

# Calcularea cvorumului unui referendum cu ajutorul logicii fuzzy

(Document de lucru)  
Ovidiu Turcoane

*turcoaneovidiu06@stud.ase.ro*  
*Academia de Studii Economice, P-ța Romană nr. 6, 010552*

Rezumat. În această lucrare se propune o nouă modalitate de calculare a cvorumului adecvat unui referendum, pe criterii care nu țin de preferințele sau de nivelul de informare ale votanților. Deși organismele politice și suficiente cercetări anterioare susțin absența cvorumului în cadru unui referendum, modelul propus aici ia în considerare variabile exogene votului în sine, încercând să se raporteze obiectiv la criteriile determinării cvorumului. Se folosește un sistem de inferență de tip Mamdani pentru construcția unui controler ce generează o valoare a outputului cvorum, pe baza a trei inputuri: *Tip*, *Discrepanță* și *Durată / Vârstă*. Rezultatele, obținute în urma unor simulări simple, sunt într-o plajă largă care facilitează, pe de o parte, sau obstrucționează, pe de altă parte, utilizarea referendumului în funcție de context.

**Cuvinte cheie:** cvorum, referendum, logica fuzzy, seturi fuzzy, sistem inferențial fuzzy Mamdani

## 1. Introducere

Etimologia cuvântului referendum ne duce către gerunziul verbului latinesc *referre*, ceea ce înseamnă acțiunea de a restitui, cu sensul practic de reînțoarcare către opinia poporului. Definierea exactă este cea a votului direct prin care electoratul unei comunități, regiuni sau țări își exprima opinia într-o chestiune, de obicei, contextuală. Exemple sunt modificarea constituției și chestiunea suveranității (când referendumul îmbracă forma particulară a plebiscitului) și ele sunt forme ale democrației participative sau chiar directe (DD).

DD câștigă teren în ultimul timp din perspectiva folosirii instituției referendumului. Deși scepticii se tem de lipsa de informarea cetățeanului, de costurile ridicate sau de clivajul dintre elite și mulțimea largă, perspectivele economice sunt de bun augur pentru o DD funcțională (Matsusaka, 2005). Problema absenteismului în cadrul referendumului este uneori importantă, dar nu la fel ca cea a lipsei de informare pentru cetățenii din Elveția anilor 1981-1999, un stat cu multiple valențe referendare în care se manifestă unele inclinații tendențioase datorită acestei lipse și unde utilizarea excesivă a referendumului a condus uneori la participări reduse (Lutz, 2007). În același stat și pentru o perioadă similară sunt identificate câteva aspecte ale DD care au impact economic pozitiv: dezbaterile preliminare referendumului duc la o mai bună informare a cetățeanului, acesta își asumă o mai mare responsabilitate și o relaxare a propriilor principii, iar, ca impact direct, se manifestă o îmbunătățire a colectării taxelor pe fondul unor servicii publice real îmbunătățite (Feld & Kirchgassner, 2000). Într-o analiză inter-țări asupra DD, impactul asupra politicilor fiscale și a eficienței guvernării este reconfirmat, însă nu și în ce privește productivitatea și percepția asupra fericirii individului; în schimb se accentuează nevoia unei rafinări a direcționării referendumului către probleme contextuale (Blume et al., 2009).

Problema cvorumului unui referendum (CR), adică stabilirea unui prag exprimat relativ (procentual) sau absolut (numeric) care să constituie un etalon de validare a reprezentativității referendumului prin participare, este intens discutată în ultimele decenii. Subiect al paradoxurilor specifice deciziilor politice

prin vot, din clasa compunerii și descompunerii (Nurmi, 1998), CR nu este recomandat pentru că preîntâmpină participarea puternică din două motive (Venice Commission, 2007): *i*) cvorumul de plen (procent din participanți) presupune asimilarea celor care se abțin cu cei care votează împotriva și *ii*) cvorumul de aprobare (procent din totalul votanților înregistrat) face adoptarea dificilă în cazul unui prag ridicat și duce la frustrarea unei mari majorități de participanți în cazul nedepășirii pragului. Pentru a preîntâmpina tendențiozitatea către acceptare, rezultatul referendumului ar trebui să ia în calcul respingerea în cazul nevalidării, iar în calcularea CR să se țină cont de memoria colectivă a referendumurilor și de paradoxul că cvorumul țintă este atins mai degrabă când nu este impus. Astfel, se sugerează obținerea unui vot non-optimal pe baza inclinațiilor și preferințelor politice ale cetățenilor care urmăresc rezultatul și nu participarea în sine (Zwart, 2010). Reiterând ideea paradoxului cvorumului, Herrera și Matozzi (2010) propun stabilirea acestuia la un nivel care să fie sub jumătatea țintei preconizate ca participare. Dacă CR este introdus pentru că se dorește asigurarea unei anume legitimități pentru decizia politică a referendumului, acesta are consecințe negative chiar și din perspectiva aspectelor pe care încearcă să le prevină prin promovarea absenteismului și nu a reprezentativității, deși se opune status quo-ului, nu e sigur că ar dezavantaja minoritățile, dar facilitează presiunile asupra votanților într-un mod nedemocratic (Aguiar-Conraria & Magalhães, 2010).

Trecând în revistă numeroasele argumente de natură științifică și sociopolitică (e.g. Comisia de la Veneția) care se opun stabilirii unui cvorum pentru un referendum, se pune întrebarea de ce s-ar mai susține ideea unei astfel de măsuri. Trei puncte sunt definitorii ca sprijin pentru utilizarea CR: *i*) legitimitate și prevenirea tiraniei unei minorități; necesitatea stabilirii unei reprezentativități *ii*) în funcție de context și *iii*) pe baza unui criteriu cât mai obiectiv, detașat de intenția politică a votului. Argumentele ce stau la baza desființării CR pleacă de la inclinațiile votanților către a vota pentru, împotriva sau a se abține de la vot sau participare. CR nu ar trebui stabilit în funcție de rezultatul urmărit, ci în funcție de criterii cât mai obiective, astfel încât să se preîntâmpine bagatelizarea referendumului sau folosirea acestuia pentru jocuri politice în state care nu sunt consolidate sub domnia legii de drept, vezi situația Germaniei pre-naziste (Zurcher, 1935) sau a României post-comuniste contemporane (Scheppele, 2012).

Articolul acesta este structurat în felul următor: secțiunea 2 discută foarte pe scurt un sistem inferențial logic fuzzy de tip Mamdani, bazat pe incertitudine epistemică; modelul introdus aici pentru calcularea CR este prezentat în secțiunea 3; rezultate și exemple sunt prezentate în secțiunea 4; iar ultima secțiune este alocată pentru concluziile acestei explorări conceptuale.

## **2. Logica fuzzy**

Logica fuzzy (LF) este o extensie, o relaxare a logicii binare care, din perspectiva formalizării matematice, lucrează cu două valori: 0 și 1. LF este o logică multivaloare care folosește întreaga plajă de valori între 0 (nimic, lipsă totală) și 1 (absolut, prezență clară) pentru a negocia cu probleme modelate în mod natural sub constrângerea impreciziei și criteriilor bine definite aparținând unor clase de valori și nu unor variabile aleatoare (Zadeh, 1965). LF a fost deja folosită în științele sociale (Montero, 2008) sau în cele politice (Nurmi & Kacprzyk, 2007) iar rolul incertitudinii este dezbătut într-o manieră logic-propozițională din perspectiva politică (Sen, 2009) sau chiar sub aspectul fuzzy în sistemele sociale (Treadwell, 1995). Pentru a construi un model decizional al stabilirii CR bazat pe LF (MFC) se va apela la un sistem inferențial fuzzy de tip Mamdani (SIFM) ce este folositor pentru controlere ce ghidează procese tehnologice formalizate de o manieră imprecisă lingvistic-umană. SIFM dă rezultate remarcabile în cazul problemelor nedefinite clar, precum chestiunea controversată a CR și există exemple de

controlere aplicate în domenii ce țin de comerțul online (Liu et al., 2005) sau managementul lanțului de distribuție (Ayadi et al., 2013).

Figura 1 ilustrează pașii unui SIFM (Mamdani & Assilian, 1975; MathWorks, 2014) care se bazează pe convertirea unor valori clare ale inputurilor la valori fuzzy, conținute în seturi fuzzy, și care, trecute printre regulile unei baze de cunoștințe, se agregă și se reconvertesc la valori clare.

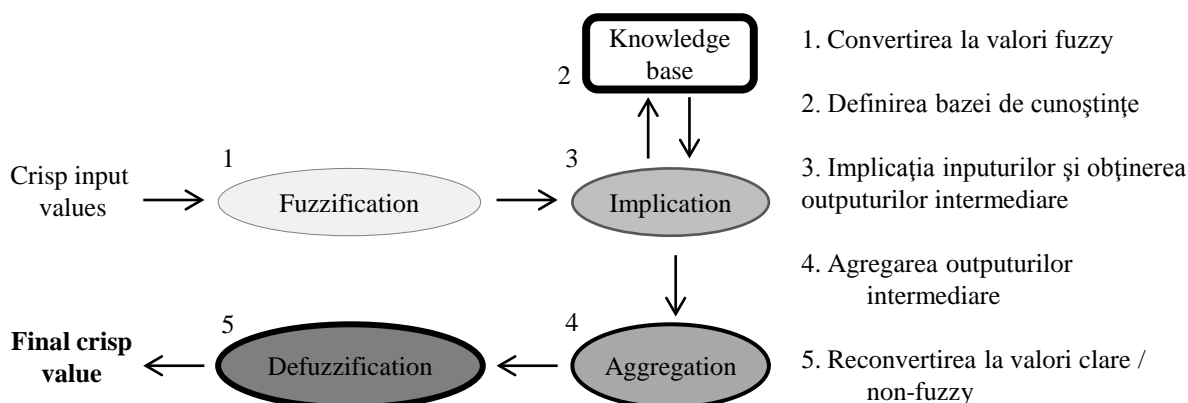


Figura 1. SIFM

Fără a mai insista pe formalizarea SIFM, în secțiunea următoare se va discuta și construi MFC exemplificând astfel sistemul inferențial descris vizual simplificat în Figura 1.

### 3. Modelul fuzzy al stabilirii cvorumului (MFC)

Pentru a construi MFC este necesar să se construiască seturile fuzzy (SF) ale inputurilor și outputului, după ce acestea sunt identificate. SF constituie ele însele în cadrul LF extensie a seturilor clasice din logica binară și sunt descrise prin funcții de apartenență sau membre notate de obicei cu  $\mu$  și luând valori în intervalul  $[0; 1]$  sau  $[0\%; 100\%]$ . Fiecare SF al inputurilor și outputului va fi construit ca un set ce conține alte (sub)seturi fuzzy care definesc variabilele modelului prin abordare calitativ-lingvistică. Dacă outputul MFC este ușor de identificat prin dimensiunea sau valoarea cvorumului (mai simplu, cvorum), inputurile sunt mai greu de stabilite. Diferit de abordările anterioare, vezi secțiunea 1, nu tiparul votanților va sta la baza MFC, ci variabile exogene alegătorului, dar specifice problemei contextuale a referendumului.

Prima variabilă de care trebuie să se țină cont este *Tipul* de lege, hotărâre, decizie etc. care trebuie luată și identificăm două subtipuri: *propunere* și *abrogare*. Prima ar reprezenta o lege care să aibă caracter de noutate pură, iar a doua ar însemna contestarea totală a unei reguli sau decizii anterioare. Este greu de făcut o identificare exactă a unuia dintre subtipuri și mai greu de identificat un indicator care să calculeze gradul de apartenență între cele două. Ca exemplu ipotetic de propunere autentică ar fi stabilirea impozitului exploatărilor miniere pe Marte, iar aceasta momentan nu ar veni să abroge nicio regulă privind economia extraterestră. În ceea ce privește abrogarea aceasta nu mai are nevoie de exemplificare, dar un exemplu ipotetic ar fi interzicerea utilizării autoturismelor ce nu folosesc combustibil ecologic în rezervațiile naturale. Fiecare dintre cele două exemple se deosebește unul de celălalt, neintersectându-se.

Al doilea input al MFC este *Discrepanța*, care se referă la gradul de contradicție pe care proiectul legislativ îl are în raport cu celelalte legi. La prima vedere pare că nu există o diferență între *Tip* și *Discrepanță*, pentru că și a doua s-ar raporta la felul în care noua decizie se opune, ca și o abrogare mai mult sau mai puțin pură, unei reguli anterioare. Diferența este că *Tip* se raportează mai degrabă individual la o lege anterioară, pe când *Discrepanța* se referă la un set de legi sau chiar la prevederi constituționale care nu sunt legate strict de subiectul în sine. Exemple, preluate de la descrierea

anterioară a variabilei *Tip*, ar fi următoarele: impozitarea veniturilor din minerit pe Marte să fie mai mică decât cea a paradelor de modă (ar avantaja bărbații, în acest caz ) sau autoturismele non-ecologice să fie interzise în rezervațiile naturale, cu excepția celor care au volan pe dreapta (un exemplu, fără îndoială, arbitrar). Scala de valori a *Discrepanței* este aceeași ca la *Tip*: 0-1 sau 0%-100%. Cele trei subseturi propuse pentru *Discrepanță* sunt *mică*, *medie* și *mare*. Tot prin exemplificare putem susține această alegere și primul ar fi: mineritul ce face apel la utilajele pe bază de energie solară să fie scutit de anumite taxe (deși celelalte tipuri de utilaje sunt conforme standardelor) este la nivelul *jos*. Subsetul *mediu* ar fi caracterizat printr-o astfel de abordare: autoturismele de culoare roșie sunt interzise în rezervațiile naturale pentru că sperie animalele, deși nici un studiu științific nu confirmă acest lucru. Nivelul *ridicat* ar apărea dacă doar autoturismelor li s-ar permite accesul în rezervațiile naturale, pietonilor sau bicicliștilor fiindu-le interzis acest lucru.

Ultimul variabilă pe care o luăm în calcul pentru MFC este *Durata* sau *Vârsta* unei legi. Vom aborda *Vârsta* prin a preciza că scala de valori la care se raportează este exprimată în ani și aparține intervalului  $[0; \infty)$ . Privind o lege sau regulă ca un serviciu oferit dinspre comunitate spre comunitate, ne inspirăm din viața unui produs comercial obișnuit pentru a îi identifica vârsta. De altfel, ciclurile de viață ale unui produs tehnologic sau tehnologii sunt asemănătoare ca și concept în inginerie, dezvoltare software sau marketing. Fazele de cercetare, inovare și introducere ale unui produs sunt similare dezvoltării și deciziei politice, iar subsetul *nou*, o continuare a acestora, descrie o pantă descendentă imediat după promulgarea unei legi. Subsetul *matur* este asemănător cu faza de creștere și deplină dezvoltare a unui produs. Al treilea subset, i.e. *vechi*, se suprapune peste faza declinului care poate fi completată de cea a extensiei unui produs, cum este și cazul de față.

Ultimul set fuzzy adus în discuție este cel al outputului *cvorum*, care se raportează la o scală de valori proporțională: 0-1 sau 0%-100%. Alese subiectiv, cele trei subseturi *mic*, *mediu* și *mare* sunt oricând susceptibile a fi subiect al dezbaterii, la fel ca toate subseturile și seturile analizate până acum în MFC.

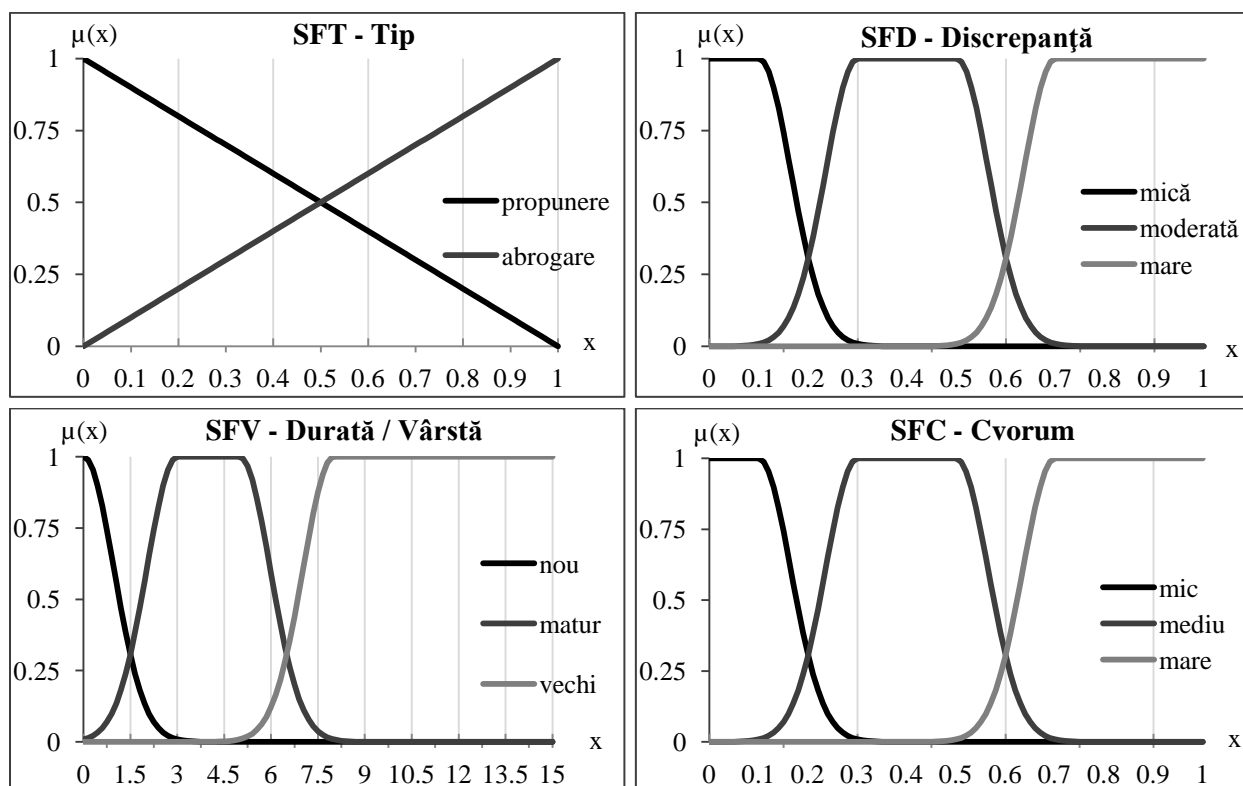


Figura 2. SFT, SFC, SFV și SFC

Figura 2 ilustrează SF ale inputurilor *Tip* (SFT), *Discrepanță* (SFD) și *Durăță* (SFV), precum și al outputului *Cvorum* (SFC). Construcția acestor SF s-a făcut plecând de la identificarea unui proxim pentru valoarea incertitudinii (Turcoane, 2014a).

Aceste inputuri sunt supuse regulilor MFC (RMFC) pentru a defini outputul, iar specificul unei RFMC este tiparul „dacă subsetul *a* al inputului unu și/sau subsetul *b* al inputului doi atunci reiese subsetul *s* al outputului”.

- RMFC 1. **Dacă** (*tip este* propunere) **și** (*discrepanță este* mică) **atunci** (*cvorum este* mic)
- RMFC 2. **Dacă** (*tip este* propunere) **și** (*discrepanță nu este* mică) **atunci** (*cvorum este* mare)
- RMFC 3. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* mică) **și** (*durăță este* nou) **atunci** (*cvorum este* mare)
- RMFC 4. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* mică) **și** (*durăță nu este* vechi) **atunci** (*cvorum este* mare)
- RMFC 5. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* mică) **și** (*durăță este* vechi) **atunci** (*cvorum este* moderat)
- RMFC 6. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* medie) **și** (*durăță este* nou) **atunci** (*cvorum este* moderat)
- RMFC 7. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* medie) **și** (*durăță nu este* nou) **atunci** (*cvorum este* mic)
- RMFC 8. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* medie) **și** (*durăță este* nou) **atunci** (*cvorum este* moderat)
- RMFC 9. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* mare) **și** (*durăță este* nou) **atunci** (*cvorum este* moderat)
- RMFC 10. **Dacă** (*tip este* abrogare) **și** (*discrepanță este* mare) **și** (*durăță nu este* nou) **atunci** (*cvorum este* mic)

Pentru a defini construcția MFC mai trebuie precizate metodele sau operatorii care sunt folosiți pentru defini componentele MFC, vezi Figura 1. Fără a intra în detaliile logico-matematice și plecând de la o abordare Matlab (MathWorks, 2014), alegerile sunt următoarele: **și** - min, **implicație** - produs, **agregare** - probor și **reconvertire** - centroid.

Odată stabilite regulile și operatorii SIFM, nu rămâne decât să se facă câteva simulări ale determinării mărimii CR în secțiunea următoare.

#### 4. Rezultate și exemple

Pentru a calcula valorile de extrem ale CR, i.e. maximă și minimă, s-a utilizat un algoritm de optimizare bazat pe căutare directă (Turcoane, 2014b). Din Tabelul 1 se observă că CR ia valori în MFC într-o plajă foarte largă a intervalului aproximativ (0.093; 0.81). Pe de o parte sunt situații când se preîntâmpină folosirea excesivă a referendumului datorită valorilor maxime foarte ridicate sau se încurajează utilizarea referendumului prin valorile minime foarte scăzute.

Tabelul 1. Exemple de calculări de cvorum

Optimizare	Tip	Discrepanță	Durăță	Cvorum
1. Maximizare	0	0.3624	0.5	<b>0.80941042</b>
	0	0.85	0.5	<b>0.80941042</b>
2. Minimizare	0	0	0.5	<b>0.09311753</b>
	0	0.05	15	<b>0.09311753</b>
	1	0.87	11.5	<b>0.09311753</b>
3. Alte valori mari	1	0	3.57	0.80935687
	1	0.05	0	0.7975
4. Valori medii	0.5	0.5	7.5	0.575
	0.5	0.5	1	0.501
	1	0	8	0.4
	0.9	0.5	7.5	0.227
	1	0.25	3	0.227
5. Alte valori mici	1	0.85	4.02	0.09323834
	1	0.05	4	0.09324849

În afara valorilor maxime și minime, care pot fi generate de combinații diferite ale inputurilor, se obțin și valori extrem de apropiate de cele optime grație unor valori mai puțin așteptate ale inputurilor.

Și în cazul valorilor medii se obțin outputuri asemănătoare cu combinații diferite ale inputurilor, putând spune astfel că există o neliniaritate clară între inputuri, pe de o parte, și output, pe de altă parte.

## Concluzii

Cercetarea de față și-a propus să găsească o soluție pentru a calcula cvorumul unui referendum în funcție de problema contextuală a referendumului și nu raportat la preferințele votanților. Deși cvorumul este combătut de Comisia de la Veneția sau de cercetări științifice ce se raportează la votanți, articolul de față susține folosirea cvorumului pe baza a trei variabile (i.e. *Tip*, *Discrepanță* și *Durață*) încercând să prevină bagatelizarea ideii de referendum și promovând legitimarea acestuia printr-o participare raportată la cauze obiective.

## Contribuție

Această lucrare a fost cofinanțată din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, proiect numărul POSDRU/159/1.5/S/134197 „Performanță și excelență în cercetarea doctorală și postdoctorală în domeniul științelor economice din România”.

## Referințe

- Aguiar-Conraria, L. & Magalhães, P.C., 2010. How quorum rules distort referendum outcomes: Evidence from a pivotal voter model. *European Journal of Political Economy*, 26(4), p.541-557.
- Ayadi, O., Cheikhrouhou, N. & Masmoudi, F., 2013. A decision support system assessing the trust level in supply chain based on information sharing dimensions. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), pp.242-57.
- Blume, L., Müller, J. & Voigt, S., 2009. The economic effects of direct democracy - a first global assessment. *Public Choice*, 140(3-4), pp.431-61.
- Feld, L.P. & Kirchgassner, G., 2000. Direct democracy, political culture, and the outcome of economic policy: a report on the Swiss experience. *European Journal of Political Economy*, 16(2), pp.287-306.
- Herrera, H. & Mattozzi, A., 2010. Quorum and Turnout in Referenda. *Journal of the European Economic Association*, 8(4), p.838-871.
- Liu, F., Geng, H. & Zhang, Y.Q., 2005. Interactive fuzzy interval reasoning for smart web shopping. *Applied Soft Computing*, 5(4), pp.433-39.
- Lutz, G., 2007. Low turnout in direct democracy. *Electoral Studies*, 26(3), pp.624-32.
- Mamdani, E.H. & Assilian, S., 1975. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1), pp.1-13.
- MathWorks, 2014. *Matlab Fuzzy Toolbox Documentation Center*. [Online] Available at: <http://www.mathworks.com/help/fuzzy/index.html/> [Accessed 2 July 2014].
- Matusaka, J.G., 2005. Direct Democracy Works. *The Journal of Economic Perspectives*, 19(2), pp.185-206.
- Montero, J., 2008. The impact of fuzziness in social choice paradoxes. *Soft Computing*, 12(2), pp.177-82.
- Nurmi, H., 1998. Voting paradoxes and referenda. *Social Choice and Welfare*, 15(3), pp.333-350.
- Nurmi, H. & Kacprzyk, J., 2007. Fuzzy Sets In Political Science: An Overview. *New Mathematics and Natural Computation*, 3(3), pp.281-99.
- Scheppele, K.L., 2012. *Romania Unravels the Rule of Law*. [Online] New York Times Available at: <http://krugman.blogs.nytimes.com/2012/07/05/guest-post-romania-unravels-the-rule-of-law/> [Accessed 1 May 2013].
- Sen, A., 2009. *The idea of justice*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University.
- Treadwell, W.A., 1995. Fuzzy Set Theory Movement in the Social Sciences. *Public Administration Review*, 55(1), pp.91-98.
- Turcoane, O., 2014a. *E-Democracy's outputs in a Mamdani fuzzy inference*. [Online] Available at: <http://turcoane.ro/cercetare/articole/EDemocracy%20outputs%20in%20MFIS.pdf> [Accessed 3 December 2014].
- Turcoane, O., 2014b. *A heuristic algorithm that finds an optimum solution for a Mamdani fuzzy inference system*. [Online] Available at: <http://turcoane.ro/cercetare/articole/AOE.pdf> [Accessed 10 December 2014].
- Venice Commission, 2007. *Code of Good Practice on Referendums*. Study. Venice: European Council European Commission for Democracy through Law.
- Zadeh, L.A., 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), pp.338-53.
- Zurcher, A.J., 1935. Hitler Referenda. *The American Political Science Review*, 29(1), pp.91-99.
- Zwart, S., 2010. Ensuring a representative referendum outcome: the daunting task of setting the quorum right. *Social Choice and Welfare*, 34(4), pp.643-677.