

BULETINUL ȘTIINȚIFIC

AL

**UNIVERSITĂȚII TEHNICE
DE CONSTRUCȚII
BUCUREȘTI**

SERIE NOUĂ

Nr. 1 Martie 2017

Disclaimer

With respect to documents available from this journal neither U.T.C.B. nor any of its employees make any warranty, express or implied, or assume any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness, or usefulness of any information, apparatus, product, or process disclosed.

Reference herein to any specific commercial products, process, or service by trade name, trademark, manufacturer, or otherwise, does not necessarily constitute or imply its endorsement, recommendation, or favoring by the U.T.C.B.

The views and opinions of authors expressed herein do not necessarily state or reflect those of U.T.C.B., and shall not be used for advertising or product endorsement purposes

.....

Cu privire la documentele prezente în acest buletin, nici U.T.C.B. și niciunul din angajații săi nu garantează, explicit sau implicit, și nici nu își asumă vreo obligație legală sau responsabilitate pentru corectitudinea, caracterul complet sau utilitatea oricăror informații, aparate, produse sau procese prezentate.

Orice referință care se face în documentul de față la produse comerciale, procese sau servicii, folosindu-se numele de marcă, numele producătorului sau altele de același tip nu constituie în mod necesar o susținere, recomandare sau favorizare a acestora de către U.T.C.B.

Părerile și opiniile autorilor, exprimate în documentul de față, nu reflectă în mod necesar părerile și opiniile U.T.C.B. și ele nu vor fi folosite pentru a face reclamă sau pentru a susține vreun produs

CUPRINS

PROCEDEU DE EVALUARE A CERINȚEI DE ROTIRE ÎN ARTICULAȚIILE PLASTICE PENTRU ELEMENTELE STRUCTURILOR ÎN CADRE DE BETON ARMAT.....	5
--	----------

Alin Mîndoiu

BENCHMARKING-UL ÎN INDUSTRIA APEI DIN ROMÂNIA	16
--	-----------

Rauțu Radu, Dineț Eduard

PROCEDEU DE EVALUARE A CERINȚEI DE ROTIRE ÎN ARTICULAȚIILE PLASTICE PENTRU ELEMENTELE STRUCTURILOR ÎN CADRE DE BETON ARMAT

PROCEDURE FOR EVALUATION OF DEFORMATION DEMAND IN PLASTIC HINGES FOR RC FRAMES MEMBERS

ALIN MÎNDOIU¹

Rezumat: Codul de proiectare seismică P100-1/2013 [1] evaluează cerința de rotire a grinzilor structurilor în cadre de beton armat ca fiind egală cu driftul unghiular. În prezenta lucrare se urmărește obținerea unor relații de calcul pentru cerința de rotire în funcție de parametrii specifici calculului elastic, de exemplu: perioada proprie de vibrație a structurii, clasa de ductilitate a structurii, perioada de colț a spectrului de răspuns elastic, accelerația de proiectare a terenului.

Cuvinte cheie: cerință de rotire, diagramă dispersie, regresie liniară, drift unghiular

Abstract: Romanian seismic code P100-1/2013 assess the rotation demand of reinforced concrete frames as equal with angular drift. The objective of this paper is to obtain expressions for the rotation demand base on parameters of elastic structural analysis: period of vibration of the structure, ductility class of the structure, the corner period of the elastic spectra and the design ground acceleration.

Keywords: rotation demand, dispersion graphs, linear regression, angular drift

1. Introducere

În mod obișnuit verificarea rotirilor în articulațiile plastice în stâlpii și grinzile structurilor în cadre de beton armat, în conformitate cu prevederile P100-1/2013 [1], implică determinarea cerinței de rotire și compararea acesteia cu capacitatea. Prezentul articol tratează determinarea cerinței de rotire în articulațiile plastice.

Rotirea corzii se determină cu relația (1):

$$\theta_e = \frac{d_v}{L_v} \quad (1)$$

în care:

L_v este distanța de la capătul elementului la punctul de inflexiune al deformatei;

d_v este deplasarea la nivelul punctului de inflexiune în raport cu capătul elementului.

În cazul grinzilor structurilor în cadre de beton armat, valorile θ_e se pot aproxima prin raportul între deplasarea relativă de nivel d_r și înălțimea nivelului, h (fig. 1):

¹ Drd. ing. Universitatea Tehnică de Construcții București (PhD Student, Eng., Technical University of Civil Engineering Bucharest), Facultatea de Construcții Civile, Industriale și Agricole (Faculty of Civil, Industrial and Agricultural Buildings), e-mail: alin.mindoiu@yahoo.com.

Referent de specialitate: Prof. univ. dr. ing. Tudor POSTELNICU, Universitatea Tehnică de Construcții București, (Professor PhD, Technical University of Civil Engineering Bucharest).

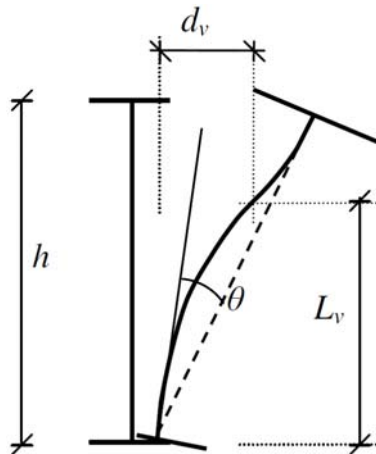


Fig. 1 – Rotirea corzii pentru o structură în cadre de beton armat [1]

$$\theta_e = \frac{d_r}{h} \quad (2)$$

Pentru stâlpii de beton armat rotirea la bază este egală cu driftul unghiular dacă diagrama de moment sub forțele de cod este în simplă curbură, aceasta crescând progresiv până la o valoare dublă dacă diagrama de moment este în dublă curbură.

O procedură asemănătoare pentru determinarea cerinței de rotire este prevăzută și de codul seismic NZS 3101-2006 [2].

2. Procedeu de determinare a formulelor pentru evaluarea cerinței de rotire

Cercetarea raportată în prezentul referat are ca principal obiectiv propunerea unor relații cu un nivel de încredere superior pentru determinarea cerințelor de rotire plastică în zonele critice ale stâlpilor și grinzilor în cadre de beton armat proiectate pe baza codului național.

Calea pentru a atinge acest obiectiv este de a prelucra statistic rezultatele obținute pe un număr mare de cazuri și tipuri de cadre etajate de beton armat utilizând instrumentul de calcul cel mai performant de care se dispune, calculul dinamic neliniar. Volumul de situații investigate trebuia să fie suficient de cuprinzător pentru a acoperi domeniul acestui sistem structural în condițiile țării noastre, din punct de vedere al caracteristicilor structurale și din punctul de vedere a acțiunii seismice considerate.

Se intenționează ca procedeul de evaluare al cerințelor de rotire plastică să poată fi utilizat în proiectarea curentă. Astfel, cerințele de rotire vor fi puse în relație cu driftul unghiular furnizat de un calcul elastic obținut la forțele seismice de proiectare.

Rezultă că stabilirea relațiilor cerințelor de deformare plastică implică următoarele etape de calcul:

- i) dimensionarea a 72 de cadre selectate pentru analiză prin procedee prevăzute în codul de proiectare seismică;
- ii) construirea modelelor de calcul dinamic neliniar: modelarea articulațiilor plastice, legea histeretică de comportare, determinarea parametrilor de amortizare;
- iii) generarea accelerogramelor sintetice care vor constitui excitația seismică în cadrul cercetării;
- iv) rularea calcului dinamic neliniar pentru cadrele selectate;

- v) obținerea valorilor medii pentru fiecare caz analizat;
- vi) calculul dispersiei rezultatelor valorilor de calcul pentru fiecare din parametrii esențiali;
- vii) stabilirea pe baza analizei dispersiei a relațiilor pentru calculul deplasărilor și cerințele de rotire plastică în funcție de T_1 , T_c , a_g .

2.1. Modelarea pentru calculul dinamic neliniar

Programul folosit pentru calculul dinamic neliniar este Open Sees [3].

La capetele grinzilor au fost definite articulații plastice punctuale cărora li s-a atribuit un model histeretic de comportare de tip Takeda [4] (fig. 2). Acest model orientează curba de încărcare către punctul de maxim din ciclul precedent, dacă rigiditatea este mai mare decât în cazul în care încărcare se face către punctul de maxim absolut.

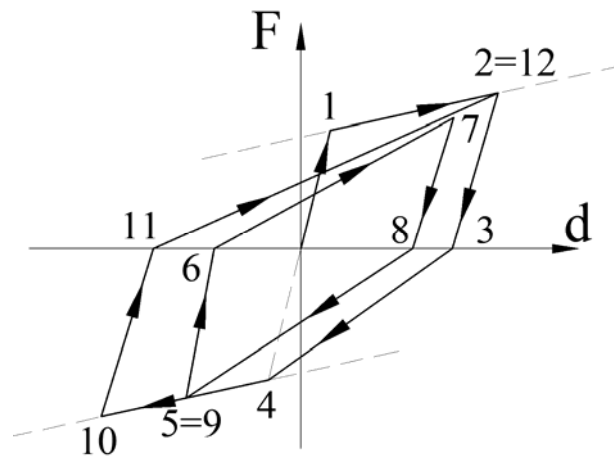


Fig. 2 – Modelul histeretic Takeda [4]

Stâlpul a fost modelat cu plasticitate distribuită, folosind 5 puncte de integrare pe element (forbasedbeamcolumn element [5]). Pentru oțel s-a folosit un model bilinear cu consolidare cinematică (fig 3), iar pentru beton s-a folosit modelul Kent-Scott-Park [6] (fig 4).

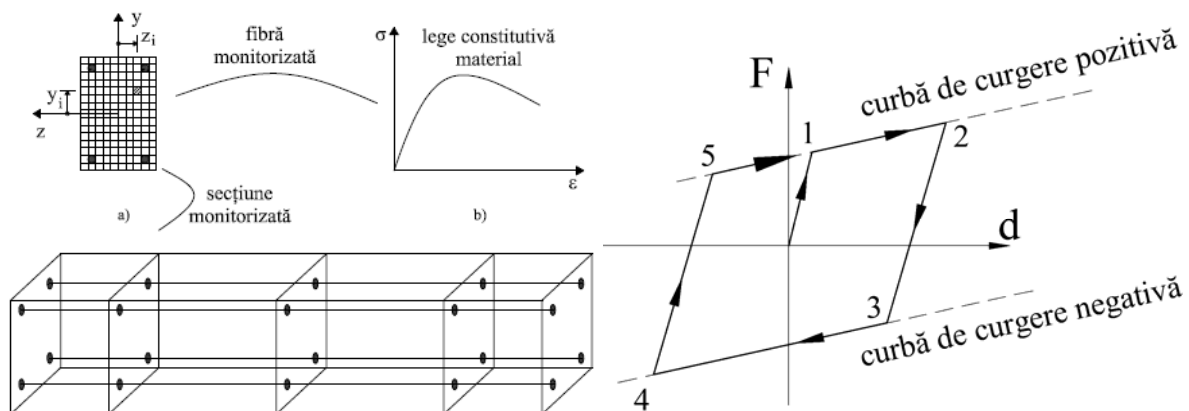


Fig. 3 – Modelul bilinear cu consolidare cinematică

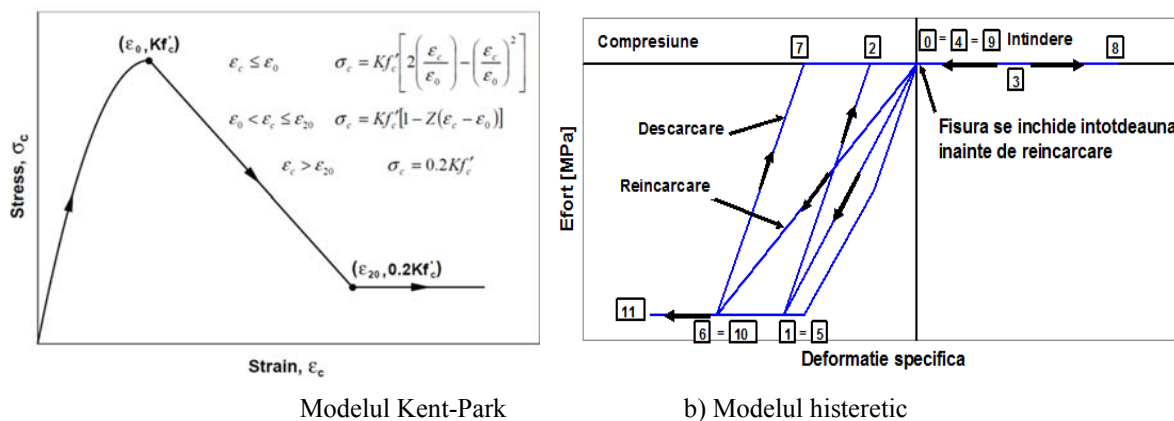


Fig. 4 – Modelul histeretic folosit pentru beton [6]

Pentru amortizare s-a folosit modelul Rayleigh [7]. Frațiunea din amortizarea critică s-a considerat 5% pentru perioadele $0.2 \cdot T_1$ și $1.5 \cdot T_1$, unde T_1 este perioada fundamentală a structurii.

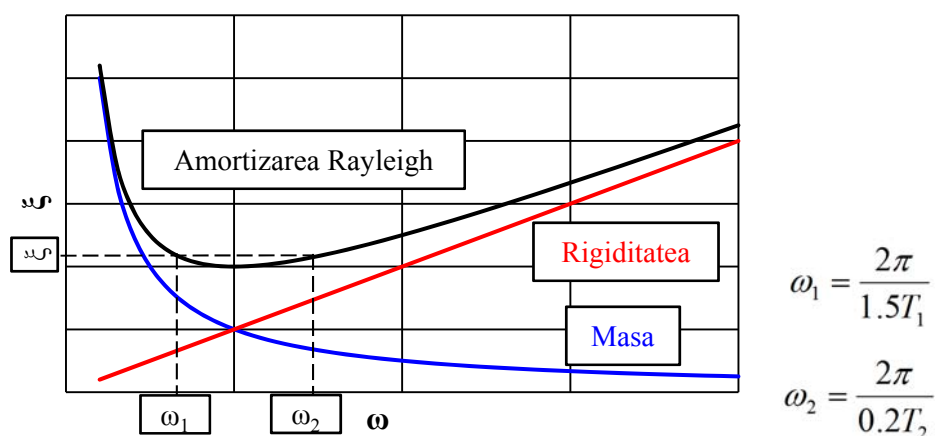


Fig. 5 – Modelul de amortizare Rayleigh

$$C = \alpha[M] + \beta[K] \tag{3}$$

$$\zeta_i = \frac{\alpha}{2} \frac{1}{\omega_i} + \frac{\beta}{2} \omega_i \tag{4}$$

2.2. Acțiunea seismică

Acțiunea seismică este reprezentată de un set de 40 de accelerograme compatibile cu spectrul elastic de accelerații (fig. 6), generate artificial utilizând programul MSIMQKE [8], program elaborat de Vanmarke și Gasparini [9] în anul 1976 la MIT. Factorul de amplificare dinamică, accelerația de proiectare a terenului și perioadele de colț au fost considerate conform codului de proiectare seismică P100-1/2013 [1].

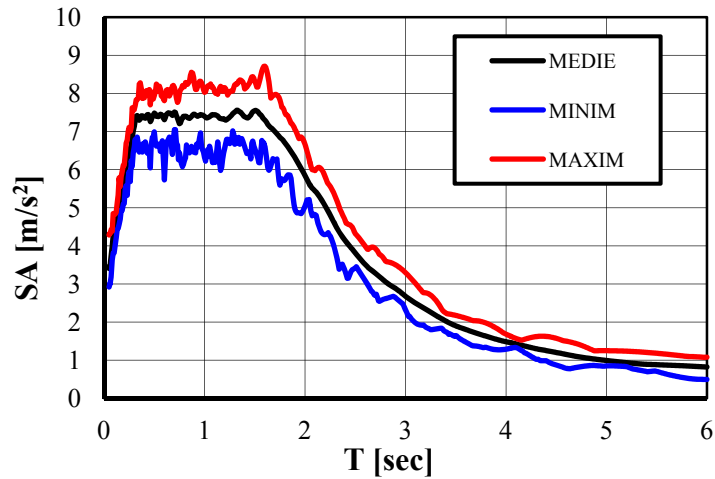


Fig. 6 – Valoarea medie, minimă și maximă a spectrului de răspuns al accelerogramelor

$$a_g = 0.30g, T_c = 1.6\text{sec}, \beta = 2.5$$

2.3. Întocmirea diagramelor de dispersie

În figura (7) se prezintă, exemplificativ, diagramele de dispersie a cerințelor de rotire asociate momentului negativ în funcție de parametrii de calcul considerați. Astfel de diagrame se întocmesc și pentru cerințe de rotire asociate momentului pozitiv și pentru cerințele de rotire de la baza stâlpilor.

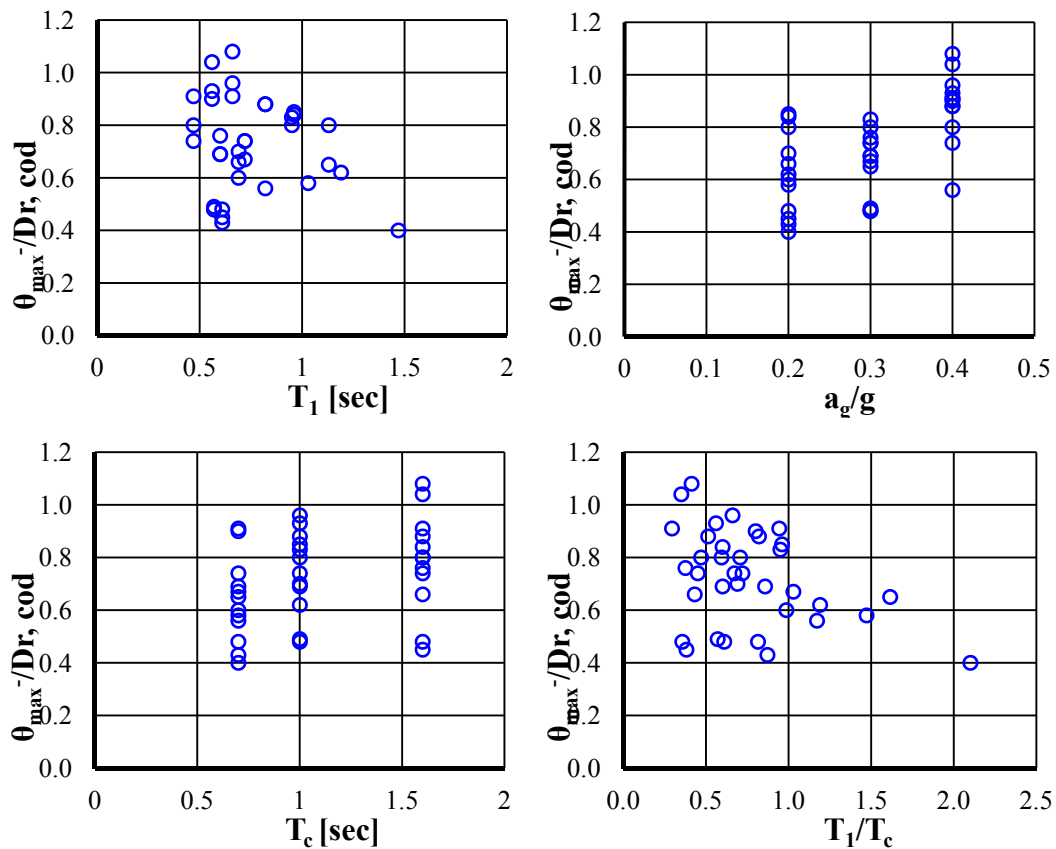


Fig. 7 – Diagramele de dispersie a raportului $\theta_{\max}^- / Dr, cod$ pentru DCH

Evaluând global rezultatele, se constată că valorile raportului dintre rotirile maxime impuse (cerințele de rotire) elementelor unei structuri în cadre de beton armat și driftul calculat cu metoda forțelor seismice statice echivalente crește o dată cu creșterea accelerației terenului și scade o dată cu creșterea raportului dintre perioada fundamentală a structurii și perioada de colț (și cu perioada proprie fundamentală a structurii). Prin urmare relațiile pentru evaluarea cerințelor de rotire în elementele structurilor în cadre de beton armat trebuie să țină seama de influența acestor factori, adică trebuie să fie de forma: $\theta = f\left(\frac{T_1}{T_c}, \frac{a_g}{g}\right) \cdot Dr, cod$.

2.4. Formule pentru determinarea cerinței de rotire a grinzilor și stâlpilor pentru DCH:

$$\theta_{\max}^- = \left(\underbrace{0.45 - 0.1 \frac{T_1}{T_c} + 1.18 \frac{a_g}{g}}_{SF1} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.3 \quad (5)$$

$$\theta_{\max}^+ = \left(\underbrace{0.61 - 0.24 \frac{T_1}{T_c} + 0.91 \frac{a_g}{g}}_{SF2} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.225 \quad (6)$$

$$\theta_{\max}^s = \left(\underbrace{1.06 - 0.38 \frac{T_1}{T_c} + 0.66 \frac{a_g}{g}}_{SF5} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.35 \quad (7)$$

2.5. Formule pentru determinarea cerinței de rotire a grinzilor și stâlpilor pentru DCM:

$$\theta_{\max}^- = \left(\underbrace{0.64 - 0.11 \frac{T_1}{T_c} + 0.2 \frac{a_g}{g}}_{SF3} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.375 \quad (8)$$

$$\theta_{\max}^+ = \left(\underbrace{0.47 - 0.23 \frac{T_1}{T_c} + 0.92 \frac{a_g}{g}}_{SF4} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.325 \quad (9)$$

$$\theta_{\max}^s = \left(\underbrace{0.97 - 0.3 \frac{T_1}{T_c} + 1.13 \frac{a_g}{g}}_{SF6} \right) \cdot Dr, cod, \text{ cu } \gamma_{el} = 1.3 \quad (10)$$

Reprezentarea grafică a formulelor de tipul $\theta_{\max} = f\left(\frac{T_1}{T_c}, \frac{a_g}{g}\right) \cdot Dr, cod$ se realizează în 3 ipoteze, care corespund situațiilor distincte precizate de codul de proiectare, în ceea ce privește exigențele de evaluare a deformațiilor seismice.

- i) Se consideră $Dr, cod = 2.5\%$ la SLU (structuri tip A);

- ii) Se consideră $Dr, cod = 0.5\%$ la SLS și natura legăturilor între componentele nestructurale și structura de beton armat sunt de tipul celor care contribuie la rigiditatea de ansamblu a structurii [1]; se determină driftul la SLU (structuri tip B);
- iii) Se consideră $Dr, cod = 0.5\%$ la SLS și natura legăturilor între componentele nestructurale și structura de beton armat sunt de tipul celor care nu interacționează cu structura [1]; se determină driftul la SLU (structuri tip C).

3. Determinarea cerinței de rotire la moment negativ (DCH)

În figura (8) se prezintă, exemplificativ, valorile $\frac{\theta_{max}^-}{Dr, cod}$ obținute din calcul dinamic nelinier împreună cu reprezentarea formulelor propuse pentru acest raport în proiectarea la DCH:

$$\theta_{max}^- = \left(0.45 - 0.1 \frac{T_1}{T_c} + 1.18 \frac{a_g}{g} \right) \cdot Dr, cod \quad (11)$$

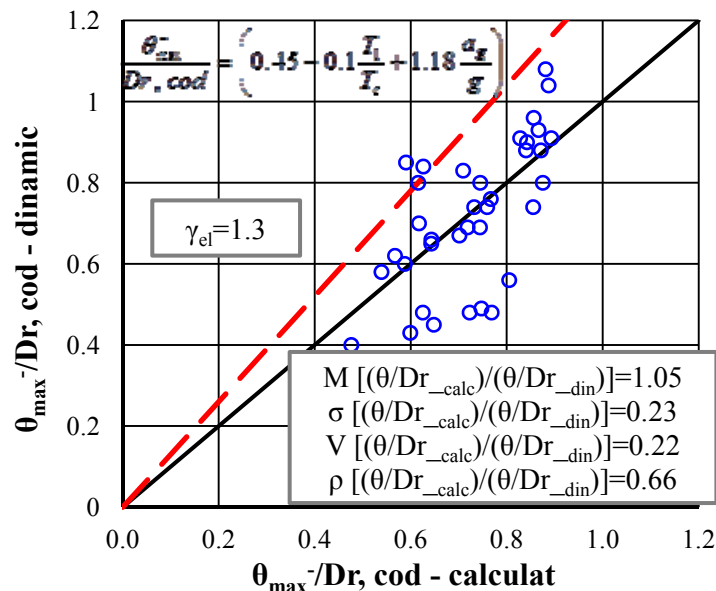


Fig. 8 – Expresie propusă pentru evaluarea $\theta_{max}^- = f\left(\frac{T_1}{T_c}, \frac{a_g}{g}\right)$ pentru DCH

Reprezentările grafice ale relației (11) pentru diferite combinații ale parametrilor sunt realizate în figurile (9) și (10).

Analizând graficele din figurile (9) și (10) se pot concluziona următoarele:

- Cerința de rotire maximă pentru $T_c = 0.7$ sec și $a_g = 0.3g$ este 1.8% radiani;
- Cerința de rotire maximă pentru $T_c = 1.0$ sec și $a_g = 0.3g$ este 2.3% radiani;
- Cerința de rotire maximă pentru $T_c = 1.6$ sec și $a_g = 0.3g$ este 2.6% radiani;

Rotirea minima, stabilită conventional pentru valoarea $\frac{T_1}{T_c} = 2$ pentru $a_g = 0.3g$ este 1.2% radiani.

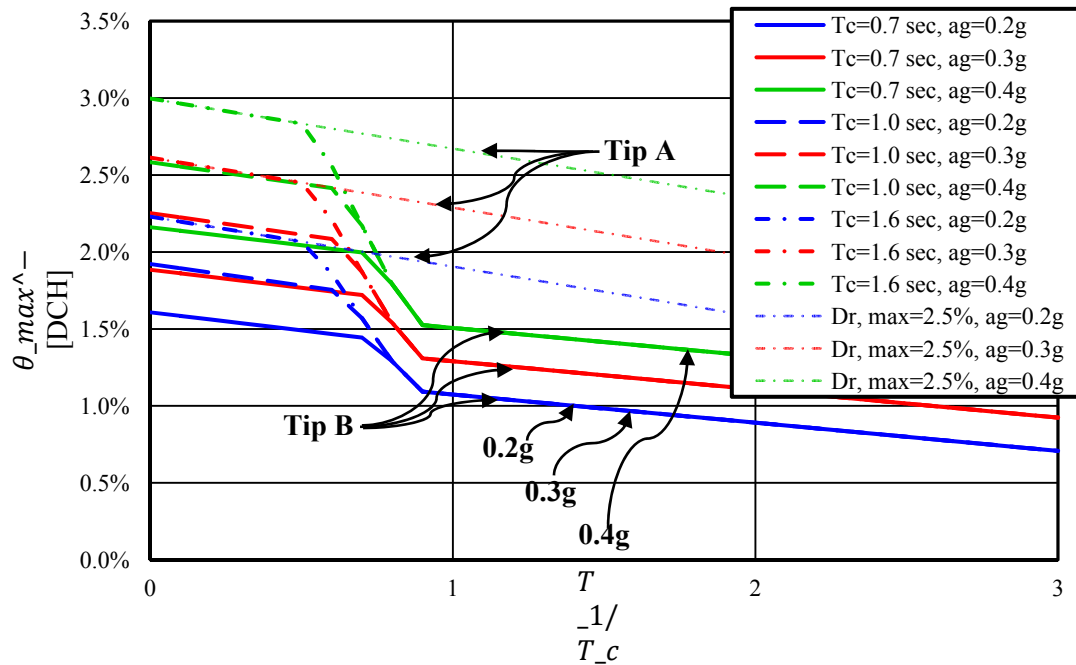


Fig. 9 – Determinare θ_{\max}^- pentru structuri tip A și B

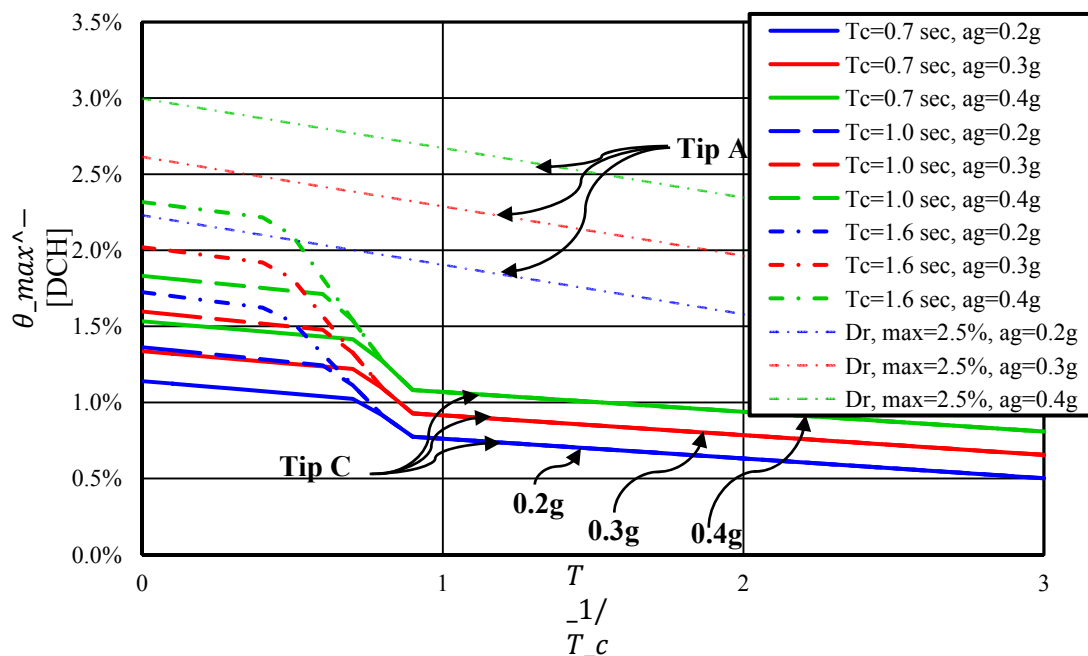


Fig. 10 – Determinare θ_{\max}^- pentru structuri tip A și C

Factorii de scalare ai driftului, incluzând și coeficienții parțiali de siguranță, pentru obținerea cerințelor de rotire din formulele 5 – 10 sunt reprezentați grafic în figurile 11 – 13.

Cu linie punctată neagră este reprezentată cerința de rotire din P100-1/2013 care este egală cu driftul unghiular. Se apreciază că cerințele de rotire evaluate conform codului românesc sunt în majoritatea cazurilor acoperitoare și foarte acoperitoare.

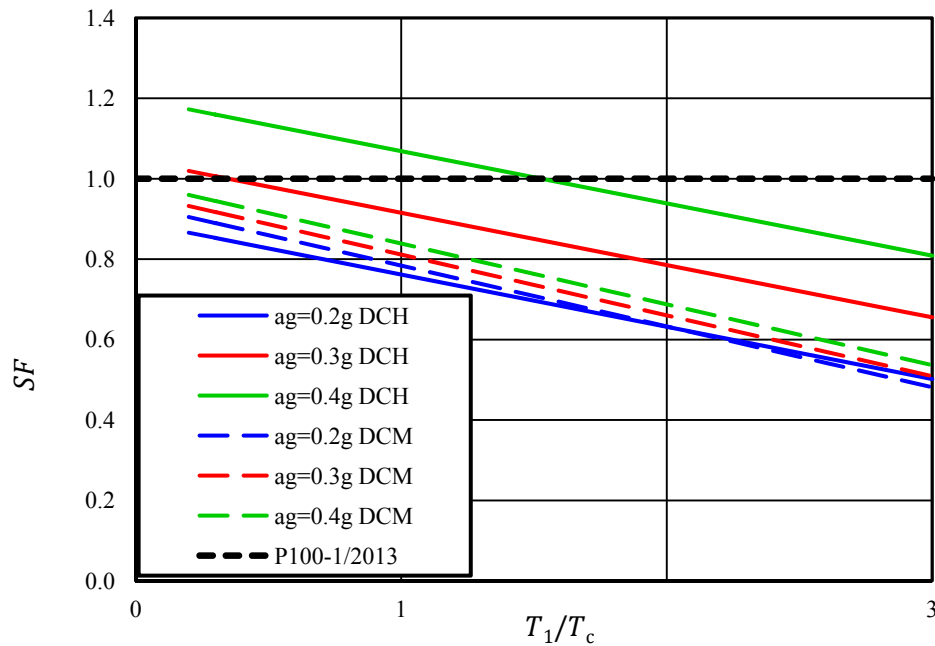


Fig. 11 – Comparație între valorile factorilor de amplificare SF_1 și SF_3 de evaluare a cerinței de rotire negativă pentru DCH, respectiv DCM

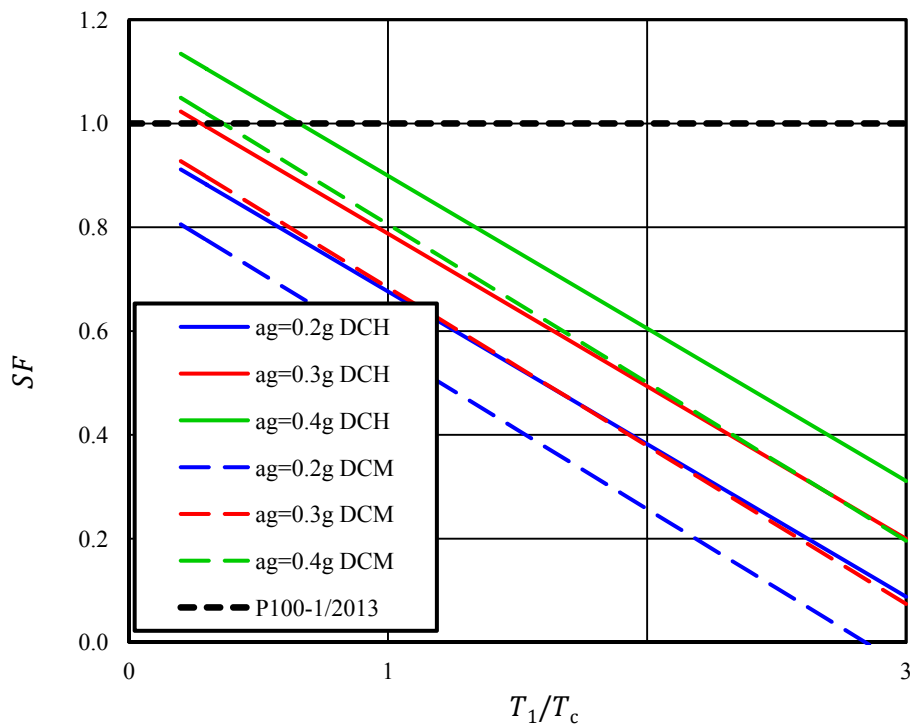


Fig. 12 – Comparație între valorile factorilor de amplificare SF_2 și SF_4 de evaluare a cerinței de rotire pozitivă pentru DCH, respectiv DCM

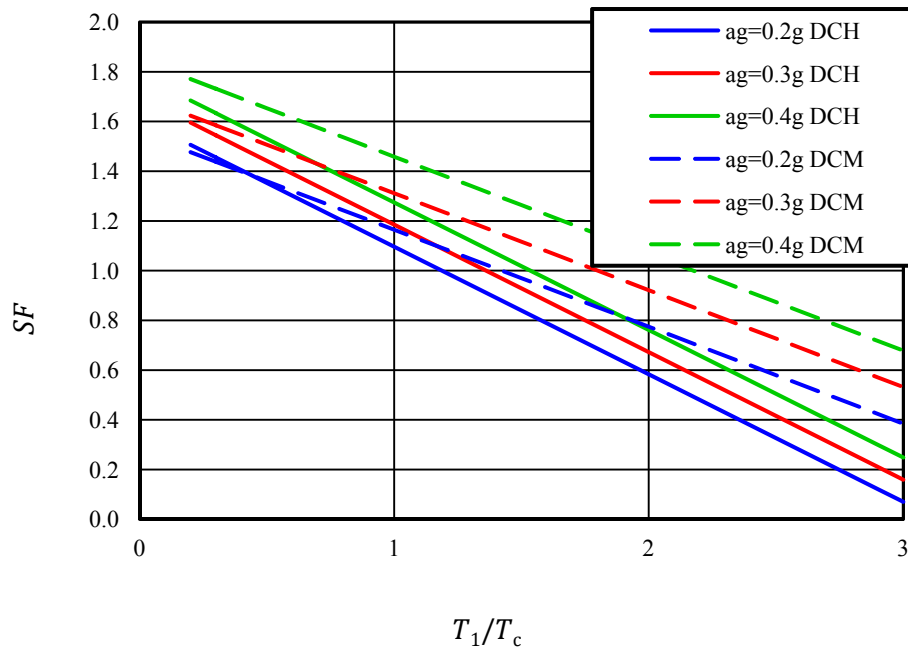


Fig. 13 – Comparație între valorile factorilor de amplificare SF_5 și SF_6 de evaluare a cerinței de rotire a stâlpului pentru DCH, respectiv DCM

4. Concluzii

Studiile efectuate au permis calibrarea unor relații de calcul pentru evaluarea cerințelor de rotire plastică în grinzile și stâlpii structurilor în cadre de beton armat. Expresiile de calcul au fost stabilite utilizând calea cea mai rațională: sinteza rezultatelor furnizate de calculul dinamic nelinier al unui număr semnificativ de tipuri caracteristice de cadre. În felul acesta, valorile obținute prin aplicarea acestor relații pot fi considerate în normele de proiectare. Se constată că procedeul de evaluare a cerințelor de rotire din P100-1/2013 [1], constând din amplificarea deplasărilor obținute dintr-un calcul liniar elastic sub forțele seismice de proiectare, amplificat cu produsul cq , duce la valori mai mari, în unele cazuri mult mai mari decât cerințele seismice efective.

Prelucrarea diagramelor de dispersie ale cerințelor de rotire pune în evidență principalii parametri de care depind aceste valori:

- perioada de control, T_c , a spectrului de accelerații. Cerințele au valori mai mari pentru perioade de colț scurte;
- perioada proprie de vibrație T_1 a structurii. În domeniul $T_1 > T_c$, cerințele variază relativ puțin ca urmare a faptului că în acest domeniu spectrul elastic de deplasare variază puțin și reprezintă o limită superioară a spectrului nelinier de deplasare. În domeniul $T_1 < T_c$ valorile cerințelor de deplasare sunt mai mari, întrucât spectrul nelinier de deplasare are ordonate semnificativ mai mari decât spectrul elastic;
- accelerația de proiectare.

Bibliografie

- [1] MDRAP, “*Cod de proiectare seismică: Partea I—Prevederi de proiectare pentru clădiri*”, P100-1, Septembrie 2013
- [2] SNZ, “Concrete structures standard. Part 1-The design of concrete structures”, NZS 3101.1, 2006
- [3] McKenna F, Fenves G, Scott M, Jeremic B (2000), Open system for earthquake engineering simulation (OpenSees). Berkley, CA
- [4] Otani, S., Hysteretic models for reinforced concrete for earthquake analyses. Faculty of Architecture, University of Tokyo, Tokyo, Vol XXXVI, No.2 1981, pp 125-159
- [5] Taucer, Fabio F, E Spacone, FC Filippou. A, Fiber Beam-Column Element for Seismic Response Analysis of Reinforced Concrete Structures
- [6] D. C. Kent and R. Park, Flexural members with confined concrete. Journal of the Structural Division, ASCE, 97(7):1969–1990, 1971
- [7] Rayleigh, L. (1877), Theory of Sound (two volumes). Dover Publications, New York, 1945 re-issue, second edition
- [8] MSIMQKE, CD lucrare - Postelnicu, T., Damian, I, Zamfirescu, D., Morariu, E., “Proiectarea structurilor de beton armat în zone seismice”, MarLink, București, 2012
- [9] Gasparini, D. A., Vanmarke, E. H. (1976), Gasparini, D. A., Vanmarke, E. H., “Simulated Earthquake Motions Compatible with Prescribed Response Spectra”, Rpt. No. R76-4, Dept. of Civil Engrg., MIT, Cambridge, Massachusetts, 1976

BENCHMARKING-UL ÎN INDUSTRIA APEI DIN ROMÂNIA

THE BENCHMARKING IN WATER INDUSTRY FROM ROMANIA

RAUȚU RADU¹, DINETȚ EDUARD²

Rezumat: *Companiile de apă din lumea întreagă caută căi de îmbunătățire a performanței și nivelului serviciilor la costuri cât mai reduse. Una dintre principalele tehnici de management orientate către îmbunătățirea calității produselor/serviciilor prestate și creșterea profitabilității este benchmarking-ul. Această tehnică reprezintă o posibilitate eficientă de a compara propriul nivel de performanță cu cel al unei alte utilități similare. Prin urmare, utilitățile de apă și apă uzată au nevoie de o bază de date acoperitoare, sigură pentru o astfel de comparație.*

Cuvinte cheie: benchmarking, servicii de alimentare cu apă și canalizare, pierderi de apă

Abstract: *The worldwide Water Companies looking for ways to improve the performance and service levels at lower costs. One of the main techniques to improve product quality-oriented management / services and increasing profitability is the benchmarking. This technique is an effective possibility and is to compare their performance level to that of other similar utilities. Therefore, water and wastewater utilities need a database covers, safe for such a comparison.*

Keywords: benchmarking, water and wastewater services, water losses

1. Introducere

Furnizarea de servicii de alimentare cu apă și canalizare sigure și cu arie de acoperire maximă, reprezintă un obiectiv principal pentru toți operatorii de utilități publice. Deși cerința pentru servicii mai bune din punct de vedere calitativ, dar și care să se adreseze unui număr mai mare de consumatori este în creștere, nivelul finanțării unor astfel de servicii este din ce în ce mai limitat. Din acest motiv, utilitățile din lumea întreagă caută căi de îmbunătățire a performanței și nivelului serviciilor la costuri cât mai reduse.

O posibilitate eficientă de identificare a principalelor elemente ce pot oferi o imagine asupra eficienței unui sistem este aceea de a compara propriul nivel de performanță cu cel al altui sistem similar. Prin urmare, sistemele de apă și apă uzată au nevoie de o bază de date acoperitoare, sigură ce poate asigura o astfel de comparație.

Benchmarking-ul este o tehnică de management menită să ajute la îmbunătățirea performanțelor prin cercetare sistematică și adaptarea celor mai bune practici existente în piață. Sectorul de apă și apă uzată a devenit interesat în ultimele două decenii de implementarea acestei tehnici de management, în vederea îmbunătățirii performanțelor companiilor din sector.

Benchmarking-ul reprezintă procesul prin care o companie își compară și îmbunătățește performanțele învățând de la cel mai bun dintr-un grup. Procesul implică identificarea, familiarizarea cu, și adoptarea cu succes a metodelor și proceselor folosite de partenerii de benchmarking.

¹ Ing., (Eng.), European Investment Bank, e-mail: r.rautu@eib.org

² Șef de lucrări dr. ing. Universitatea Tehnică de Construcții București (Lecturer, PhD, Technical University of Civil Engineering), Facultatea de Hidrotehnică (Faculty of Hydrotechnics), e-mail: edi@utcb.ro

Referent de specialitate: Prof. univ. dr. ing. Gabriel RACOVIȚEANU, Universitatea Tehnică de Construcții București, (Professor PhD, Technical University of Civil Engineering Bucharest).

2. Definirea activității de benchmarking

Această tehnică de management a apărut în mod constant în scrierile de management în anii '70, '80 și '90 [1], dar ideea de bază datează cu mult înainte de această perioadă. Încă din antichitate oamenii își comparau casele cu cele ale vecinilor pentru a vedea dacă modelul folosit de aceștia lasă mai puțină apă să intre în casă sau dacă recoltele acestora erau mai bogate decât ale lor și căutau explicații pentru aceste diferențe. De asemenea regii trimiteau iscoade pentru a afla tipul de armament folosit de dușmanii lor sau pentru a descoperi modalitățile de transport dezvoltate de aceștia [1].

Toate aceste preocupări pentru compararea și explicarea diferențelor s-au accentuat odată cu revoluția industrială, deoarece în acest nou mediu o preocupare de bază a devenit fabricarea și livrarea într-un mod cât mai eficient a produselor. Dar această eficiența nu putea fi măsurată în valoare absolută, astfel încât observarea și compararea cu produsele și procesele de producție ale competitori a devenit o practică esențială [1].

În anii 90' practica de benchmarking a devenit global răspândită, în cele mai diverse sectoare, acest fapt fiind evidențiat de un sondaj referitor la utilizarea acestei practici în cadrul primelor 1000 de companii din topul realizat de „The Times”. Conform acestuia 78% dintre companiile incluse în acest top au afirmat că folosesc această practică intern [1].

De-a lungul timpului s-au elaborat mai multe definiții ale acestei tehnici manageriale; definiția prezentată de Cabrera, Dane, Haskins și Theuretzbacher- Fritz propune următoarea abordare: *“Benchmarking-ul este o tehnică de management menită să ajute la îmbunătățirea performanțelor prin cercetare sistematică și adaptarea celor mai bune practici din piață.”* [2].

În literatura de specialitate se regăsesc multe clasificări ale exercițiilor de benchmarking ca tehnică managerială de îmbunătățire a performanțelor organizaționale, cele mai importante clasificări fiind în funcție de metodologia aplicată și de tipul participanților aleși în cadrul exercițiului.

Din punct de vedere al metodologiei de lucru au fost identificate trei tipuri principale de benchmarking: benchmarking metric, benchmarking de proces și benchmarking bazat pe evaluarea și îmbunătățirea performanțelor.

Benchmarking-ul metric constă în compararea indicatorilor cheie ai organizațiilor participante. Astfel, se identifică poziția relativă a participanților și ariile în care este necesară îmbunătățirea performanțelor. Această practică este momentan utilizată de majoritatea companiilor de apă și apă uzată din lume.

Benchmarking-ul de proces este un instrument normativ prin care o utilitate poate să compare eficiența proceselor și procedurilor sale pentru derularea anumitor funcțiuni, față de etaloane selectate.

Benchmarking-ul pentru evaluarea și îmbunătățirea performanțelor, propus de Asociația Internațională a Apei (IWA), este modelul ce reprezintă o combinație între benchmarkingul metric și cel de proces.

Astfel, se consideră că pentru evaluarea performanțelor se va folosi o abordare metrică pentru a oferi o imagine de ansamblu asupra zonelor în care există deficiențe și se pot aduce îmbunătățiri. Ulterior, în faza de îmbunătățire a performanțelor se trece la benchmarkingul de proces, căutându-se activ formularea unui plan de acțiuni pentru a îmbunătăți performanțele în zonele deficitare, prin adaptarea bunelor practici ale liderilor din sector [2].

3. Problematika activității de benchmarking și ipoteze

În vederea înțelegerii implementării unui exercițiu de benchmarking este necesară prezentarea succintă a pașilor principali ai unui astfel de exercițiu. Aceștia sunt [3]:

- selectarea unui produs, serviciu sau proces ca ținta a exercițiului de benchmarking;
- selectarea companiilor și ariilor organizaționale ce vor fi incluse în exercițiul de benchmarking;
- identificarea indicatorilor principali ce trebuie măsurati;
- colectarea datelor referitoare la rezultatele companiilor și practicile interne;
- analizarea datelor și stabilirea rezultatelor comparative, precum și stabilirea zonelor de îmbunătățire a performanțelor organizaționale;
- adaptarea și implementarea celor mai bune practici, stabilirea de ținte organizaționale potrivite și asigurarea acceptării rezultatelor și a măsurilor luate în cadrul companiei.

Toate aceste elemente formează cadrul teoretic de bază al exercițiilor de benchmarking [3].

O condiție esențială în vederea unui benchmarking de succes este reprezentată de disponibilitatea participanților de a furniza informații de calitate la timp, dar nu înainte de a solicita informații suplimentare pentru cifrele care ies din domeniul de măsură, pentru a corecta informația și a oferi explicații pentru cifrele în discuție. Este esențial ca toți participanții să considere comparațiile relevante, deoarece informațiile incerte pot invalida rezultatele evaluării performanțelor.

Succesul îmbunătățirii performanței, parte din exercițiu de benchmarking, depinde în totalitate de disponibilitatea participanților de a-și împărtăși cunoștințele și experiența, fiind important ca participanții să fie deschiși atunci când discută rezultatele și modalitățile de îmbunătățire.

Continuitatea participării în cadrul exercițiului de benchmarking este un alt aspect important, deoarece în acest fel, participanții pot evalua rezultatul implementării planului de acțiune și își pot ajusta acțiunile în exercițiul următor astfel încât să atingă obiectivele pe care și le-au propus.

4. Sistemul românesc al indicatorilor de benchmarking

Sistemul românesc al indicatorilor de performanță se bazează pe listele din manualele Asociației Internaționale a Apei (IWA - International Water Association) și este adaptat la nevoile, condițiile și obiectivele operatorilor regionali din România [4]. Acesta conține variabile pentru funcțiile principale ale companiei, respectiv:

- comercial, conținând date referitoare la conectarea la serviciu, contoare și consum;
- financiar, cu date operaționale referitoare la apă, apă uzată și alte activități, tarife, contul de profit și pierdere și bilanțul contabil;
- balanța apei și apei uzate;
- tehnic-operațional, separat pentru activitățile de apă și apă uzată;
- investiții, din surse proprii, sau de la autoritățile locale și POS Mediu;
- resurse umane, conținând date referitoare la personalul companiei.

Variabilele și indicatorii sunt prezentați separat, pentru activitățile de apă și apă uzată. Unde este posibil, sunt folosiți parametrii IWA, iar unde este cazul sunt introduși noi parametrii (sau derivați din parametrii IWA).

O variabilă reprezintă o dată din sistem, care poate fi combinată pentru a defini un indicator de performanță. Grupurile de variabile au fost stabilite în conformitate cu sursa datelor, indiferent de indicatorii pentru care au fost folosite. De altfel, o variabilă poate fi folosită pentru a calcula mai mulți indicatori din grupuri diferite.

Grupurile de variabile pentru apă și apă uzată sunt:

- A - Volumul de apă (apă potabilă) / Variabile referitoare la mediu (apă uzată);
- B - Date privind personalul;
- C - Date privind activele fizice;
- D - Date operaționale;
- E - Date referitoare la demografie și consumatori;
- F - Date privind calitatea serviciului;
- G - Date economice și financiare,

Informațiile de context sunt o parte importantă a sistemului indicatorilor de performanță. Aceste date sunt relevante pentru a înțelege contextul și influența acestuia asupra performanței companiei.

Indicatorii de performanță sunt grupați într-o structură similară grupurilor de variabile, care au sens pentru fiecare companie și pentru toate tipurile de utilizări ale sistemului. Un indicator de performanță poate fi comparat cu o valoare țintă, cu valori anterioare ale aceluiași indicator, sau cu valori ale aceluiași indicator de la alte companii. Un indicator de performanță constă într-o valoare (care rezultă dintr-o formulă) în unități de măsură specifice.

Pentru metodologia de benchmarking românească, o parte din variabilele și indicatorii IWA sunt ajustați sau adăugați pentru a se potrivi cu sectorul românesc. Variabilele și indicatorii specifici pentru sectorul de apă și apă uzată din România conțin "RO" în cod. Particularizarea are legătură fie cu faptul că a fost făcută o schimbare minoră în înțelesul variabilei, în unitatea de măsură sau o subdivizare a unei variabile IWA.

5. Aspecte privind aplicarea benchmarking-ului în industria apei din România

Pierderile de apă conduc indirect la necesitatea captării, tratării și transportului unor mari volume de apă pentru satisfacerea cererii consumatorilor. Se estimează că operatorii de apă consumă între 8 și 10% din puterea totală utilizată pe ansamblul unei țări, iar energia poate reprezenta până la 65% din bugetul operatorilor de apă [5].

În SUA, operatorii de apă sunt cei mai mari consumatori de energie, consumul anual fiind de 75 miliarde kWh sau aproximativ 3% din energia electrică totală generată în țară (Von Sacken) [6]. Estimativ, 5-7 miliarde kWh din energia generată în SUA este consumată anual cu apă ce nu aduce venituri. Controlul pierderilor de apă este un obiectiv esențial în managementul energiei.

Programul de benchmarking [4] a fost inițiat în România cu ajutorul Băncii Europene de Reconstrucție și Dezvoltare (BERD), printr-un proiect privind furnizarea serviciilor de asistență tehnică și a sprijinului pentru implementarea proiectelor finanțate prin intermediul instrumentelor structurale ale Uniunii Europene.

Programul a inclus două exerciții de benchmarking, desfășurate pentru a oferi sprijin în vederea îmbunătățirii performanței operatorilor regionali participanți (Argeș, Bacău, Bihor, Bistrița, Botoșani, Brăila, Brașov, Buzău, Constanța, Covasna, Dâmbovița, Dolj, Galați, Iași, Maramureș, Mehedinți, Mureș, Prahova, Satu Mare, Sibiu, Timiș, Vâlcea) și a avut ca rezultat o metodologie de benchmarking, aliniată cu variabilele și indicatorii de performanță ai IWA, dar adaptată sectorului de apă și apă uzată românesc.

Analiza cantităților de apă care nu aduce venit pune în evidență faptul că majoritatea operatorilor înregistrează valori de peste 50% apă care nu aduce venit din cantitatea totală injectată în sistem. În cazul în care apar consumuri mari, care nu sunt justificate, este necesară o analiză și a altor parametri care pot conduce la creșteri ale consumurilor.

Astfel, este necesară o analiză privind corelarea cantităților de apă care nu aduce venituri cu consumurile de apă înregistrate. În acest fel se pot identifica situațiile anormale ale consumurilor.

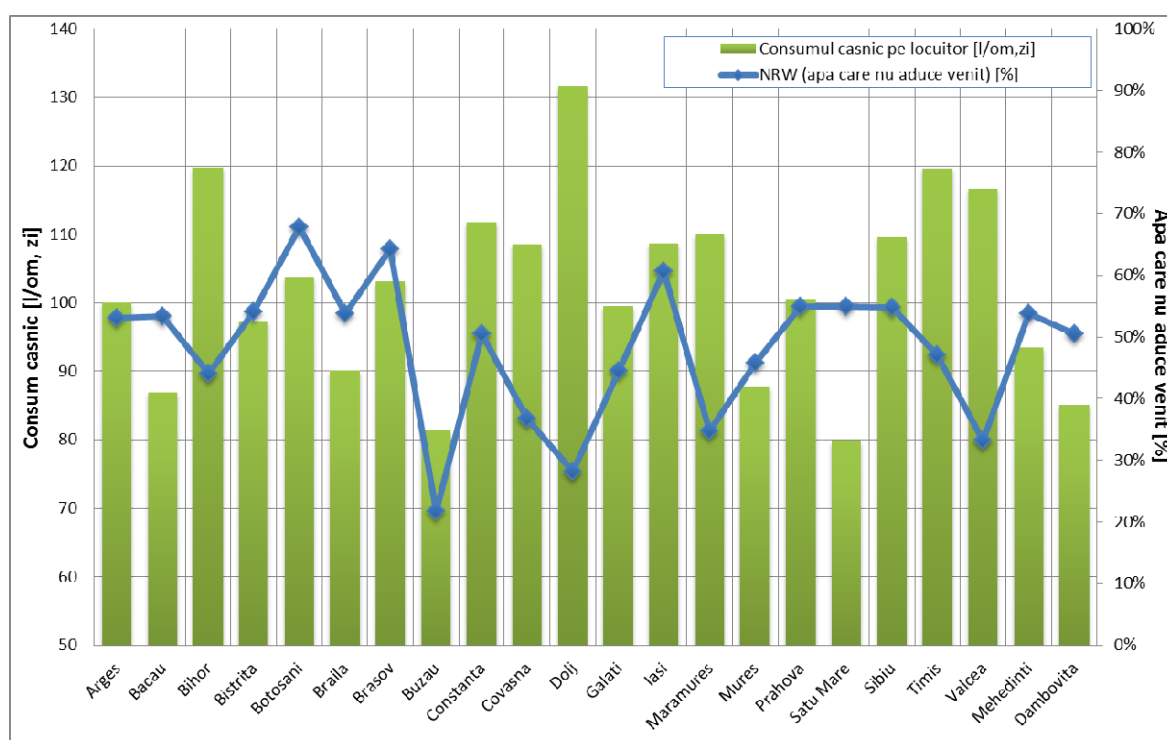


Fig. 1 - Consumul casnic pe locuitor și apa care nu aduce venit

Figura anterioară pune în evidență faptul că nu există o corelație între consumul specific de apă și cantitatea de apă care nu aduce venit, din acest motiv reducerea cantităților de apă care nu aduce venit necesită o analiză interioară în cadrul fiecărui operator.

Sunt situații în care operatorii au un control bun al sistemului, în care cantitățile de apă care nu aduce venit au valori ce se încadrează în limitele acceptate pe plan internațional pentru sisteme performante (Buzău 22%, Dolj 28%).

De asemenea, pentru aceiași operatori se înregistrează și consumurile extreme minime și maxime, Buzău 81 l/om,zi și Dolj 132 l/om zi, ceea ce demonstrează că nu există o legătură directă între consumurile înregistrate și cantitățile de apă care nu aduce venit. Cu atât mai interesant este cazul operatorului din Dolj la care gradul de contorizare este de numai 72%. Gradul mic de contorizare pentru acest operator arată clar că există resurse pentru reducerea volumelor de apă care nu aduce venit prin creșterea gradului de contorizare, iar acest obiectiv devine prioritar pentru creșterea eficienței în operare, a operatorului din Dolj.

În vederea diminuării cantităților de apă care nu aduce venit este necesară o intervenție asupra fiecărei componente a apei care nu aduce venit:

- consumul autorizat nefacturat;
- pierderi aparente;
- pierderi reale.

Pentru reducerea consumului autorizat nefacturat măsurile ce se impun au un caracter limitat de aplicabilitate practică deoarece consumul autorizat nefacturat include cantități de apă pentru: stingerea incendiilor și antrenamentul de stingere al incendiilor, spălarea aducțiunilor și a canalelor, curățirea rezervoarelor de înmagazinare, umplerea autocisternelor cu apă, apa consumată din hidranți, spălarea străzilor, stropirea grădinilor orașenești, fântâni publice, protecție împotriva înghețului.

Pot exista elemente asupra cărora să se intervină (ex. spălarea străzilor și udarea spațiilor verzi să nu se mai realizeze cu apă potabilă), dar impactul asupra cantităților de apă care nu aduce venit este relativ redus. Este necesară o analiză tehnico-economică asupra tuturor elementelor care pot interveni în diminuarea acestei componente.

Reducerea cantităților de apă care nu aduce venit generate de pierderile aparente se poate realiza printr-o evaluare și administrare a componentelor pierderilor aparente la nivelul fiecărui operator, pentru propriul sistem, în sensul:

- elaborării planurilor de verificare periodică a contorilor și stabilirii variației erorilor față de clasa de precizie a acestora;
- adoptarea unor sisteme de contori având clase de precizie ridicate;
- evaluarea și corectarea erorilor de procedură de calcul și de înregistrare - datorată diferențelor dintre datele citirilor contorului la sursă și citirile contorilor clienților, estimării incorecte pentru contorii opriți, ajustării la citirile originale ale contorilor, calculelor numerice incorecte, erorilor programelor de calculator;
- reducerea consumului neautorizat apare în cazul extinderilor legale sau ilegale, eliminarea folosirii abuzivă a hidranților și eliminarea bransamentelor ilegale.

Pierderile reale (fizice) reprezintă volume de apă pierdute prin avarii la conducte, bransamente, aducțiuni și deversări prin preaplinurile rezervoarelor de înmagazinare. Reducerea acestei componente a apei care nu aduce venit generează cel mai mare efort financiar pentru operator, iar cele mai frecvente cauze ale apariției pierderilor reale sunt:

- utilizarea unor conducte și armături neadecvate care determină cuplări imperfecte;
- selectarea materialului conductei fără a lua în considerare caracterul coroziv al apei și solului;
- lipsa unui control de calitate în ceea ce privește îmbinarea conductelor la punerea în operă;
- teste de presiune ineficiente pentru conducte și armături înainte de punerea în funcțiune;
- mișcări ale solului, în mod special în situațiile în care conductele sunt pozate în argile contractile ;
- efectul de lovitură de berbec ce poate conduce la deranjarea îmbinărilor conductelor și armăturilor;

- calitatea improprie a branșamentelor;
- dificultăți legate de detectarea scurgerilor la îmbinări.

Odată cu vârsta sistemului, există o tendință pentru o rată de creștere naturală a pierderilor reale prin noi scurgeri și avarii, unele dintre ele nefiind raportate Serviciului Public. Această tendință de creștere a pierderilor reale trebuie controlată și administrată prin aplicarea unui management competitiv pierderilor reale.

Analiza corelațiilor există între cantitățile de apă care nu aduce venit și pierderile fizice de apă raportate de operatorii participanți la exercițiul de benchmarking, este prezentată în figură următoare.

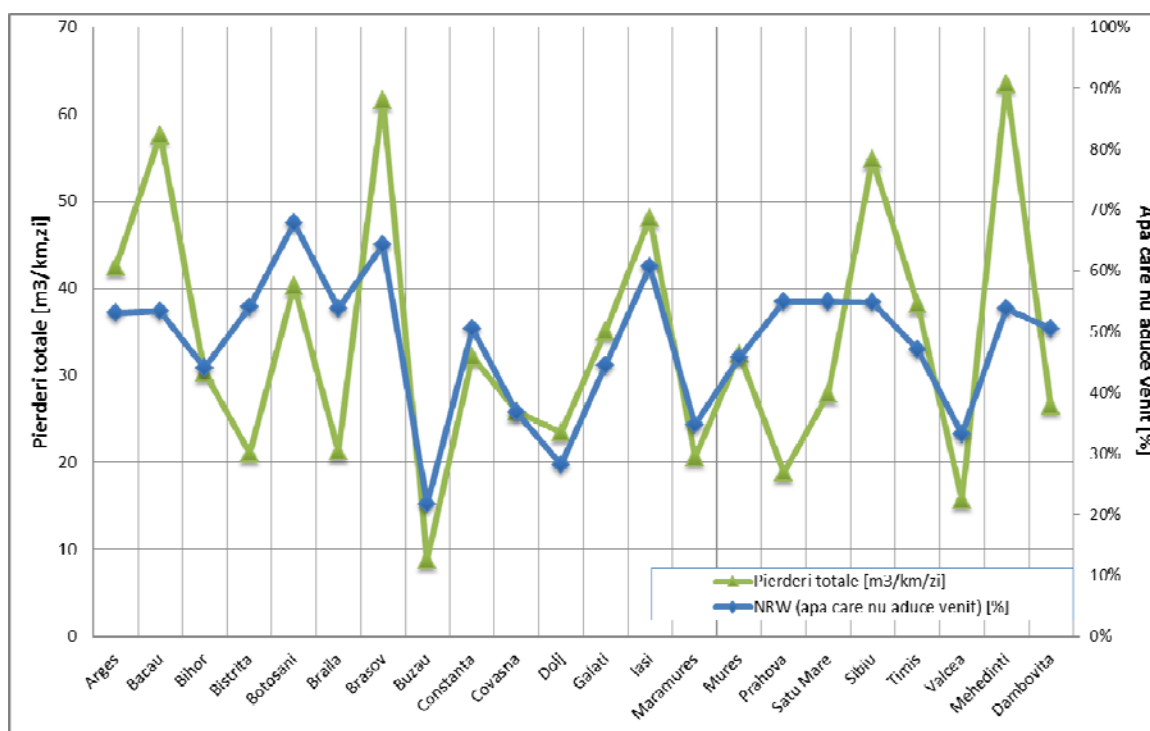


Fig. 2 - Pierderi reale totale și apa care nu aduce venit

Se poate observa că în cele mai multe situații există o corelație între nivelul pierderilor și apa care nu aduce venit, iar acest lucru semnifică faptul că pierderile reale de apă reprezintă elementul principal ce generează apa care nu aduce venit.

La o serie de operatori: Buzău, Constanța, Covasna, Dolj, Galați, Iași, practic cele două curbe coincid, ceea ce arată că măsurile prioritare necesare pentru eficientizarea serviciului sunt cele de depistare a pierderilor și reabilitare a infrastructurii existente.

Pentru alți operatori: Bistrița, Brăila, Prahova, Satu Mare se înregistrează nivele mari ale cantităților de apă care nu aduce venit, în condițiile în care sunt raportate cele mai mici cantități de apă pierdută fizic.

În această situație este necesară și investigarea gradului de contorizare pentru a verifica dacă pentru respectivii operatori apă care nu aduce venituri este reprezentată de cantitățile de apă utilizate ilegal sau există o serie de pierderi nedetectabile .

Reducerea pierderilor reale de apă implică o analiză detaliată a stării rețelei de distribuție. Este necesară o analiză a avariilor apărute în rețea pentru a depista legătura între avarii și pierderile fizice.

Datele legate de numărul de avarii și pierderile fizice de apă raportate de operatori sunt prezentate în figură următoare.

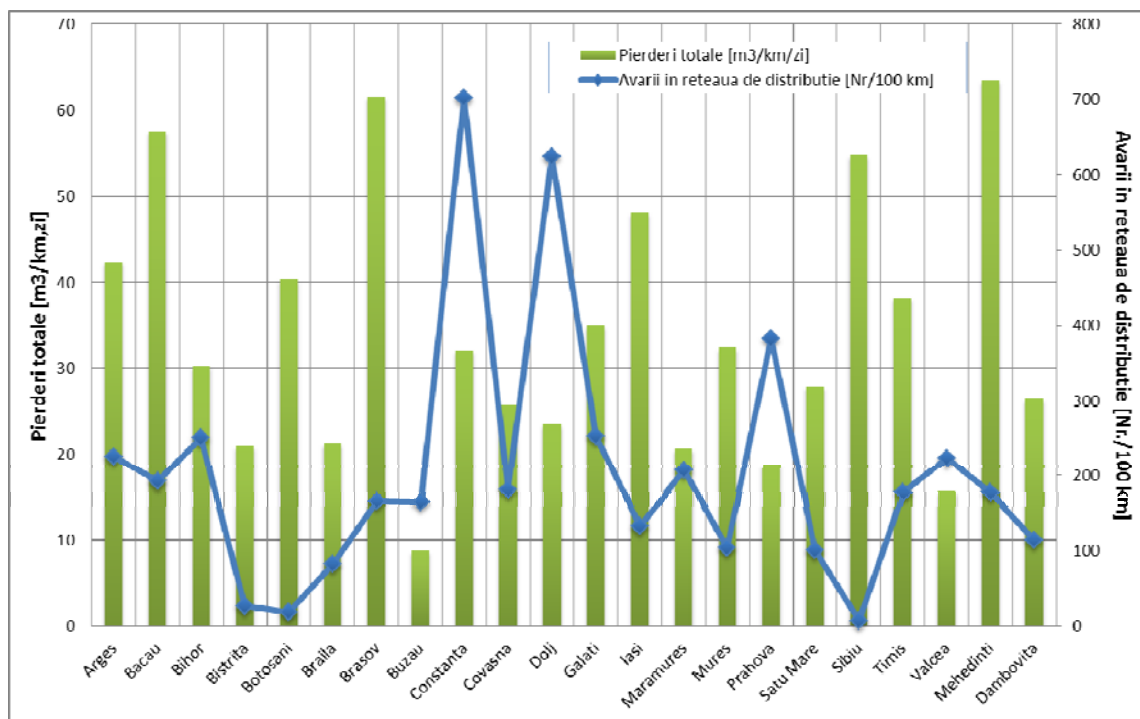


Fig. 3 - Pierderi reale totale și numărul de avarii în rețeaua de distribuție

După cum se poate observa în figura anterioară nu există nici o corelație între numărul de avarii și pierderile de apă raportate. De exemplu avariile raportate de operatorul din Sibiu sunt cele mai mici, în condițiile în care pierderile de apă înregistrează valori dintre cele mai mari, iar pentru Constanța se raportează cel mai mare număr de avarii în condițiile în care pierderea de apă se situează la un nivel mediu comparativ cu ceilalți operatori.

Situația înregistrată la operatorul din Sibiu arată faptul că pierderea de apă apare la branșamente, de aceea pentru acest operator și pentru alții aflați în aceeași situație, este necesară o înlocuire a branșamentelor vechi, deoarece o înlocuire a conductelor rețelei de distribuție fără înlocuirea branșamentelor nu poate conduce la creșterea eficienței operării.

Din situația operatorului din Constanța, avarii frecvente și pierderi fizice menținute la un nivel mediu, se poate trage concluzia că acest operator are pus la punct serviciul de depistare a avariilor, iar viteza de intervenție a acestuia contribuie la menținerea pierderilor la un nivel controlat. Pentru acest operator măsura prioritară constă în înlocuirea conductelor vechi la care apar avarii frecvente.

Un alt aspect important al eficienței operării îl reprezintă eficiența investițiilor propuse pentru reabilitarea sistemului. În stabilirea măsurilor de reabilitare a sistemelor sau părților componente ale acestora, pe lângă aspectele tehnice care determină soluțiile de reabilitare ce trebuie adoptate, este necesară și o analiză economică ce va conduce la o prioritizare a lucrărilor și o eșalonare a investițiilor necesare.

Costurile necesare ce trebuie recuperate pentru fiecare diametru de conductă înlocuită sunt foarte mari, ceea ce conduce la ideea că nu este fezabil să fie înlocuită întreaga zonă afectată. Înlocuirea conductelor poate fi realizată eficient din punct de vedere economic numai atunci când costurile cu înlocuirea conductelor este egal sau mai mic cu rata de profit generată de recuperarea pierderilor reale de apă.

Din punct de vedere strict financiar în unele situații pare a nu fi fezabilă înlocuirea conductelor, dar menținerea unor conducte avariate nu este o soluție acceptabilă din punct de vedere tehnic, chiar dacă costurile sunt foarte mari și recuperarea investițiilor se face într-o perioadă foarte lungă de timp. Analiza și decizia înlocuirii conductelor trebuie făcută pe o analiză multicriterială, deoarece aspectele financiare sunt importante, dar nu sunt singurele implicate în decizia de reabilitare.

Pentru reducerea cantităților de apă care nu aduce venit sunt necesare investiții mari în cele mai multe situații, generatoare de cheltuieli, care se suprapun cu cheltuielile anterioare realizate în sistemele operate, ceea ce are o influență directă în costurile de producție.

În figura următoare sunt prezentate nivelele de investiții realizate între anii 2010-2012, raportate la m³ de apă produsă pentru fiecare operator.

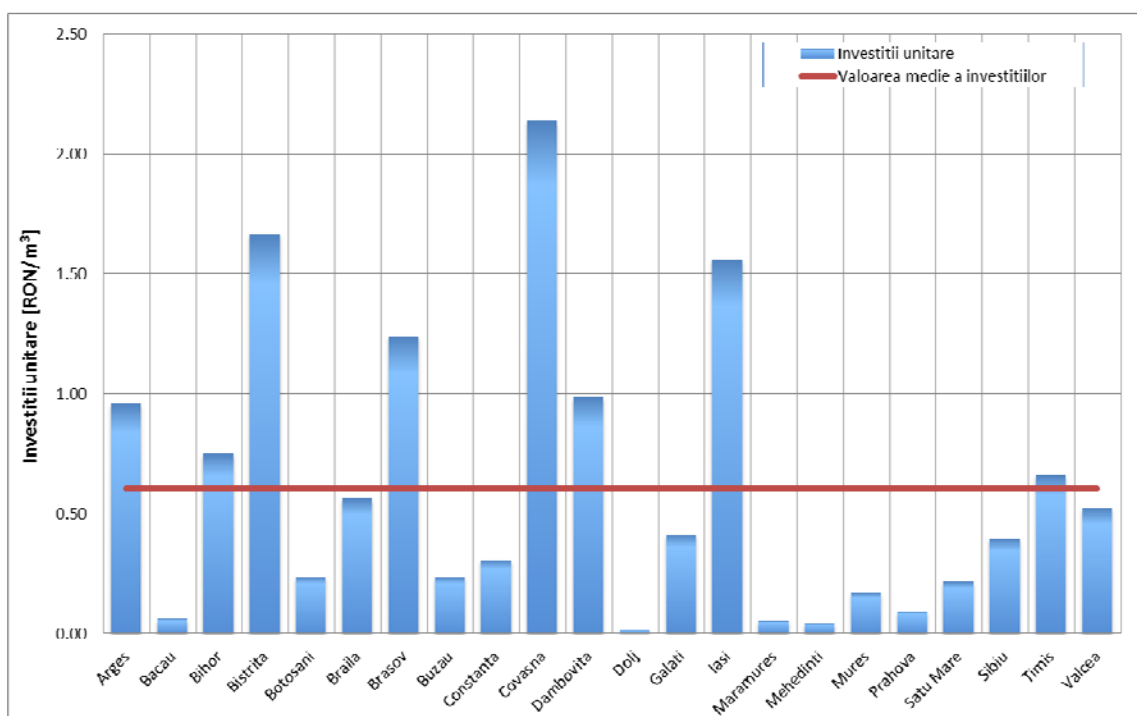


Fig. 4 - Investiții unitare realizate de fiecare operator între anii 2010-2012

După cum se poate observa în graficul anterior există o preocupare permanentă a operatorilor în ceea ce privește investițiile pe care le realizează pentru reabilitarea sistemelor existente.

Nivelele de investiție sunt influențate în mod direct de puterea financiară a operatorilor și depind de o serie de factori care nu țin în mod direct de eficiența acestora. Nivelul de investiție depinde de creditele anterioare, datoriile istorice ale operatorilor, nivelul de suportabilitate al consumatorilor.

Cert este că există o preocupare permanentă a operatorilor pentru a realiza investiții în sistemele existente, ceea ce constituie premisele unei eficientizări a operării viitoare, iar efectele investițiilor actuale se vor concretiza după finalizarea implementării acestora.

6. Concluzii

Toate procesele de benchmarking sunt destinate să facă parte dintr-un proces continuu de îmbunătățire a performanțelor unui operator. Este evident faptul că definirea obiectivelor și strategiilor și implementarea pentru atingerea și menținerea nivelului de performanță este o sarcină periodică pentru managementul oricărei organizații.

Abordarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare trebuie realizată multidisciplinar, cu intercalarea în analiza a unor elemente interdisciplinare, care generează influențe majore asupra sistemelor, nu numai din punct de vedere tehnic, cât și din punct de vedere social, economic și financiar.

Sinteza indicatorilor colectați de la operatorii de sisteme de alimentare cu apă și canalizare, permite realizarea de corelații între diverși indicatori raportați, iar analizele acestora și legăturile între ei, oferă soluții de îmbunătățire a activității operatorilor și schițează direcții în care aceștia ar trebui să acționeze pentru eficientizarea activității.

Indicatorii de performanță nu sunt un scop în sine, deși pot juca un rol-cheie, conducând către gestionarea mai eficientă a activității și abordarea sistematică pentru a se atinge obiectivele. Cu toate acestea, beneficiile punerii în aplicare a unui sistem de măsurare a performanței pe baza indicatorilor de performanță conduc odată cu trecerea timpului la rafinarea și asimilarea acestuia în activitatea curentă.

Benchmarking-ul nu poate să explice cauzele slăbiciunilor evidențiate, dar poate releva zone care contribuie la performanță slabă, ca de exemplu – eficiența scăzută a colectării tarifului, tarife prea mici și nerealiste, contorizare insuficientă, etc.

Toate acestea reprezintă motive suficiente pentru a justifica și încuraja implementarea proiectelor de benchmarking în cadrul organizațiilor.

Bibliografie

- [1] Stapenhurst, Tim, *The Benchmarking Book: A How-to-Guide to Best Practice for Managers and Practitioners*, 2009, Elsevier Publishing.
- [2] Cabrera Jr. Enrique, Dane Peter, Haskins Scott and Theuretzbacher-Fritz Heimo, *Benchmarking Water Services, Guiding water utilities to excellence*, 2011, IWA Publishing.
- [3] Mihnea Zamfir, Anca Bors - *Best practices for organizational performance improvement in the water and wastewater utilities: European and Nord-American benchmarking exercises*.
- [4] BDO, PWN, AQUANET, CH2MHILL - *Programul de asistență tehnică "Extinderea sistemului de Benchmarking pentru Operatorii Regionali (OR) și sprijin pentru Asociațiile de Dezvoltare Intercomunitară (ADI)" - Metodologia de benchmarking pentru sectorul de apă și apă uzată din România*.
- [5] Pelli, T; Hitz, H U. *Energy indicators and savings in water supply - American Water Works Association. Journal 92.6 (Jun 2000): 55.*
- [6] *Committee report: Applying worldwide BMPs in water loss control AWWA Water Loss Control Committee, Journal (American Water Works Association), Vol. 95, No. 8 (August 2003), pp. 65-79, Published by: American Water Works Association.*