

Univerza v regiji odličnosti – mehki pristop

Janez Usenik*

DAP Novo mesto

janez.usenik@guest.arnes.si

Povzetek:

Ideja o ustanovitvi univerze v regiji jugovzhodno od Ljubljane tli že kar nekaj desetletij. Prvi poskusi segajo v sedemdeseta leta prejšnjega stoletja, vendar je bila ta zamisel tedaj še prezgodnja, saj prejšnja država o tem sploh ni dovoljevala razprav. Z osamosvojitvijo in ustanovitvijo lastne države so upi o lastni univerzi ponovno vzplamteli, posamezniki in skupine so začeli z mnogimi aktivnostmi in možnost ustanovitve univerze je postala kar realna. Vendar pa je treba ugotoviti, da kljub vsem naporom, tudi po dvajsetih letih, univerze še vedno ni. Menjavale so se lokalne in državne oblasti, nihče pravzaprav ni imel nič proti, lokalni politiki so ustanovitev univerze celo zapisovali v svoje programe kot eno temeljnih programskih točk, pa univerze še vedno ni. Ali se bo končno le zgodila? V članku je opisan model, ki z uporabo mehke logike skuša ugotavljati, kakšne so možnosti ustanovitve univerze glede na lokalne in državne prilike.

Ključne besede: univerza, mehka logika, mehko sklepanje.

1 Uvod

Dolenjska, Bela krajina, Kočevsko in Posavje sestavljajo regijo, ki je industrijsko izjemno močna, kmetijsko intenzivna/uspešna in prinaša občuten del dodane vrednosti celotne države. Tako zaokrožena regija se poteguje za naslov, ki ji brez dvoma pripada: regija odličnosti. Kljub temu pa je v razmerju do države oblastno in upravno podhranjena, saj tu nobeno ministrstvo nima svojega sedeža, pa nobeno državno (para)podjetje tudi ne, še bolj pa je v neenakopravnem položaju v akademskem okolju. Regija nikakor ne pride do svoje lastne univerze, čeprav segajo naporu posameznikov, pa tudi civilne družbe, že vsaj 30 let nazaj. Če preskočimo dogajanja v prejšnji državi in se osredotočimo samo na čas od osamosvojitve dalje, govorimo torej o obdobju zadnjih 20 let. V tem času se je dogajalo marsikaj, precej se je tudi zgodilo, vendar tako zaželene univerze še kar ni in ni. V članku (Usenik, 1994) pred davnimi 18 leti so bile zapisane nekatere osnovne premise, potrebne za resno razmišljanje o univerzi, kot so npr. kadri s poudarkom na domačih kadrih, karkoli že to pomeni, infrastruktura, predavalnice, laboratoriji, študentski domovi, stanovanja in tako naprej. Tedaj je bil postavljen čas 10 let kot realen za realizacijo te ideje, ki se je v teh prostorih že v tistih letih kar »prijela«. Pomemben mejnik v razmišljanju in širši usvojitvi ideje o univerzi predstavlja posvetovanje leta 1996 v organizaciji Društva Novo mesto. Govor je bil o vlogi in pomenu Novega mesta v tretjem tisočletju. Prispevki, objavljeni v zborniku, so zelo dobronamerno in kar vizionarsko postavili izhodišča razvoja in nakazovali vlogo in pomen Novega mesta. Posebej o univerzi sta govorila članka (Japelj, 1996) in (Usenik, 1996), kjer so bili nakazani aksiomi razvoja, ki se je v naslednjih letih deloma celo zgodil. Leta 1998 je bila po velikih naporih ustanovljena prva visoka šola v Novem mestu, ki je začela z delovanjem brez koncesije in financiranjem zgolj iz šolnin izrednih študentov. Žal zaradi različnih

* Korespondenčni avtor.

Prejeto: 19. junij 2012; revidirano: 10. september 2012; sprejeto: 12. september 2012.

subjektivnih vzrokov v Novem mestu ni prišlo do intenzivnega razvoja, ki je bil na začetku načrtovan (Usenik, 1999), zato se je težišče prizadevanj za ustanavljanje novih fakultet preneslo v Posavje. V Valvasorjevem raziskovalnem centru Krško je v letih 1999 in 2000 nastajala strategija razvoja Univerze jugovzhodne¹ Slovenije (Usenik, 2000), kjer so bili v razvoju in ustanovitvi univerze predvideni skupni napor celotne razširjene regije. K sodelovanju so bile povabljene nekatere občine tega območja, vendar se iz nepojasnjenih razlogov tedanje vodstvo MO Novo mesto teh pogovorov ni udeležilo, zato do realizacije in skupnega nastopa žal ni prišlo. Po letu 2001 je zato Posavje krenilo svojo pot in se povezalo z eno od dveh tedaj obstoječih javnih univerz, tako da sta v Krškem sedaj dve fakulteti (za logistiko in za energetiko), v Brežicah pa ena (za turizem). Vsekakor je potrebno poudariti, da so bili napor pri ustanavljanju novih visokošolskih zavodov izvedeni le v Novem mestu, Krškem in Brežicah, pri čemer je posluš in sodelovanje lokalnih skupnosti, zlasti finančno, v Posavju bistveno večje, kot v Novem mestu. Tu smo v zadnjih nekaj letih dobili nekatere nove fakultete ter visoke šole, vendar zgolj kot rezultat zagnanega dela nekaterih posameznikov. V Novem mestu smo v zadnjih desetih letih namesto univerze dobili dve središči, ki naj bi skrbeli za akademski razvoj v tem delu Slovenije. Poseben paradoks je, da v delovanju obeh ni čutiti nikakršne sinergije, celo obratno, med njima ni prav nobenega sodelovanja. Kljub vsemu pa je sedaj v prostoru, ki smo ga poimenovali razširjena regija Kočevsko, Dolenjska, Bela krajina in Posavje, kar zavidljivo število bolj ali manj uspešnih visokošolskih zavodov, ki jih lahko razdelimo na več skupin. Fakulteta za informacijske študije (FIŠ) je državna fakulteta in javni zavod, Fakulteta za industrijski inženiring (FINI) in Visoka šola za upravljanje podeželja Grm (VŠ Grm) sta samostojna zasebna zavoda, nastala ob srednješolskih centrih, Fakulteta za organizacijske študije (FOŠ) je samostojni zasebni zavod. Ti zavodi so povezani z enim od prej omenjenih središč. Z drugim središčem pa so povezani samostojni zasebni zavodi: Visoka šola za upravljanje in poslovanje (VŠUP), Visoka šola za zdravstvo (VŠZ), Visoka šola za sisteme (VITES) in Fakulteta za poslovne in upravne vede (FPUV). Tretjo skupino pa tvorijo še tri fakultete (za logistiko, za energetiko in za turizem), ki delujejo kot enakopravne članice ene od obstoječih državnih univerz. Nekateri zavodi imajo koncesijo in za svoje izobraževalno in znanstveno delo torej prejema denar od države, nekatere jo nimajo in morajo preživeti zgolj s storitvami na trgu, kar seveda (vsaj zaenkrat in vsaj v naši državi) ni smisel visokošolskega zavoda.

Podpora ustanovitvi univerze je izjemno močna v civilni iniciativi, kjer je že vrsto let posebej dejavno Društvo akademska pobuda² (DAP), v katerem je s skupnim ciljem dobiti univerzo vključenih preko 150 znanstvenikov, univerzitetnih profesorjev in ostalih akademsko razmišljujočih ljudi, ki bodisi živijo v tej regiji ali pa imajo tu svoje korenine. Društvo je leta 2011 organiziralo in izvedlo zelo odmevno posvetovanje *Inovativni pristopi k regijskemu razvoju Bele krajine, Dolenjske in Posavja – prispevek k univerzitetnemu prostoru*, ki so se ga

¹ Besedna zveza »jugovzhodna Slovenija« je bila v tem gradivu mišljena in uporabljena v geografskem pomenu in je predpostavljala območje na zahodu od Kočevskega preko Bele krajine, Dolenjske in Posavja do vključno Kozjanskega na vzhodu. Pojem »Jugovzhodna Slovenija« je neposrečen uradniški konstrukt in je bil kot naziv za Dolenjsko in Belo krajino skupaj v statistične namene skovan kasneje.

² <http://www.dap.si/si/o-dap/>

udeležili poslanci, župani, gospodarstveniki in dežani naše regije in s katerim smo opozorili celotno Slovenijo, da se tu »nekaj dogaja«. Ob koncu je bil izdan memorandum (Bukovec, 2011) o nujnosti ustanovitve univerze, ker jo ta prostor enostavno potrebuje, zasluži in tudi zahteva, saj imamo prav tu pomembno industrijo z večinskim deležem dodane vrednosti v razmerju do ostalih slovenskih regij. Društvo DAP je podoben posvet izvedlo tudi leta 2012, pri čemer je bila osnovna misel zastavljena širše – v čezmejno povezovanje naše regije s (zaenkrat) sosednimi hrvaškimi regijami. Naslov posveta in izhodiščna misel je bila *Ustvarjanje čezmejne regije odličnost: Bela krajina, Dolenjska, Kočevsko-Ribiško in Posavje*. Tudi letos je društvo DAP izdalo memorandum o izhodiščih, vsebinah in smislih posveta (Bukovec, 2012).

2 Postavitev problema

Po tem kratkem opisu dosedanjih aktivnosti, uspehov in neuspehov, še kar naprej ostaja dilema, bojazen in upanje, kako bo (ali ne bo) z univerzo v naši regiji, še vedno gre za vprašanje/odgovor »za milijon dolarjev«. Na ustanovitev univerze vsekakor vpliva cela veriga pogojev/spremenljivk, ki le v optimalni sinergiji konvergirajo k zaželenemu cilju. Vsekakor odgovor ni ekspliciten, ni determinističen, pa tudi stohastičen ne. Če pogledamo izkušnje vseh štirih univerz v Sloveniji, vidimo, da ne gre za enake modele, čeprav imajo kar nekaj skupnih temeljev, kot so: politična volja, denar, dozorelo spoznanje v ožjem prostoru, zanimanje in podpora gospodarstva, razpoložljivi kadri, infrastruktura in morda še kaj. Vsi ti elementi so nejasni, nenatančni, pomanjkljivo definirani, težko merljivi, skratka mehki (fuzzy). S tega stališča zmore njihovo sodelovanje, njihove soodvisnosti, njihovo nejasnost v relativno zadovoljivi meri ugnati le uporaba mehke logike, izgradnja mehkega sistema in upoštevanje pravil mehkega sklepanja. Tu je torej zagotovo pravi prostor za uporabo mehke logike. Iz tega razloga bo v nadaljevanju prikazan model, ki z uporabo mehkih spremenljivk in mehkega sklepanja skuša odgovoriti na zastavljeno vprašanje, kakšne so možnosti za ustanovitev univerze v naši (širši) regiji.

3 Kaj je mehka logika

Mehka logika je – najpreprosteje rečeno – zvezna posplošitev klasične Aristotelove³ logike, ki izjave razdeli le v dve ostro ločeni skupini: pravilno-napačno, da-ne, 1-0. Po Aristotelu sta možni samo dve stanji (vrednosti), tretja možnost je izključena (pravilo »*tertium non datur*«, angl.: law of excluded middle). Mnogo kasneje, v dvajsetih letih 20. stoletja, je poljski matematik Jan Łukasiewicz⁴ utemeljil trivrednostno logiko (Łukasiewicz Logic, 2011), ki operira s stanji pravilno, nepravilno, neznano, tako da logična spremenljivka tedaj zavzame vrednosti 1 (pravilno), 0 (nepravilno) ter $\frac{1}{2}$ (neznano). Prave in dokončne temelje mehki logiki pa je postavil Lotfi Zadeh⁵, ki je leta 1965 v znamenitem članku *Fuzzy sets* (Zadeh, 1965) uvedel mehki pristop in sploh poimenovanje »fuzzy«, kar smo poslovenili kot

³ Aristotel (Ἀριστοτέλης), starogrški filozof (384 – 322 p.n.š.).

⁴ Jan Łukasiewicz, poljski matematik (1878-1956).

⁵ Lotfi Zadeh, ameriški matematik, rojen leta 1921 v Bakuju, nekdanja Sovjetska zveza, sedaj Azerbejdžan.

»mehko«. Profesor Zadeh je bil rojen v Bakuju, tedaj je bilo to v Sovjetski zvezi, sedaj v Azerbajdžanu, iranskemu očetu in židovski materi. Videti je, da so te kulturne in etične korenine močno vplivale na »mehko« razmišljanje, saj je mehka logika in razmišljanje v tem kontekstu posebej značilna za mnoge avtorje s tega področja – veliko pomembnih in inovativnih avtorjev, ki obravnavajo probleme, rešljive z mehko logiko, je prav iz Irana (opomba: pa iz Kitajske, ampak od tam jih je mnogo pravzaprav na vseh področjih).

Teoretični prispevki, še zlasti pa aplikativna izvedba mehke logike, neprestano in strmo napreduje vse od svojih začetkov. Izjemno naraščanje uporabe mehke logike je seveda povezano z razvojem vedno zmogljivejših računalnikov, še dodatno uporabnost pa daje povezava mehke logike z nevronskimi mrežami (neural networks) in umetno inteligenco (artificial intelligence).

Pri reševanju realnih družboslovnih, ekonomskih, pa tudi tehničnih in inženirskih problemov, je »klasično« matematično orodje marsikdaj pretrdo in preokorno za uporabo. Veliko dejanskih in resničnih problemov je negotovih (uncertainty), nedoločenih (imprecision) ali pa subjektivno obarvanih, dvoumnih, nejasnih (ambiguity). Posamezni pojmi v realnem svetu dejansko nikakor ne morejo biti vedno in povsod natanko in nedvoumno določeni, kar moramo v proučevanju seveda upoštevati.

V klasični množici (ki ji sedaj rečemo trda oz. ostra množica, angl. crisp set) je za vsak element zelo natančno in nedvoumno določeno, ali dani množici pripada ali ne. Pripadnost elementa množici A lahko enostavno opišemo tudi s pripadnostno funkcijo (membership function) $\mu_A(x)$, ki je 1, ko element dani množici pripada in 0, ko ji ne pripada.

Toda v realnih problemih je element lahko znotraj neke množice, vendar blizu roba, lahko je na samem robu, lahko je sicer zunaj, vendar blizu roba in podobno. Upoštevati je potrebno lingvistične termine, kot so: zelo blizu, blizu, daleč, zelo daleč ali zelo nizko, nizko, srednje, visoko, zelo visoko ali močno, srednje, slabo in podobno.

Poglejmo si takšno razmišljanje na preprostem primeru. Pred semaforjem npr. lahko čakamo 15 s, pa se nam zdi to že kar veliko. Kaj potem pomeni čakanje 30 s ali morda še več? Kako takšne podatke uporabiti in upoštevati v konkretnih primerih? Če npr. označimo množico $A = \{\text{kratko čakanje pred semaforjem, na katerem gori rdeča luč}\}$, kaj sedaj to pomeni? Ali je čas 15 s element množice A ? Kaj pa 30 s? Morda je 25 s ravno prav itd... Vidimo, da že tega preprostega vsakdanjega primera ne moremo definirati natančno in eksplicitno.

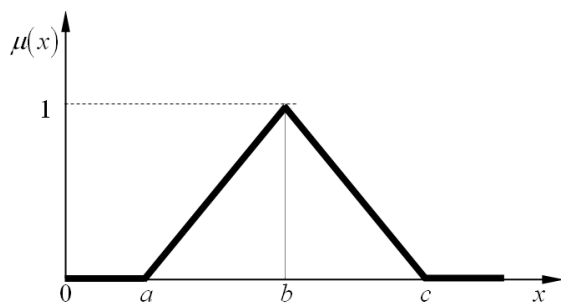
Ali pa vzemimo npr. množico $A = \{\text{potovanje traja približno eno uro}\}$. Vprašamo se recimo tole: ali potovanje, ki je trajalo 40 minut, pripada tej množici? Kako je s potovanjem, ki je trajalo 40 minut, morda 55 minut ali pa 70 minut itd? Intuitivno vemo, da potovanje, ki traja 55 minut, bolj močno pripada dani množici, kot potovanje, ki je trajalo 80 minut. Drugače rečeno: izjava »potovanje traja 55 minut« je bolj resnična izjavi »potovanje traja približno eno

uro«, kot pa izjava »potovanje traja 80 minut«, ta pa je bolj resnična kot izjava »potovanje traja 90 minut« in podobno.

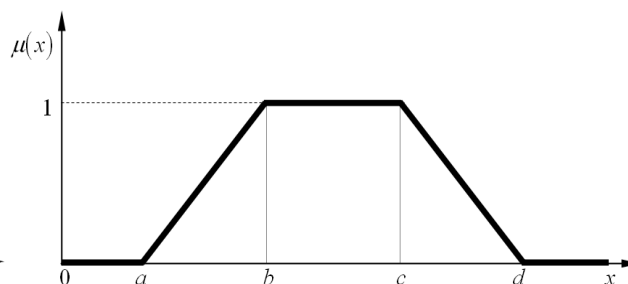
Iz primerov vidimo, da so meje mehke množice nejasne in nedoločene. Mehka množica vsebuje elemente, ki imajo različno stopnjo pripadnosti tej množici. Mehka množica pomeni bolj »ohlapno« zvezo med elementi in zato pripadnostna funkcija $\mu_A(x)$ elementa lahko zavzame ne zgolj vrednosti 0 ali 1, pač pa celoten spekter vrednosti tudi vmes.

Od tod sledi definicija (Ross, 2007): *Mehka množica A je določena kot množica urejenih parov $A = \{x, \mu_A(x)\}$, kjer je $\mu_A(x)$ pripadnostna funkcija elementa x množici A. Čim večji je $\mu_A(x)$, tem bolj gotovo je, da element x pripada množici A.*

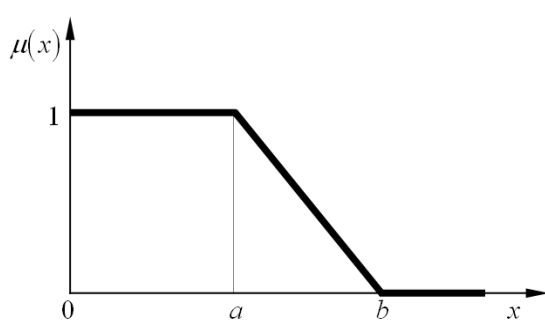
Pripadnostne funkcije mehkih množic so različnih oblik, seveda pa morajo zadoščati zahtevi, da dosežejo vse vrednosti med 0 in 1. Standardne oblike pripadnostnih funkcij so (slike 1, 2, 3, 4):



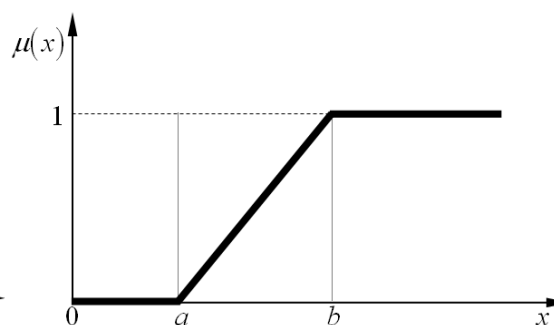
Slika 1: *Trikotna* pripadnostna funkcija



Slika 2: *Trapezna* pripadnostna funkcija



Slika 3: *Z oblika* pripadnostne funkcije



Slika 4: *S oblika* pripadnostne funkcije

3.1 Mehko sklepanje

Mehka logika je zelo pripravna za proučevanje konkretnih pojavov, ki nikakor niso vedno in povsod strogo in nedvoumno definirani. Matematične modele kompleksnih sistemov, ki so izjemno zapleteni, pa nikdar popolno definirani, opišemo z diferencialnimi ali diferenčnimi enačbami, katerih rešitve niso trivialne in jih mnogokrat lahko uženemo le numerično, ne pa analitično v splošni obliki. Z uporabo mehke logike pa sisteme in dogajanje v njem opisujemo z besedami, torej z vsakdanjim pogovornim jezikom, kar je za kreatorja sistema seveda

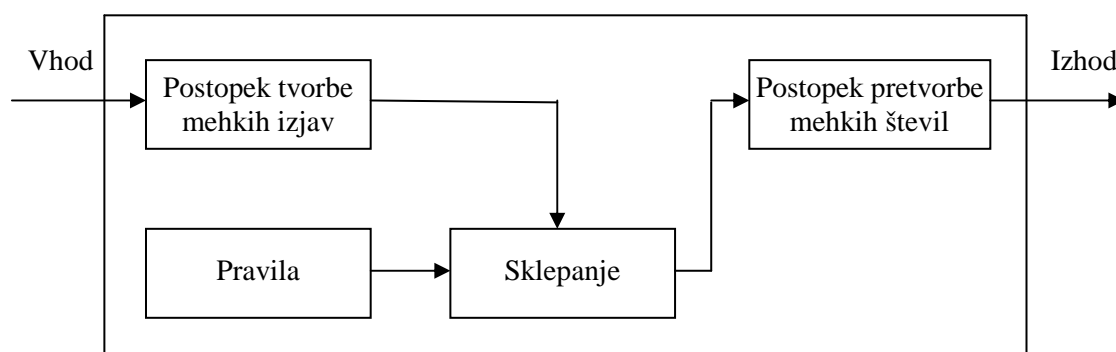
mnogo enostavneje. Mehka logika torej omogoča, da z besednim opisom lahko veliko bolj svobodno in natančno opisujemo dejstva in pojasnjujemo človekovo razmišljanje in sklepanje.

O mehkih sistemih govorimo, ko so podatki (spremenljivke) mehki. To pomeni, da tudi povezave med mehkiimi spremenljivkami (pravila), niso in ne morejo biti podana eksplicitno v strogi matematični obliki. Kombinacijo takšnih nepreciznih logičnih pravil in upravljanja sistemov imenujemo približno ali mehko sklepanje. Takšno sklepanje opisuje ravnanje posameznika in postopek njegovega odločanja.

Sistem mehkega sklepanja je proces, ki iz vhodnih spremenljivk ustvari izhodne spremenljivke. V celotnem postopku mehkega sklepanja imamo opraviti s petimi fazami (Ross, 2007):

- postopek mehčanja,
- aplikacija mehkih operatorjev (in/ali) v predpogojih (premisah),
- implikacija premis v posledico,
- agregacija posledic s pravili,
- strjevanje (ostrenje).

Struktura mehkega sistema je grafično prikazana na sliki 5.



Slika 5: Elementi mehkega sistema

V prvi fazi vhodne numerične vrednosti spremenimo v opisne (lingvistične) vrednosti. Druga, tretja in četrta faza se večkrat lahko prikazujejo kot ena sam faza mehkega sklepanja, ko je potrebno na osnovi dobrega vsebinskega poznavanja konkretnega problema postaviti nabor pravil, ki v opisni obliki povedo, kako preslikamo množico vhodnih mehkih spremenljivk v množico izhodnih mehkih spremenljivk. Pravila so sestavljena iz dveh delov: pogoj in posledica, gre za ČE-POTEM (angl.: IF-THEN) stavke, s katerimi opisujemo zakonitosti mehkega sistema.

Splošno zapišemo: Če (IF) X je A in/ali Y je B, potem (THEN) Z je C, kjer pomenijo:

X – spremenljivka, definirana na množici $U = \{x\}$, Y – spremenljivka, definirana na množici $V = \{y\}$, Z – spremenljivka, definirana na množici $W = \{w\}$ in so: A – mehka množica iz U, B – mehka množica iz V in C – mehka množica iz W.

Rezultat mehkega sklepanja na osnovi danih IF-THEN pravil je seveda izhodna spremenljivka (ali v nekaterih primerih več izhodnih spremenljivk), ki je tudi mehka, je torej še vedno lingvistično opisana. Rezultat mehkega sklepanja pa mora biti odločevalcu razumljiv in dan v obliki konkretnih ostrih števil, zato je v zadnji fazi potrebno mehko izhodno spremenljivko spremeniti v ostra števila. Opraviti moramo postopek ostrenja. Metod ostrenja je več, posamezni računalniški programi poznajo najpomembnejše. Najbolj običajna metoda ostrenja je tako imenovana centroidna metoda. V programskem paketu FuzzyTech⁶, ki ga v primeru, danem v nadaljevanju, uporabljamo, je ta metoda imenovana CoM (Center of Maximum).

4 Mehki model možnosti ustanovitve univerze

Z uporabo mehke logike bomo kreirali enostaven odločitveni model, ki bo temeljil na zakonitostih mehkega sklepanja in bo skušal (teoretično, seveda) odgovoriti na vprašanje, kako nam kaže pri ustanovitvi univerze v jugovzhodni Sloveniji.

Pri izdelavi mehkega sistema in posledično algoritma, ki s sistemom upravlja, se držimo običajne procedure, ki je usvojena in daje racionalne rešitve (Ruspini, Bonissone, & Padrycz, 1998; Usenik, 2011; Zimmermann, 2001).

4.1 Mehke spremenljivke

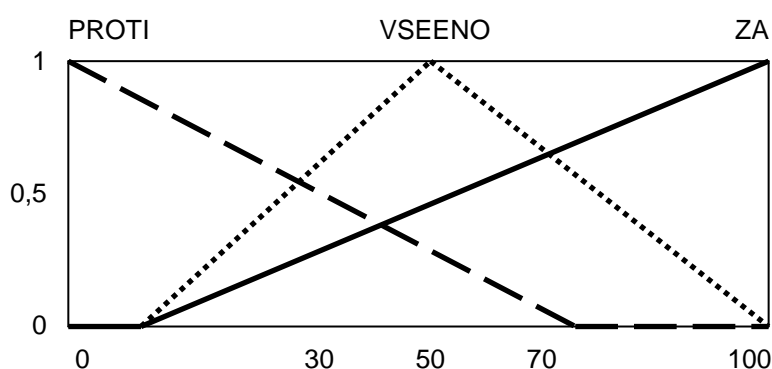
Katere spremenljivke (odločilno) vplivajo na to, da pride do ustanovitve univerze? To vprašanje v tem prispevku ne bo imelo kozmične razsežnosti, omejimo se zgolj na našo državo, kjer bo seveda potrebno upoštevati lokalne kolorite. Spremenljivke sistema so vhodne in izhodne. Izhodna je ena sama: možnost ustanovitve univerze. Vhodnih pa je precej več, vzemimo, da jih lahko glede na gravitacijska področja vplivov razdelimo na tri dele: lokalni (regijski) vplivi, državni (oblastveni) vplivi in zgolj zaradi univerzalnosti še globalni vplivi. No, upoštevajoč naše prilike, se omejimo le na lokalne in državne vplive, kozmične pa kljub vsemu v tem modelu zanemarimo. Naredimo mehki sistem dvostopenjsko, v prvem delu zberimo posebej vse lokalne vplive v en podsistem ter vse državne v drug podsistem in nato izhode vsakega od njiju upoštevajmo kot vhode v drugem podsistemu, ki ima za izhod željeno spremenljivko.

Regija lahko močno pripomore k univerzi, ne more pa odločilno. Vzemi, da bodo lokalni vplivi odvisni od naslednjih mehkih lingvističnih spremenljivk: LOKALNO GOSPODARSTVO, LOKALNE VIŠJE ŠOLE, LOKALNA CIVILNA INICIATIVA in

⁶ <http://www.fuzzytech.com/>

LOKALNA POLITIKA. Pod pojmom lokalno ali regijsko gospodarstvo imejmo v mislih tovarne, podjetja, zavode, kmetijske subjekte, skratka vse, kar sestavlja celotno ekonomsko moč regije in v vsebinskem pomenu zajemimo podporo, ki jo regijsko gospodarstvo nudi ustanovitvi univerze. Naj mehka spremenljivka **LOKALNO GOSPODARSTVO** sestoji iz več lingvističnih vrednosti, ki so mehke množice, imenujmo jih: **PROTI**, **VSEENO**, **ZA**. To lahko zapišemo tudi takole: $\text{LOKALNO GOSPODARSTVO} = \{\text{PROTI}, \text{VSEENO}, \text{ZA}\}$.

Pripadnostne funkcije vseh treh mehkih množic so prikazane na sliki 6.



Slika 6: Pripadnostne funkcije mehkih množic PROTI, VSEENO, ZA

Mehka spremenljivka **LOKALNE VIŠJE ŠOLE** naj označuje število obstoječih višjih šol v regiji, sestavljena naj bo iz dveh mehkih množic: **MALO**, **VELIKO**. Mehka spremenljivka **LOKALNA CIVILNA INICIATIVA** naj meri vključenost civilne družbe v napore pri ustanavljanju univerze ter naj sestoji iz dveh mehkih množic: **SLABA**, **MOČNA**. Mehka spremenljivka **LOKALNA POLITIKA** pa naj opisuje podporo lokalne politike in njeno zavzemanje za ustanovitev univerze, sestoji pa naj iz mehkih množic: **PROTI**, **NEVTRALNA**, **NAKLONJENA**. Vse tri mehke spremenljivke na lokalni ravni so vhodi za prvi podsistem z izhodom **LOKALNA PODPORA**, ki naj sestoji iz treh mehkih množic: **NIZKA**, **SREDNJA**, **VISOKA**.

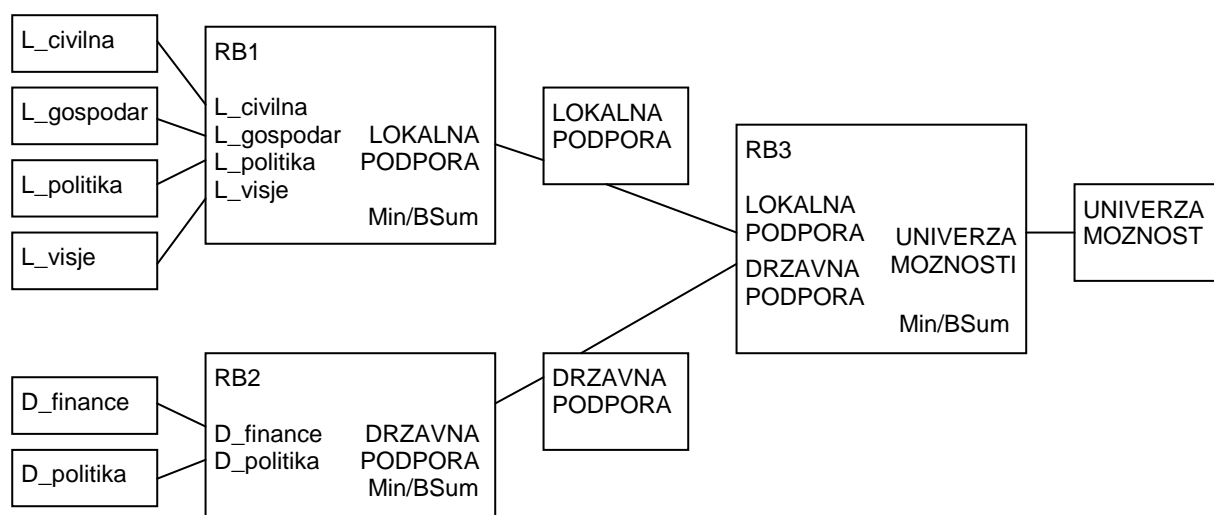
Izjemno pomembna, skorajda odločilna, vendar pa ne v celoti, je podpora univerzi na državni ravni. Spoznanje o ustanovitvi nove univerzi mora dozoreti, njena usoda je odvisna od tako imenovane politične volje, ki jo bomo označili z mehko spremenljivko **DRŽAVNA POLITIKA** in jo opisali s tremi mehki množicami: **NE PODPIRA**, **NEVTRALNA**, **PODPIRA**. Vsekakor pa je pomembno tudi finančno stanje države, ki naj bi univerzo ustanovila. Vpeljimo torej še mehko spremenljivko **DRŽAVNE FINANCE**, ki naj sestoji iz treh mehkih množic: **SLABE**, **SREDNJE**, **DOBRE**. Obe mehki spremenljivki naj bosta vhod za drugi podsistem, katerega izhod naj bo mehka spremenljivka **DRŽAVNA PODPORA** s tremi mehki množicami: **NIZKA**, **SREDNJA**, **VISOKA**.

Mehki spremenljivki LOKALNA PODPORA in DRŽAVNA PODPORA sta vhodni spremenljivki drugega podsistema, ki ima za izhod iskano mehko spremenljivko MOŽNOST USTANOVITVE s tremi mehкими množicami: SLABA, SREDNJA, VELIKA.

Prav vsem mehkih spremenljivkam smo izbrali enako definicijsko območje od 0 do 100, kar lahko pojasnimo kot mersko lestvico, s katero merimo odstotke, ki jih posamezna spremenljivka lahko doseže. Pri tem pri vseh, razen pri LOKALNE VIŠJE ŠOLE merimo naraščanje v pozitivni smeri, torej 60 enot pomeni večjo možnost kot npr. 50 in podobno. Neke absolutne fizikalne merske enote tu ne pridejo v poštev, saj nobene od vpeljanih mehkih spremenljivk ne moremo izraziti drugače, kot z medsebojno primerjavo in od tod z relativnim merilom.

S tem, ko smo definirali mehke (lingvistične) spremenljivke in določili možne lingvistične vrednosti, torej tvorili mehke množice, smo opravili prvo fazo v kreiranju mehkega sistema, to je postopek mehčanja.

Mehki sistem je prikazan na sliki 7.



Slika 7: Mehki sistem modela ustanovitve univerze

4.2 Mehko sklepanje

Po postopku mehčanja, kjer smo definirali 9 mehkih lingvističnih spremenljivk in jim določili tudi mehke množice s pripadajočimi pripadnostnimi funkcijami, se lotimo tvorbe pravil mehkega sklepanja. Pravila imajo obliko ČE-POTEM (IF-THEN), pri čemer operirajo z lingvističnimi vrednostmi podobno kot v pogovornem jeziku in prav to je izrazita prednost mehkega sklepanja. Pravila definirajo relacije med lingvističnimi mehкими spremenljivkami in s tem določajo potek aktivnosti, ki morajo biti izvedene. Pravila so sestavljena iz dveh delov, iz pogoja (antecedent) ČE in posledice (consequent) POTEM. Pri prevodu vrednosti vhodnih spremenljivk v vrednosti vhodnih lingvističnih spremenljivk, sistem mehkega sklepanja v množici pravil izbere tista, ki ustrezajo vhodnim podatkom in iz njih izračuna

vrednost izhodne lingvistične spremenljivke. Mehko sklepanje sestoji iz treh medsebojno vzročno povezanih elementov: agregacija, implikacija in akumulacija (Ross, 2007). V našem primeru smo v tem postopku izbrali operator minimum, to je lingvistični IN.

Mehki sistem, ki ugotavlja možnosti ustanovitve univerze, ima zaradi dveh postopkovnih faz, tri skupine pravil: prva in druga skupina pravil sta namenjeni sklepanju o lokalni in državni podpori (vsaki zase), tretja skupina pa iz izhodov obeh prejšnjih podsistemov, ki sta sedaj vhodni spremenljivki, ustvari izhod sistema, to je (teoretični) odgovor na vprašanje o možnosti ustanovitve univerze, tabele 1, 2 in 3.

Pomembnost posamezne vhodne spremenljivke glede na izhodno smo določili tako, da smo utežili vpliv posamezne vhodne spremenljivke na izhodno spremenljivko.

Tako smo privzeli, da na izhodno spremenljivko prvega podsistema LOKALNA_PODPORA vplivajo vhodi: LOKALNA CIVILNA INICIATIVA z utežjo 0,5; LOKALNO GOSPODARSTVO z utežjo 1; LOKALNE VIŠJE ŠOLE z utežjo 0,5 in LOKALNA POLITIKA z utežjo 0,8.

Na izhodno spremenljivko DRŽAVNA_PODPORA pa vplivata vhoda: DRŽAVNA POLITIKA z utežjo 1 in DRŽAVNE FINANCE samo z utežjo 0,5, saj denarja država nikoli nima dovolj na razpolago. Pri tem smo torej predpostavili, da je politična volja vsekakor pomembnejša od razpoložljivih financ.

Celotnemu »lokalnemu« podsistemu smo nato glede na končni izhod mehkega sistema še dodelili utež 0,5, medtem ko je ta utež »državnega« podsistema enaka 1.

V tabeli 1 so zapisana nekatera pravila mehkega podsistema »Lokalna politika«. Mehke spremenljivke LOKALNO GOSPODARSTVO, LOKALNE VIŠJE ŠOLE, LOKALNA CIVILNA INICIATIVA, LOKALNA POLITIKA in LOKALNA PODPORA so zaporedoma opisane z 2, 3, 3, 2 in 3 mehкими množicami. To pomeni, da je vseh možnih pravil po osnovnem izreku kombinatorike $2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 = 108$. Seveda so nekatera od teh nesmiselna, zato jih ne upoštevamo. Računalniški program FuzzyTech, ki ga uporabljamo v tem primeru (INFORM GmbH Software Corporation, 2001), je sposoben na osnovi naše zahteve o povezavi posamezne vhodne spremenljivke z izhodno, izločiti vse nesmiselne zveze. Ko smo privzeli, da na izhodno mehko spremenljivko LOKALNA_PODPORA vplivajo LOKALNA CIVILNA INICIATIVA z utežjo 0,5, LOKALNO GOSPODARSTVO z utežjo 1, LOKALNE VIŠJE ŠOLE z utežjo 0,5 in LOKALNA POLITIKA z utežjo 0,8, je program ponudil 36 pravil, ki so smiselna in v skladu z vsemi zahtevami. Pri tem je potrebno še poudariti, da je vpliv mehke spremenljivke LOKALNE VIŠJE ŠOLE obratno sorazmeren z izhodno mehko spremenljivko LOKALNA_PODPORA, torej čim večje je število višjih šol in studentov v njih, manjša je lokalna podpora univerzi in obratno. S tem smo upoštevali realno dejstvo, da število vpisanih študentov na višje šole v nekem kraju (regiji) zmanjšuje zanimanje in s tem

število kandidatov za visoke šole in fakultete. Po podatkih Skupnosti višjih šol⁷ je v Novem mestu 12 višješolskih programov, v Kopru pa nobenega. Zato pa imajo v Kopru univerzo že kar nekaj let, v Novem mestu pa še vedno ne – pri tem, da sta Koper in Novo mesto pred 15 leti izhajala iz precej enakovrednih in primerljivih izhodišč (Usenik, 2011). Zveza med ostalimi mehкими vhodnimi spremenljivkami LOKALNA CIVILNA INICIATIVA, LOKALNO GOSPODARSTVO in LOKALNA POLITIKA ter mehko izhodno spremenljivko LOKALNA_PODPORA pa je premo sorazmerna, večji kot je njihov pozitivni vpliv, večja je skupna lokalna podpora in obratno.

Na ta način dobimo 36 pravil prvega mehkega podsistema. Nekatera pravilo so dana v tabeli 1. V tabeli so mehke spremenljivke zapisane krajše, namesto LOKALNA CIVILNA INICIATIVA je uporabljen zapis L_civilna in podobno za ostale. Pogledjmo kar prvi dve pravili, ki se, izpisani v celoti, glasita:

1. Če je »L_civilna« SLABA in »L_gospodar« PROTI in »L_politika« NEVTRALNA in »L_višje« MALO, **potem je** »LOKALNA_PODPORA« SREDNJA.
2. Če je »L_civilna« SLABA in »L_gospodar« PROTI in »L_politika« NEVTRALNA in »L_višje« VELIKO, **potem je** »LOKALNA_PODPORA« NIZKA.

Drugo pravilo pove, da je skupna lokalna podpora NIZKA, če so vsi pogoji slabi, torej ni podpore niti civilne iniciative, ni podpore gospodarstva, lokalni politiki je vseeno in višjih šol je veliko. Prvo pravilo pa dopušča možnost, da je kljub nezainteresiranim dejavnikom civilni iniciativi, gospodarstvu in lokalni politiki, možnost lokalne podpore SREDNJA, ker je višjih šol MALO in s tem dana možnost pridobivanja večjega števila študentov.

Na podoben način so kreirana tudi vsa ostala pravila.

Tabela 1: Nekatera pravila mehkega podsistema »Lokalna_politika«

	L_civilna	L_gospodar	L_politika	L_visje	LOKALNA_PODPORA
1.	SLABA	PROTI	NEVTRALNA	MALO	SREDNJA
2.	SLABA	PROTI	NEVTRALNA	VELIKO	NIZKA
3.	SLABA	PROTI	NAKLONJENA	MALO	SREDNJA
4.	SLABA	VSEENO	PROTI	MALO	SREDNJA
5.	SLABA	VSEENO	PROTI	VELIKO	NIZKA
6.	SLABA	VSEENO	NAKLONJENA	MALO	SREDNJA
7.	SLABA	ZA	NEVTRALNA	MALO	SREDNJA
8.	SLABA	ZA	NAKLONJENA	MALO	VISOKA
9.	SLABA	ZA	NAKLONJENA	VELIKO	SREDNJA
10.	MOCNA	PROTI	PROTI	VELIKO	NIZKA
11.	MOCNA	PROTI	NEVTRALNA	VELIKO	SREDNJA
12.	MOCNA	VSEENO	NEVTRALNA	MALO	SREDNJA
13.	MOCNA	VSEENO	NAKLONJENA	VELIKO	SREDNJA
14.	MOCNA	ZA	NEVTRALNA	MALO	VISOKA

⁷ http://www.skupnost-vss.si/?page_id=1893

Tabela 2: Nekatera pravila mehkega podsistema »Državna politika«

D_finance	D_politika	DRZAVNA_PODPORA
SLABE	NE_PODPIRA	NIZKA
SLABE	PODPIRA	SREDNJA
SREDNJE	NE_PODPIRA	NIZKA
SREDNJE	NEVTRALNA	SREDNJA
SREDNJE	PODPIRA	VISOKA
DOBRE	NE_PODPIRA	SREDNJA
DOBRE	PODPIRA	VISOKA

Tabela 3: Nekatera pravila mehkega podsistema »Možnost ustanovitev univerze«

DRZAVNA_PODPORA	LOKALNA_PODPORA	UNIVERZA_MOZNOST
NIZKA	NIZKA	SLABA
NIZKA	VISOKA	SREDNJA
SREDNJA	NIZKA	SREDNJA
SREDNJA	SREDNJA	SREDNJA
VISOKA	NIZKA	SREDNJA
VISOKA	VISOKA	VELIKA

4.3 Ostrenje

V zadnji fazi funkcioniranja mehkega sistema je potrebno opraviti še postopek ostrenja, to je pretvorbo mehkih rezultatov v konkretne numerično izražene vrednosti izhodne spremenljivke. Rezultat mehkega sklepanja je mehki izhod, to je neka mehka množica. Ta rezultat nam ne pove dovolj. Vzemimo, da smo dobili kot končni izhod dvofaznega mehkega sistema rezultat: možnost ustanovitve univerze je srednja. Takšen odgovor nas ne zadovolji, ker je pojem »srednja možnost« precej širok – konec koncev smo ga tako tudi definirali. Izhod mora biti ostra vrednost, npr. 55 ali 47 ali 63 in podobno, ne pa »srednja možnost«. Možnosti ostrenja je več, kot smo že omenili v prejšnjem poglavju. V našem primeru je uporabljen programski paket FuzzyTech, kjer smo izbrali metodo CoM, kar je okrajšava za Center of Maximum (INFORM GmbH Software Corporation, 2001).

4.4 Optimizacija

Ko je postavljena struktura mehkega sistema in so definirani vsi njegovi parametri, je to pravzaprav šele prototip tega sistema, ne vemo pa še, če bo dajal pravilne in sploh smiselne rezultate. Dobljeni model je zato najprej potrebno testirati in ugotoviti, če daje uporabne rezultate. Pravimo, da moramo celoten sistem optimirati, kar storimo na dva načina: preverjamo oblike pripadnostnih funkcij mehkih množic in/ali preverjamo nabor pravil. Optimizacija je kar dolg in zahteven proces, saj želimo, da bi se naš sistem dobro obnašal v vseh možnih pogojih. Zelo dober način optimizacije je uporaba nevronske mreže, ki omogočajo učenje sistema in s tem doseganje dobrih rezultatov. Seveda pa moramo imeti za nevronske mreže na razpolago že natanko določeno zbirko pravilnih rezultatov, ki smo jo dobili na osnovi že izvedenih meritev in služi kot temelj učenja in kasnejšega dodatnega testiranja. V našem primeru takšne baze nimamo, zato smo uporabili napornejšo pot in smo model optimirali z metodo poskusov in napak. Na ta način smo sukcesivno prišli do modela, ki se obnaša smiselno in daje relevantne izhode.

5 Rezultati

Nekaj rezultatov je navedeno v tabeli 4, ki je sestavljena iz 9 stolpcev. V prvih štirih stolpcih so zapisane nekatere vrednosti vhodnih mehkih spremenljivk podsistema »lokalni vplivi«, v petem stolpcu so podatki izhoda tega podsistema. V šestem in sedmem stolpcu so podatki vhodnih vrednosti podsistema »državni vplivi«, v osmem stolpcu so podatki izhoda tega podsistema. V zadnjem stolpcu pa so rezultati izhoda mehkega sistema, to so možnosti ustanovitve univerze, ocenjene s točkami (procenti) od 0 do 100.

Različnih možnosti preigravanja/simuliranja je pravzaprav neskončno mnogo. Zaradi izvedene optimizacije so okvirne (pričakovane) vrednosti rezultatov pri ekstremnih in povprečnih vhodnih podatkih tudi ekstremne oziroma povprečne. Ti podatki lahko služijo tudi kot enostaven test, ki potrjuje, da so izbrana pravila primerna, prav tako so primerne tudi pripadnostne funkcije mehkih lingvističnih množic. Omenjeni zapisi so dani v prvih treh vrsticah tabele 4. V naslednjih vrsticah so rezultati za nekatere druge vrednosti vhodnih podatkov. Mehki model omogoča, da lahko preigramo poljubne različne možnosti v poljubnih kombinacijah vhodnih podatkov.

Tabela 4: Rezultati mehkega sistema modela ustanovitve univerze

L_CIV	L_GOS	L_POL	L_VIS	LOKAL	D_FIN	D_POL	DRZAV	MOZN.
0	0	0	100	0	0	0	0	0
50	50	50	50	50	50	50	50	50
100	100	100	0	100	100	100	100	100
50	30	30	50	40	20	20	20	25
100	50	50	50	65	10	20	16	25
100	50	100	50	73	50	50	50	55
100	50	100	60	71	40	50	48	54
100	50	100	60	71	20	100	66	70
100	100	60	60	77	50	90	76	76
100	100	60	60	77	10	100	56	61
100	100	100	60	93	10	100	56	63
100	100	100	60	93	50	80	75	80
100	70	70	80	62	80	100	93	84

6 Zaključek

Mehki model, ki je predstavljen v tem članku, je seveda koristen pripomoček pri izvajanju različnih simulacij, nikakor pa rezultati niso odločilni – so zgolj informativni in služijo kot zanimiva informacija o različnih možnostih ustanovitve nove univerze. Glede na to, da sta dve pomembni vhodni mehki spremenljivki vezani na politiko, ena na lokalno, druga na državno, politika pa je še za mehki pristop zelo nedoločena in (vsaj nepolitikom) nepredvidljiva, bi bilo mogoče ob sodelovanju enega ali več ekspertov posamezne mehke množice in njihove pripadnostne funkcije, vezane na »politiko«, določiti tudi drugače. To seveda pomeni, da je potrebno prizadevanja v modeliranju mehkih matematičnih modelov nadaljevati. Videli smo, da je uporaba mehke logike raznovrstna, široka in učinkovita, uporabna tudi v obravnavanju tako specifičnega problema, kot smo se ga lotili v tej raziskavi.

Z uporabo mehke logike pristopamo k obravnavanju in reševanju zelo kompleksnih sistemskih dinamičnih problemov tako, da ne uporabljamo zapletenih matematičnih modelov z uporabo diferencialnih in/ali diferenčnih enačb, pač pa z verbalnimi opisi definiramo stanje in na osnovi poznavanja problema določimo ustrezni algoritem. Prav to je temeljna odlika mehke logike in njena izrazita prednost pri reševanju sistemskih vprašanj. Ko pa v postopku kreiranje pravil mehkega sklepanja v fazi optimiranja vključimo še uporabo nevronske mreže, kar seveda zahteva izdelano ekspertno bazo znanja, so rezultati presenetljivi. Nadaljnje raziskave naj torej potekajo v iskanju mehkih algoritmov, ki se dodatno navezujejo na uporabo nevronske mreže.

Literatura

1. INFORM GmbH Software Corporation. (2001). *Fuzzy TECH 5.5: User's Manual*. Nemčija.
2. Japelj, M. (1996). Univerza v Novem mestu – nov izziv v novem času. *Novomeški zbornik: mesto, vloga, pomen in razvoj Novega mesta v prihodnjem tisočletju* (str. 121–132). Novo mesto: Tiskarna Novo mesto, Dolenjska založba.
3. Bukovec, B. (ur.). (2011). *Memorandum o univerzi regije: Bela krajina, Dolenjska, Kočevsko, Posavje*. Novo mesto: Društvo Dolenjska akademska pobuda.
4. Bukovec, B. (ur.). (2012). *Memorandum o ustvarjanju čezmejne regije odličnosti: Bela krajina, Dolenjska, Kočevsko-Ribiško in Posavje*. Novo mesto: Dolenjska akademska pobuda.
5. Ross, T. J. (2007). *Fuzzy Logic with Engineering Applications* (2. izd). Chichester, Sussex, Anglija: John Wiley & Sons.
6. Ruspini, E. H., Bonissone, P. P., & Padrycz, W. (1998). *Handbook of Fuzzy Computation*. Bristol, Philadelphia: Institute of Physics Publishing.
7. Łukasiewicz Logic (2011, 29. avgust). Pridobljeno na http://en.wikipedia.org/wiki/Lukasiewicz_fuzzy_logic
8. Usenik, J. (2000). *Univerza jugovzhodne Slovenije* (raziskovalna naloga). Krško: Valvasorjev raziskovalni center.
9. Usenik, J. (1994). Dolenjska in bela krajina naprej – kdaj in kako. *Rast*, 5(5/6), 430–432.
10. Usenik, J. (1996). Projekcija in razdelava atraktivnih in alternativnih visokošolskih programov v Novem mestu. *Novomeški zbornik: mesto, vloga, pomen in razvoj Novega mesta v prihodnjem tisočletju* (str. 133–146). Novo mesto: Tiskarna Novo mesto, Dolenjska založba.
11. Usenik, J. (1999). Fakulteta za logistiko sistemov ali v Novem mestu ne bo univerze. *Rast*, 10(6), 615–620.
12. Usenik, J. (2011). Fuzzy dynamic linear programming in energy supply planning. *Journal of energy technology*, 4(4), 45–62.
13. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
14. Zimmermann, H.-J. (2001). *Fuzzy Set Theory – and its applications* (4. izd). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Dr. Janez Usenik je redni profesor za področje kvantitativne metode (matematika, statistika, operacijske raziskave). Znanstveno in raziskovalno se ukvarja z metodami in postopki optimizacije v upravljanju sistemov. Zadnja leta intenzivno proučuje mehko logiko in nevronske mreže, kar uporablja kot znanstveno in metodološko orodje za raziskave na širokem področju aplikacij v sistemski teoriji. Napisal je preko sto znanstvenih člankov, ki jih je objavil doma in v tujini, je pa tudi avtor večjega števila univerzitetnih učbenikov in znanstvenih monografij.

Abstract:

University in a Region of Excellence: A Fuzzy Approach

The idea of establishing a university in the region southeast of Ljubljana has been festering for quite a few decades. The first attempts date back to the 1970s, but at that time the idea was still premature. The country in existence at that time did not allow for such discussions. After the assumption of independence of Slovenia, the hopes of having its own university in the southeast region reignited. Individuals and groups started with many activities and the possibility of establishing a university was becoming a reality. However, it should be noted that despite all efforts after twenty years there still is no university. Local and national authorities were changing and no one expressed anything against the establishment. Even local politicians included the establishment of a university in their program platforms; however till this date there still is no university. Will it finally happen? The article describes a model using fuzzy logic to determine the possibilities of establishing a university in relation to local and state interests.

Keywords: university, fuzzy logic, fuzzy reasoning.