried out in synergy with the research project J2-2099 "Identification and model analysis for dynamic systems control design with Gaussian process priors". Results of this research were published in the most important journal (it has the highest impact factor) in the field of Water Resources.</p>
	Objavljeno v	Pergamon Press.; Water research; 2012; Vol. 46, no. 18; str. 6121-6131; Impact Factor: 4.865; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.311; A": 1; A': 1; WoS: IH, JA, ZR; Avtorji / Authors: Južnič-Zonta Živko, Kocijan Juš, Flotats Xavier, Vrečko Darko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	25016103 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Preizkušanje prediktivne regulacije amonijevega dušika na pilotni čistilni napravi Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik</p> <p><i>ANG</i> The application of model predictive control of ammonia nitrogen in an activated sludge process</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V prispevku so predstavljeni rezultati preizkušanja prediktivne regulacije amonijevega dušika na pilotni čistilni napravi CČND. Rezultate prediktivne regulacije amonijevega dušika smo primerjali z rezultati vodenja z upoštevanjem motnje in PI regulatorjem iz naših prejšnjih študij. Prediktivna regulacija in vodenje z upoštevanjem motnje dajeta boljše odstranjevanje amonijevega dušika in manjšo porabo energije za prezračevanje kot PI regulator, predvsem zaradi upoštevanja merljivih motenj. S prediktivnim regulatorjem pa smo dobili podobne rezultate kot z vodenjem z upoštevanjem motnje.</p> <p><i>ANG</i> Application of model predictive control (MPC) of ammonia nitrogen in the pilot plant of the Domžale-Kamnik WWTP is presented. The results of the ammonia MPC were compared with the results of the ammonia feedforward-PI and ammonia PI controllers from our previous study. The ammonia MPC and ammonia feedforward-PI controller give better results in terms of ammonia removal and aeration energy consumption than the ammonia PI controller because of the measurable disturbances used. With the ammonia MPC comparable results as with the ammonia feedforward-PI controller are obtained.</p>
	Objavljeno v	Pergamon Press; Water science and technology; 2011; Vol. 64, no. 5; str. 1115-1121; Impact Factor: 1.122; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.311; WoS: IH, JA, ZR; Avtorji / Authors: Vrečko Darko, Hvala Nadja, Stražar Marjeta
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	25969191 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p><i>SLO</i> Pomoč upravljavcu pri interpretaciji podatkov za podporo odločanju - primer uporabe na čistilni napravi odpadnih voda</p> <p><i>ANG</i> Assisting the end-user in the interpretation of profiles for decision support</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V sodelovanju s sodelavci iz Technical University of Catalonia, Barcelona, Španija smo preizkusili postopek odkrivanja informacij iz podatkov, ki vključuje tako predhodno znanje o procesu, kot tudi metodo rudarjenja podatkov. Poudarek postopka je na posebni metodi za gnezdenje podatkov, ki lahko pomaga upravljavcu procesa razumeti pomen različnih skupin podatkov in zapolniti vrzel med rudarjenjem podatkov in učinkovito podporo odločanju. Izdelan je bil tudi postopek za avtomatsko izdelavo semaforja z rezultati, ki poskuša posnemati proces, ki ga upravljavec običajno izvaja ročno. Predlagan postopek odkrivanja informacij je bil preizkušen na podatkih iz Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik.</p> <p>In cooperation with the researchers of Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain, we tested the knowledge discovery procedure that</p>

			includes both prior expert knowledge and interpretation oriented tools to extract the behavior of a process. Special emphasis is made on the interest of developing postprocessing tools for clustering methods which can help expert to understand the meaning of the clusters and bridge the important existing gap between data mining and effective decision support. A proposal for automatic construction of traffic light panels is presented trying to mimic the real process that the analyst performs to manually build them. The proposed knowledge discovery procedure was applied on the data measured in Domžale-Kamnik WWTP.
	Objavljeno v		Ecozone.; Environmental Engineering and Management Journal; 2012; Vol. 11, no. 11; str. 931-944; Impact Factor: 1.004; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.978; WoS: JA; Avtorji / Authors: Gibert Karina, Conti Dante, Vrečko Darko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	24882215	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Študijski modeli biološke čistilne naprave
		ANG	Wastewater treatment benchmark simulation models
	Opis	SLO	Sodelovali smo pri definiranju študijskih modelov biološke čistilne naprave. Delo je potekalo znotraj mednarodne delovne skupine IWA Task Group on Benchmarking of Control Strategies for WWTP. Študijske modele čistilne naprave uporablja več kot 100 različnih institucij po svetu, predvsem za izobraževanje in raziskave, pa tudi kot pomoč pri načrtovanju in analizi delovanja bioloških čistilnih naprav.
		ANG	We have cooperated in defining the Wastewater treatment benchmark simulation models inside of the IWA Task Group on Benchmarking of Control Strategies for WWTP. Benchmark simulation models are used by more than 100 institutions around the world mainly for education and research, but also as a support tool for wastewater treatment plant design and analysis.
	Objavljeno v		International Water Association; Conference proceedings; 2011; Str. 493-506; Avtorji / Authors: Jeppsson Ulf, Vrečko Darko
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	26004775	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razvoj matematičnega modela celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik
		ANG	Development of the mathematical model of the entire Domžale-Kamnik WWTP
	Opis	SLO	Načrtan je bil matematični model celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND) v programskem paketu GPS-X, katerega pomemben doprinos je zlasti sočasna obravnava linije vode in linije blata ter njunih medsebojnih vplivov. Model se relativno dobro ujema z dnevno povprečnimi meritvami na realni napravi. Model se na CČND uporablja za izvajanje različnih simulacijskih študij za izboljšanje delovanja naprave. Z modelom je bila narejena študija možnih ukrepov za zmanjšanje vpliva linije blata na linijo vode v CČND. Simulacijski rezultati kažejo, da se z ustreznim povečanjem pretoka pregnitega blata na centrifuge precej zmanjšata količina blata in amonijevega dušika, ki se iz linije blata vračata nazaj na linijo vode, količina dehidriranega blata, ki se odlaga na deponijo

		in količina proizvedenega bioplina pa se pri tem le malo spremenita. Testiranje na CČND kaže, da se s povečanjem pretoka pregnitega blata v liniji blata zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico zmanjšanje obratovalnih stroškov.
	ANG	The model of the entire Domžale-Kamnik wastewater treatment plant (WWTP) has been built by using GPS-X software. The model includes both the water line and the sludge line and shows a relatively good agreement with the real plant daily average measurements. This model is in Domžale-Kamnik WWTP used for running various simulation studies to improve the operation of the plant. The model has been used for studying the possibilities of how to reduce the impact of the sludge line on the water line in Domžale-Kamnik WWTP. Simulation results show that by properly increasing the digested sludge flow-rate to dewatering, the amount of the sludge and ammonia that are back-cycled from the sludge line to the water line are significantly reduced, whereas the amount of the dehydrated sludge, which is disposed to the landfills and the amount of the biogas produced remain almost the same. Testing in the Domžale-Kamnik WWTP shows that by increasing the flow rate to dewatering unit reduces the amount of the sludge, which is returned to the water line, which reduces the plant load and consequently operation costs of the plant.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Kucler Anja, Vrečko Darko
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
2.	COBISS ID	25308455 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Preverba delovanja idejne zasnove sekvenčne čistilne naprave za nadgradnjo Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik z uporabo matematičnega modela
		ANG A verification of the sequencing batch reactor for upgrading the Domžale-Kamnik WWTP by using a mathematical model
	Opis	SLO Preverili smo delovanje idejne zasnove sekvenčne čistilne naprave (SČN) za nadgradnjo CČND s tretjo stopnjo čiščenja. Nadgradnjo smo preverili z uporabo matematičnega modela SČN v programskem paketu GPS-X. Ugotovili smo, da je pri nadgradnji potrebno uporabiti večje volumne reakcijskih bazenov od tistih, ki so bili prvotno predvideni v idejni zasnovi nadgradnje. Preverba nadgradnje CČND je izredno pomembna, saj nadgradnja predstavlja več kot 10 milijonov EUR vredno investicijo.
		ANG Operation of the conceptual design of a sequencing batch reactor (SBR) for upgrading the Domžale-Kamnik WWTP with the third level of treatment was verified. Verification of the upgrading was performed with a mathematical model using the GPS-X software. It was found out that larger volumes of the reaction tanks, from those suggested in the conceptual design of SBR, have to be used for upgrading the plant. Verification of the Domžale-Kamnik WWTP upgrading is very important since upgrading of the plant represents an investment cost of more than 10 million EUR.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Vrečko Darko, Hvala Nadja
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
3.	COBISS ID	2049019 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Analiza izboljšanja delovanja linije vode v Centralni čistilni napravi Domžale-Kamnik z uporabo matematičnega modela
		ANG Analysis of operation improvement of the water line in Domžale-Kamnik

		WWTP by using a mathematical model
Opis	SLO	Izdelan je bil matematični model linije vode Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND), s katerim smo želeli ugotoviti, ali bi bilo mogoče z manjšimi posegi v obstoječo napravo znižati koncentracije dušikovitih spojin na iztoku. Z modelom smo dosegli relativno dobro ujemanje z meritvami. Slabše ujemanje koncentracij neraztopljenih snovi ter amonijevega in skupnega dušika je verjetno posledica izplavljanja ter denitrifikacije v usedalnikih, česar model ne upošteva. Z modelom smo preizkusili kako se naprave obnaša pri različnih deležih obtoka, nižji koncentraciji kisika v prezračevalnih bazenih, spremenjenem pretoku odvečnega blata iz usedalnikov in dodatnem reciklu iz druge v prvo biološko stopnjo. Ugotovljeno je bilo, da je možno z vpeljavo obtoka prve biološke stopnje, znižanjem koncentracij kisika ter z uvedbo internega recikla iz druge v prvo stopnjo izboljšati odstranjevanje skupnega dušika tudi za 20 %. Testiranje na realni napravi kaže, da delni obtok prve biološke stopnje v liniji vode izboljša kvaliteto biomase v drugi biološki stopnji in s tem kvaliteto iztoka.
	ANG	The model of the water line in Domžale-Kamnik wastewater treatment plant (WWTP) was designed, with the aim to determine whether it would be possible to reduce the concentration of nitrogen compounds in the effluent only with smaller changes in the plant. The model shows a relatively good agreement with the daily average measurements. Lower agreement in measurements of ammonia and total nitrogen is probably due to bulking and denitrification in the secondary settlers which the model does not take into account. The model was used to test how the plant works at various bypass flow rates, oxygen concentrations in the aeration tanks, waste sludge flow rates from secondary settlers and recycle flow rates from the second to the first aeration stage. It was found out that by introducing the bypass of the first biological stage, internal recycle from the second to the first stage and by reducing the oxygen concentrations in the aeration reactors it is possible to reduce the effluent total nitrogen concentrations for more than 20 %. Testing on the Domžale-Kamnik WWTP shows that the partial bypass of the first biological stage improves the quality of the biomass in the second biological stage and consequently the effluent quality.
Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
Objavljeno v	[A. Kucler]; 2011; XII, 56 str.; Avtorji / Authors: Kucler Anja	
Tipologija	2.11 Diplomsko delo	
4.	COBISS ID	24881959 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Analiza izboljšanja delovanja linije blata na Centralni čistilni napravi Domžale-Kamnik z uporabo matematičnega modela
	ANG	Analysis of operation improvement of the sludge treatment process in Domžale-Kamnik WWTP by using a mathematical model
Opis	SLO	Načrtan je bil model linije blata v Centralni čistilni napravi Domžale-Kamnik. Z načrtanim modelom smo v ustaljenem stanju dosegli relativno dobro ujemanje z meritvami. Večje odstopanje modela od izmerjenih vrednosti smo dobili samo pri koncentraciji neraztopljenih snovi v blatnenici zaradi nepopolnega mešanja anaerobnih reaktorjev. Z modelom smo izvedli več simulacijskih scenarijev. Rezultati simulacij kažejo, da so volumni anaerobnih reaktorjev dovolj veliki za uspešno proizvodnjo bioplina tudi pri večji obremenitvi. Proizvodnjo bioplina bi bilo mogoče povečati s povečanjem temperature gnilišč na 55 oC. Obdelavo blata pa bi bilo mogoče izboljšati z optimiranjem razmerja blata, ki gre na proces dehidracije in ki se vrača na linijo vode.

	ANG	Model of the sludge treatment process in Domžale-Kamnik WWTP was designed. With this model a relatively good agreement in steady-state operation is achieved in comparison with the measurements. Larger model deviation from the measurements was obtained only in the concentration of the suspended solids in the sludge overflow from the digestion tanks because the real digestion tanks are not completely mixed. The designed model is used to perform several simulation scenarios. Simulations show that the volumes of the sludge treatment tanks are large enough to maximize the gas production even at the maximum sludge flow rate. The gas production can be improved by increasing the sludge temperature to 55 oC. Sludge treatment can be also improved by optimizing the ratio between the digested sludge pumped to the dewatering process and the sludge overflow returned back to the water line.
Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
Objavljeno v	International Water Association; Conference proceedings; 2011; Str. 632-738; Avtorji / Authors: Vrečko Darko, Hvala Nadja, Stražar Marjeta	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Raziskovalci projektne skupine so v letu 2009 prejeli Zoisovo priznanje za pomembne dosežke na področju vodenja sistemov. Priznanje je bilo podeljeno za raziskave na področju modeliranja, simulacije in vodenja bioloških čistilnih naprav.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Raziskave v projektu so prispevale k razvoju znanosti na več področjih. Pomemben prispevek je bil storjen pri razvoju metodologij za ocenjevanje strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov. Prispevali smo k testiranju naprednih strategij vodenja, kot je prediktivna regulacija, na realnih čistilnih napravah. Prav tako smo prispevali k preizkušanju postopkov odkrivanja informacij iz podatkov, ki lahko služijo kot pomoč upravljavcem za podporo odločanju, na realnih čistilnih napravah. Raziskave so vplivale na razvoj študijskih modelov čistilne naprave, ki jih uporablja veliko različnih institucij po svetu, predvsem za izobraževanje in raziskave. Raziskave so prispevale tudi k novemu postopku modeliranja čistilnih naprav, katerega doprinos je zlasti sočasna obravnava linije vode in linije blata ter njunih medsebojnih vplivov na čistilnih napravah. Poleg tega so raziskave prispevale k boljšemu razumevanju delovanja posameznih procesov čiščenja odpadnih voda in posledično k njihovim tehnološkim izboljšavam.

ANG

Project results contributed to the development of science in several areas. An important contribution was made in the development of methodologies for determining the operating strategies for bio-chemical, wastewater treatment plants considering process uncertainty and multiple steady states. Contribution was made in the application of advanced control strategies, such as predictive control, in wastewater treatment plants. We have also contributed to the application of the knowledge discovery procedures, which can be helpful for decision support, in wastewater treatment plants. Our research has contributed to the definition of the wastewater treatment benchmark simulation models, which are used by many institutions around the world mainly for education and research. Our research has also contributed to a new modeling procedure for wastewater treatment plants, including both the water line and the sludge line and their mutual interactions. In addition, the results of the project also contribute to the better understanding of all processes of the wastewater treatment and consequently to their technological improvements.

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Projekt je imel predvsem pomemben vpliv na obratovanje Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND). Rezultati projekta omogočajo CČND, da se z večjim zaupanjem lotijo nadgradnje, s katero želijo v naslednjih letih doseči tretjo stopnjo čiščenja, s čimer bodo lahko v prihodnje učinkovito odstranjevali poleg organskih komponent tudi dušikove komponente. Rezultati projekta CČND omogočajo boljše čiščenje odpadne vode in bolj ekonomično obratovanje. Rezultati projekta bodo imeli tudi vpliv na razširjenost uporabe matematičnih modelov na čistilnih napravah v Sloveniji, kar bo posledično vplivalo na izboljšanje delovanja naprav. Izboljšanje delovanja čistilnih naprav pa bo imelo vpliv na zmanjšanje takse, ki jo plačujejo podjetja, ki obremenjujejo odpadno vodo, zaradi česar se bo povečala njihova konkurenčnost. Z izboljšanjem učinkov čiščenja čistilne naprave se bo zmanjšalo onesnaženje rek v njeni okolici. Racionalna raba energije na napravi pa bo prispevala k zmanjšanju porabe energije v državi in s tem posredno k zmanjšanju onesnaženja okolja in vpliva na klimatske spremembe.

ANG

The proposed project has a significant impact on Domžale-Kamnik wastewater treatment plant (WWTP) operation. The results of the project provide Domžale-Kamnik WWTP with the great confidence that the upgrading of the plant with the third level of treatment will provide removal of organic and nitrogen compounds in accordance to the stricter legislation in the next years. Project results will also increase the use of mathematical models in wastewater treatment plants in Slovenia, which will consequently improve the operation of the plants. An improvement in operation will, according to Slovene legislation, effect the reduction of the tax, paid by the companies that are polluting the wastewater and consequently increase their competitiveness. The results of the proposed project will also reduce the pollution of the rivers in the vicinity of the plant. Rational use of the energy at the plant will contribute to the overall reduction of the energy consumption in the country and thus indirectly reduce the environmental pollution and climate changes.

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

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

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja		
	Zastavljen cilj	<input 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.11 Razvoj nove storitve		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12 Izboljšanje obstoječe storitve		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
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 <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
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/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

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

Komentar

F.08: Razvoj matematičnega modela celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND).
 F.10: Izboljšanje delovanja CČND s predlaganimi ukrepi na osnovi uporabe matematičnega modela.
 F.17: Analiza možnosti za izboljšanje delovanja CČND z uporabo matematičnega modela.

12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Osnačite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					

G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

G.02: Razširitev uporabe matematičnih modelov na čistilnih napravah v Sloveniji.
 G.03: Vpliv na nadgradnjo CČND, s katero bodo odstranjevali dušikove komponente.

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

Sofinancer			
1.	Naziv	JP Centralna čistilna naprava Domžale-Kamnik d.o.o.	
	Naslov	Študljanska 91, 1230 Domžale	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	54.696,31	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	Razvoj matematičnega modela celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND).	F.08
	2.	Analiza možnosti zmanjšanja vpliva linije blata na linijo vode v CČND z uporabo matematičnega modela.	F.17
	3.	Analiza možnosti za izboljšanje delovanja linije vode CČND z uporabo matematičnega modela.	F.17
	4.	Analiza možnosti za izboljšanje delovanja linije blata CČND z uporabo matematičnega modela.	F.17
	5.	Preverba delovanja nadgradnje CČND s sekvenčno čistilno napravo (SČN) z uporabo matematičnega modela.	F.17
Komentar	V okviru projekta so bili načrtani matematični modeli različnih procesov in celotne CČND v programskem paketu GPS-X. Z matematičnimi modeli so bile narejene različne simulacijske študije. Na osnovi teh študij so bili predlagani ukrepi za izboljšanje delovanja CČND. Z matematičnim modelom je bila narejena tudi preverba delovanja nadgradnje CČND s SČN.		
Ocena	Ocenjujemo, da je projekt dosegel svoj namen. Razviti matematični model celotne CČND se kaže kot zelo uporabno orodje za izvajanje različnih simulacijskih študij za izboljšanje delovanja naprave. Nekateri predlagani ukrepi na osnovi uporabe matematičnega modela se kažejo kot zelo koristni. Testiranje na napravi kaže, da se z delnim obtokom prve biološke stopnje v liniji vode izboljša kvaliteta biomase v drugi biološki stopnji, posledično pa se izboljša kvaliteta iztoka. S povečanjem pretoka pregnitega blata v liniji blata se zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico bolj ekonomično obratovanje naprave. Bolj natančni učinki predlaganih ukrepov bodo znani po daljšem obdobju testiranja. Preverba delovanja nadgradnje naprave z uporabo matematičnega modela je prav tako pomembna, saj nadgradnja predstavlja investicijo v vrednosti več kot 10 milijonov EUR. Preverba je pokazala, da je potrebno pri nadgradnji naprave uporabiti večje volumne reakcijskih bazenov, od tistih, ki so bili predvideni v idejni zasnovi.		

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Razvili smo metodologijo ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računsko zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja. Raziskavo smo izvedli v sinergiji z raziskovalnim projektom J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov« in ga štejeemo za skupni dosežek obeh projektov. Dosežek smo objavili v reviji Water Research, ki ima največji faktor vpliva med revijami na področju obravnave vodnih virov.

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Načrtan je bil matematični model celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND) v programskem paketu GPS-X, katerega pomemben doprinos je zlasti sočasna obravnava linije vode in linije blata ter njunih medsebojnih vplivov. Model se relativno dobro ujema z dnevno povprečnimi meritvami na napravi. Model se na CČND uporablja za izvajanje različnih simulacijskih študij za izboljšanje delovanja naprave. Z modelom je bila narejena študija možnih ukrepov za zmanjšanje vpliva linije blata na linijo vode v CČND. Simulacijski rezultati kažejo, da se z ustreznim povečanjem pretoka pregnitega blata na dehidracijo precej zmanjšata količina blata in amonijevega dušika, ki se iz linije blata vračata nazaj na linijo vode. Testiranje na CČND kaže, da se s povečanjem pretoka pregnitega blata zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico bolj ekonomično obratovanje naprave.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Institut "Jožef Stefan"

Darko Vrečko

ŽIG

Kraj in datum:

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/238

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11)

[Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

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

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

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

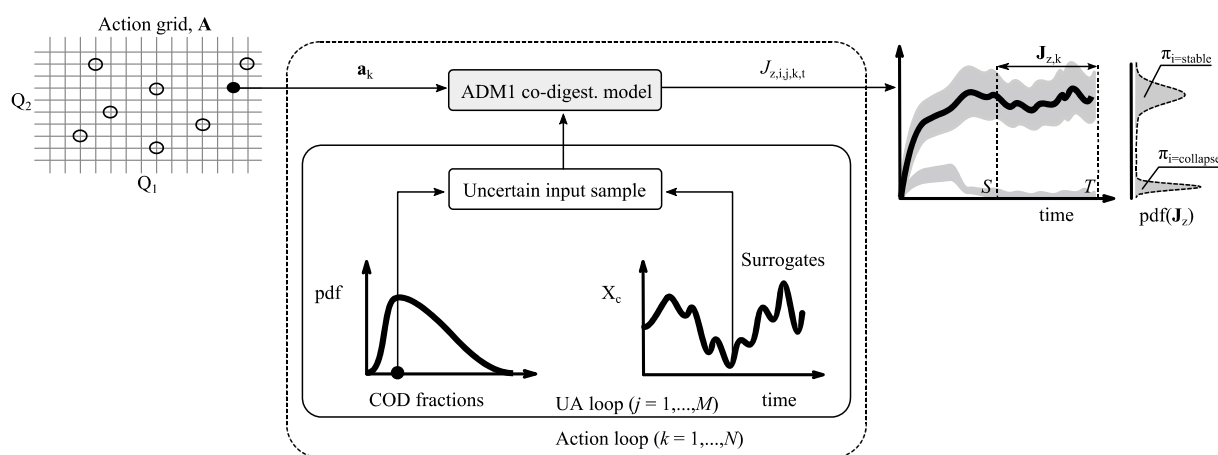
9F-D8-91-E9-E5-9C-81-CB-07-1D-B0-A1-DF-58-06-1F-01-96-BD-22

TEHNIKA

Področje: 2.06 – Sistemi in kibernetika

Dosežek 1: Metodologija ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov

Vir: JUŽNIČ-ZONTA, Živko, KOCIJAN, Juš, FLOTATS, Xavier, VREČKO, Darko. Multi-criteria analyses of wastewater treatment bio-processes under an uncertainty and a multiplicity of steady states. *Water res. (Oxford)*. [Print ed.], 2012, vol. 46, no. 18, str. 6121-6131, [COBISS.SI-ID [26152231](#)].



Ocenjevanje negotovosti izidov različnih strategij doziranja substrata na modelu anaerobnega reaktorja ob upoštevanju negotovosti koncentracije substrata.

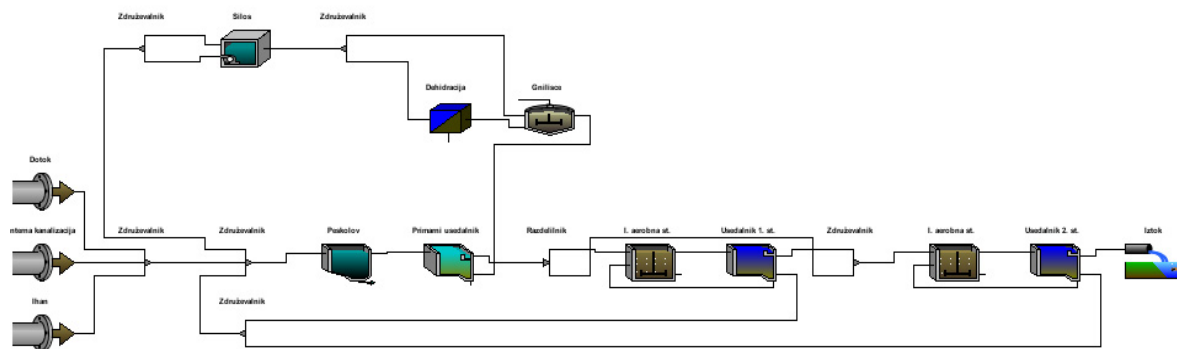
Razvili smo metodologijo ocenjevanja strategij obratovanja bioloških procesov za čiščenje odpadnih voda z upoštevanjem negotovosti in različnih možnih izidov. Metodologija uporablja Monte-Carlo simulacijo in verjetnostno teorijo, s katerima analiziramo izbor rizičnih strategij obratovanja z več možnimi izidi. Preizkusili smo jo na modelu anaerobnega reaktorja, ki je prilagojen za doziranje različnih vrst substrata. Pokazali smo, kako se z aproksimacijo z modeli na osnovi Gaussovih procesov zmanjša računski zahtevnost multikriterijske analize in kako je mogoče določiti področja zanesljivosti strategij obratovanja ob upoštevanju negotovosti in različnih možnih izidov. Raziskavo smo izvedli v sinergiji z raziskovalnim projektom J2-2099 »Identifikacija in analiza modelov za načrtovanje vodenja dinamičnih sistemov na podlagi Gaussovih procesov« in ga štejemo za skupni dosežek obeh projektov. Dosežek smo objavili v reviji *Water Research*, ki ima največji faktor vpliva med revijami na področju obravnave vodnih virov.

TEHNIKA

Področje: 2.06 – Sistemi in kibernetika

Dosežek 1: Analiza vpliva linije blata na linijo vode v Centralni čistilni napravi Domžale-Kamnik (CČND) z uporabo matematičnega modela

Vir: KUCLER, Anja, VREČKO, Darko. Modeliranje in simulacija Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik, (IJS delovno poročilo, 11081). 2012. [COBISS.SI-ID 26004775].



Shema matematičnega modela celotne CČND v programskem paketu GPS-X.

Načrtan je bil matematični model celotne Centralne čistilne naprave Domžale-Kamnik (CČND) v programskem paketu GPS-X, katerega pomemben doprinos je zlasti sočasna obravnava linije vode in linije blata ter njunih medsebojnih vplivov. Model se relativno dobro ujema z dnevno povprečnimi meritvami na realni napravi. Model se na CČND uporablja za izvajanje različnih simulacijskih študij za izboljšanje delovanja naprave. Z modelom je bila narejena študija možnih ukrepov za zmanjšanje vpliva linije blata na linijo vode v CČND. Simulacijski rezultati kažejo, da se z ustreznim povečanjem pretoka pregnitega blata na dehidracijo precej zmanjšata količina blata in amonijevega dušika, ki se iz linije blata vračata nazaj na linijo vode, količina dehidriranega blata, ki se odlaga na deponijo in količina proizvedenega bioplina pa se pri tem le malo spremenita. Testiranje na CČND kaže, da se s povečanjem pretoka pregnitega blata zmanjša količina blata, ki se vrača na linijo vode in s tem obremenitev naprave, kar ima za posledico bolj ekonomično obratovanje naprave.