

## WATER LOSSES REDUCTION IN CONSTANTA PERFORMANCE-BASED PROJECT

Aurel PRESURĂ<sup>1</sup> and Adrian FLOREA<sup>2</sup>

RAJA S.A. Constanta, 22-24 Calarasi Street, Constanta, Romania

<sup>1</sup>Deputy General Manager, Eng. Aurel PRESURĂ

(E-mail: [aurel\\_presura@yahoo.com](mailto:aurel_presura@yahoo.com))

<sup>2</sup>Chief Engineer, Eng. Adrian FLOREA

(E-mail: [adrian.florea@rajac.ro](mailto:adrian.florea@rajac.ro))

### Abstract

The technique used to detect water leakages is achieved through satellite spectral scanning of the area, analyzing the collected raw data, using a number of algorithms in order to determine the spectral signature of the water losses from a pipe and locating through GIS those sites where there are indicators of water leaks.

### Keywords

Losses, reduction, spectrometry, hydraulic modeling.

## 1. INTRODUCERE

RAJA S.A. Constanța este:

- Cel mai mare operator regional din România în domeniul alimentării populației cu apă potabilă și al epurării apelor uzate;
- Membru cu drepturi depline în Asociația Internațională a Apei (IWA);
- Primul operator care a primit Licența de Operare Clasa I pe o perioadă de cinci ani;
- Are un acționariat format din 34 de consilii locale și județene;
- Deservește în regim permanent peste 800.000 de locuitori din județele Constanța, Ialomița, Ilfov, Călărași, Dâmbovița, Brașov, Prahova și Bacău;
- În timpul sezonului estival deservește peste 2,5 milioane de beneficiari.

**Sistemul de alimentare cu apă** este compus din:

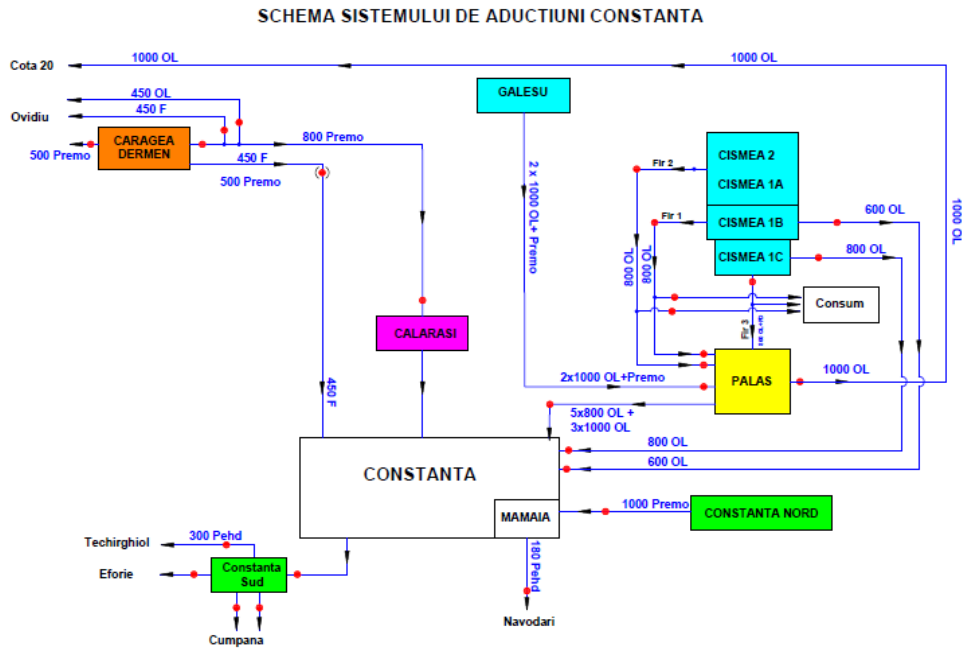
- 115 surse de adâncime cu un număr de 480 puțuri, cu o capacitate totală instalată de peste 14,88 m<sup>3</sup>/s;
- 4 surse de suprafață:
  - Galeșu, cu o capacitate totală instalată de 4,62 m<sup>3</sup>/s;
  - Cernavodă (Dealul Vifor), cu o capacitate totală instalată de 0,80 m<sup>3</sup>/s;
  - Predeal (Valea Azugii), cu o capacitate totală instalată de 0,10 m<sup>3</sup>/s;
  - Valea Uzului-Cărăboia-Onești, cu o capacitate totală instalată de 0,20 m<sup>3</sup>/s;
- 5 complexe de tratare a apei brute:
  - Stația de tratare Palas Constanța;
  - Stația de tratare Dealu Vifor Cernavodă;
  - Stația de tratare Valea Azugii Predeal;
  - Stația de tratare Buftea – Ilfov;
  - Stația de tratare Cuciur – Onești;
- conducte de aducțiune și distribuție: L= 3.898 km;
- 185 rezervoare de apă cu un volum total înmagazinat de 342.437 m<sup>3</sup>;
- 79 stații de pompare apă potabilă cu o capacitate totală de 27,67 m<sup>3</sup>/s.

## 2. DESCRIEREA SISTEMULUI DE ALIMENTARE CU APĂ A ORAȘULUI CONSTANȚA

**Sistemul de alimentare al orașului Constanța este alcătuit din:**

- Rețele de aducțiuni;
- Complexele de înmagazinare/tratare/pompare;
- Rețelele de distribuție apă.

Conductele de aducțiune au vechimi cuprinse între 20-50 ani și sunt realizate preponderent din tuburi PREMO și OȚEL.



**Figura 2.1. Schema sistemului de aducțiuni Constanța**

**Tabel 2.1. Conductele de aducțiune**

Nr. Crt	Material	Vechime (ani)	LUNGIME (km) / Diametre (mm)				TOTAL
			600	800	1000	1200	
1	<b>PREMO</b>	<b>1965/1971</b>	-	10	-	-	10
2	<b>OL+FD</b>	<b>1965/1999</b>	-	3.41	-	-	3.41
3	<b>OL+PREMO</b>	<b>1971/1999</b>	-	8.31	34	98	140.31
4	<b>SENTAB+OL+PREMO</b>	<b>1970</b>	12	-	-	-	12
	<b>TOTAL</b>		<b>12</b>	<b>21.72</b>	<b>34</b>	<b>98</b>	<b>165.72</b>

Datorită vechimii mari a conductelor și a gradului de uzură ridicat, se înregistrează frecvent avarii pe aceste conducte.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
EFFICIENT USE AND MANAGEMENT OF WATER 2018

Rețelele de distribuție apă sunt realizate din conducte cu materiale și diametre diverse, conform tabelului următor:

**Tabel 2.2. Rețele de distribuție**

Nr. Crt	Material	Vechime (ani)	LUNGIME (km) / Diametre (mm)													TOTAL
			<100	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	800	1000	
1	OL	<10	-	-	1.45	1.49	-	-	-	1.6	-	2.25	4.08	0.8	-	11.67
		10 – 20	-	-	1.62	2.3	-	-	-	3.41	-	4.09	2.25	0.21	0.2	14.08
		20 – 30	1.94	4.55	3.23	10.91	-	6.35	-	2.52	-	4.71	7.54	4.49	0.3	46.54
		30 – 40	0.68	8.08	6.22	10.8	0.86	3.95	-	1.9	-	3.5	1.18	1.37	0.02	38.56
		40 – 50	3.25	10.05	5.82	4.5	2.45	7.63	-	2.4	-	5.84	7.7	2.39	-	52.03
		>50	5.91	2.39	9.01	5.11	2.36	-	-	1.58	0.49	1.3	-	-	-	28.15
		<b>TOTAL</b>	11.78	25.07	27.35	35.11	5.67	17.93	0	13.41	0.49	21.69	22.75	9.26	0.52	191.03
2	Fontă	20 – 30	1.73	2.2	1.05	0.61	-	-	-	0.34	-	-	-	-	-	5.93
		30 – 40	13	2.13	0.27	2.94	0.88	0.96	-	-	-	-	-	-	-	20.18
		40 – 50	4.34	2.03	9.39	2.02	3.46	2.73	-	2.02	8.74	-	-	-	-	34.73
		>50	11.75	3	3.28	3.12	3.85	3.4	1.68	-	-	2.03	0.11	-	-	32.22
		<b>TOTAL</b>	30.82	9.36	13.99	8.69	8.19	7.09	1.68	2.36	8.74	2.03	0.11	-	-	93.06
3	Fontă ductilă	<10	-	-	-	-	-	0.18	-	-	-	-	-	-	0.18	
		10 – 20	-	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.59	-	-	0.65	
		20 – 30	6.03	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.76	1.38	-	-	2.16
		<b>TOTAL</b>	6.03	-	-	-	-	0.26	-	-	-	1.35	1.38	-	-	9.02
4	Azbociment	20 – 30	-	4.92	2.78	1.93	0.87	-	-	0.57	-	3	-	-	-	14.07
		30 – 40	0.19	24.76	4.36	10.39	3.16	2.19	-	2.21	-	2.85	-	-	-	50.11
		40 – 50	0.25	57.46	5.78	3.25	2.31	-	-	0.28	-	3.34	-	-	-	72.67
		>50	0.35	19.15	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.72
		<b>TOTAL</b>	0.79	106.29	13.14	13.64	5.47	2.19	-	3.06	-	9.19	-	-	-	153.77
5	PREMO	30 – 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.93	5.78	-	9.71	
		40 – 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.31	6.59	-	11.9	
		>50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.66	14.05	21.71
		<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.24	20.03	14.05	43.32
6	PEHD	<10	10.56	49.44	5.68	1.12	6.89	-	-	-	4.5	7.8	-	-	85.99	
		10 – 20	-	5.07	2.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.22
		<b>TOTAL</b>	10.56	54.51	7.83	1.12	6.89	-	-	-	4.5	7.8	-	-	-	93.21
<b>TOTAL</b>			60	195.2	62.3	58.6	26.2	27.5	1.7	18.8	13.7	42.1	33.5	29.3	14.6	583.4
<b>Din care</b>		<b>&gt;40</b>	25.85	94.08	33.5	18	14.43	13.76	1.68	6.28	9.23	12.51	13.12	16.64	14.05	273.13

Aceste rețele au un grad avansat de uzură (exceptând conductele din materiale mai noi, ex. PEHD) și sunt afectate de numeroase avarii, atât la nivelul conductelor de distribuție, cât și pe bransamente sau echipamente de control (vane, etc.).

Volumele de apă extrase și vehiculate prin sistemul de alimentare cu apă al orașului Constanța sunt următoarele:

**Tabel 2.3. Apa produsă și distribuită pentru anii 2016 și 2017**

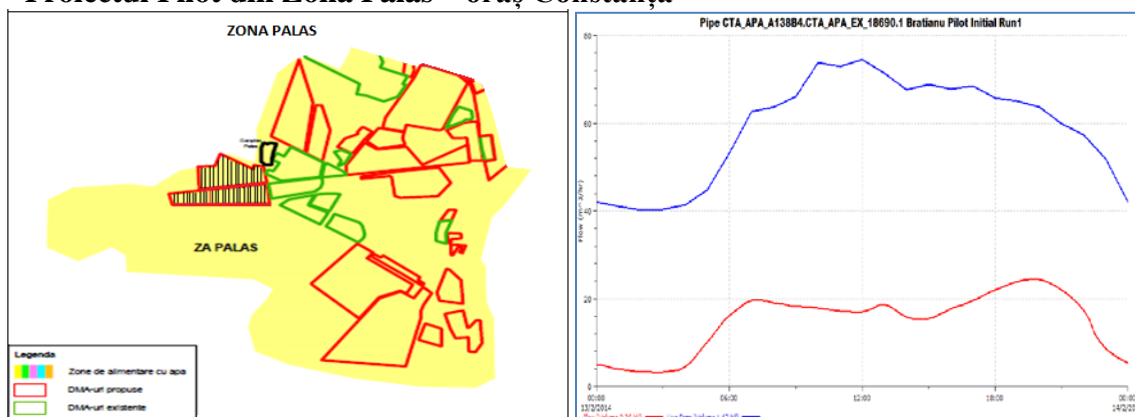
Descriere	2016* (Mil. m <sup>3</sup> )	2017* (Mil. m <sup>3</sup> )
Apă de suprafață	23.5	15.874
Apă din subteran	53.0	49.665
Producție Totală	76.5	65.539
Transfer apă	21.4	20.401
Consum tehnologic	10.4	6.008
Volumul intrarilor în sistem (SIV) în rețeaua Municipiului Constanța	44.6	39.130
Apă facturată	17.9	17.895
Apă care nu aduce venituri	26.7	21.235
Apă care nu aduce venituri ca % din VIS	59.9%	54.26%

### 3. MĂSURI LUATE PRIVIND REDUCEREA APEI NEFACTURATE, DIN FONDURI RAJA

Pentru a reduce pierderile de apă, RAJA S.A., a desfășurat următoarele acțiuni:

- Înființarea echipelor de intervenții rapide pentru întreținerea rețelilor de apă;
- Implementarea unei strategii de intervenție mai rapidă în repararea avariilor;
- Realizarea și actualizarea permanentă a sistemului GIS – 90%;
- Implementarea unui sistem de monitorizare a presiunilor din rețeaua de distribuție – 35 pct. de măsură;
- Implementarea modelarii hidraulice (90%) și culegerea de date pentru calibrare (10%);
- Modelarea hidraulică în detaliu pentru o zonă pilot și prelocalizarea pierderilor;
- Înființarea unui numar de 22 DMA-uri;
- Detectarea activă a pierderilor prin monitorizarea pe timp de noapte a rețelilor de apă (cu Hydrolux și corelatoare) și a rețelilor de canalizare (inspecție vizuală);
- Acțiuni de verificare metrologică și schimbare a apometrelor pentru a reduce eroarea de citire;
- Acțiuni de reabilitare a conductelor de aducțiune și a rețelilor de distribuție.
- Proiect Pilot privind reducerea pierderilor de apă în zona Palas – Constanța;
- Detectarea pierderilor de apă utilizând spectometria satelitară.

#### Proiectul Pilot din Zona Palas – oraș Constanța



**Figura 3.1. Zona PALAS împărțită pe DMA-uri**

Pe această zonă s-au creat mai multe sectoare (DMA-uri). Au fost culese datele fizice pentru realizarea sistemului GIS și a modelării hidraulice, iar apoi s-au cules date hidraulice pentru calibrarea modelului creat.

Din aceste date hidraulice s-au extras primele valori ale bilanțului local, adică s-a creat prima imagine a pierderilor de apă în aceste zone.

Rezultate obținute:

- Apă intrată în DMA - 1424 m<sup>3</sup>;
- Apă facturată în DMA (media lunară) - 560 m<sup>3</sup>;
- Pierderi DMA – 864 m<sup>3</sup>.

Modelarea hidraulică pentru DMA:

- Culoarea roșie - curba obținută prin modelare hidraulică fără calibrare;
- Culoarea albastră - măsurători de debit realizate în teren în 24 de ore;
- Apa intrată în rețea este de 1424 m<sup>3</sup>;
- Aria zonei cuprinsă între cele două curbe reprezintă pierderea de apă cu o proporție de 61,3%.

### Rezultatele proiectului Pilot

- Pe zona pilot studiată, ca urmare a acțiunilor din teren, au fost identificate 3 avarii și 1 furt de apă. După rezolvarea acestor probleme s-au refăcut măsurătorile și s-a calibrat modelul hidraulic.
- După calibrarea modelului hidraulic, prin folosirea modulului „leakage locator” au rezultat alte 5 zone din cadrul DMA-ului ca potențiale avarii, din care au fost identificate și remediate în teren doar două.
- În aceste condiții, volumul de apă intrat în rețea a scăzut la **1184 m<sup>3</sup>**, iar cel pierdut în 24 de ore a fost de **576 m<sup>3</sup>** (vezi Figura 3.2).
- În urma măsurătorilor de debit în 24 de ore cantitatea de apă pierdută a fost diminuată cu **27,7%**. De asemenea s-a constatat, după o lună de zile, că media zilnică facturată a crescut cu aproximativ **48 m<sup>3</sup>**.
- În DMA-ul pilot s-a constatat o pierdere comercială de aproximativ **9%** (agent economic – branșament clandestin).

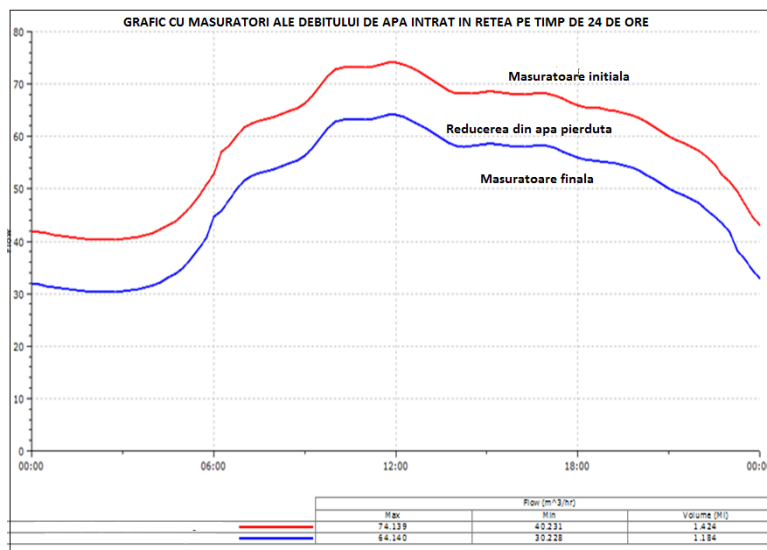


Figura 3.2. Grafic cu măsurători ale debitului de apă intrat în rețea pe timp de 24 de ore

#### 4. DETECTAREA PIERDERILOR DE APĂ UTILIZÂND SPECTROMETRIA SATELITARĂ

Compania UTILIS din Israel este cea care a inovat și a brevetat tehnica de localizare a pierderilor de apă cu ajutorul sateliților utilitari. Această tehnică se bazează pe scanarea spectrală a solului cu ajutorul unui satelit, analiza datelor colectate, utilizarea unor algoritmi matematici pentru a determina amprenta spectrală a apei pierdute dintr-o conductă și localizarea pe o bază GIS a acestor puncte în care se găsesc aceste indicii despre pierderi de apă.

Operatorul regional RAJA a testat cu succes această tehnologie în aria orașului Constanța. După scanarea arealului am primit de la compania UTILIS o hartă cu 200 de puncte cu posibile avarii ascunse, în zona Constanța. Fiecare punct/zonă inspectată reprezintă un cerc cu diametru de 110 metri în care echipele noastre specializate și dotate cu echipamente electro-acustice moderne au căutat și localizat cu precizie locul avariilor.

Echipele de detecție s-au orientat în teren după un plan cadastral, completat cu informația GIS necesară (rețele de apă și canalizare, cămine, zonele de inspecție furnizate de UTILIS, etc.). Astfel, fiecare plan corespunzător zonei scanate prin satelit a fost completat și inventariat cu informațiile înregistrate în teren (avarii depistate, zonele în care s-au depistat, adrese, alte observații – vezi Figura 4.1).

Avantajele utilizării acestei metode sunt:

- Pe o perioadă scurtă de timp se poate verifica o lungime mare din rețeaua de alimentare cu apă;
- Nu necesită personal suplimentar;
- Nu necesită achiziția unei tehnologii și a interpretării datelor obținute, se caută doar în locurile în care există indicii de pierderi de apă;
- Se pot identifica avarii vechi care în cazul echipamentelor electro-acustice localizarea lor este mai dificilă.

Rezultate obținute în 2 luni de inspecție:

- peste 50 km rețele inspectate;
- peste 45 avarii descoperite acustic (cca. 1,0 avarii/km rețea);
- calculul eficienței în cazul cel mai pesimist: 1,5 bari presiune, diametru avarie 5mm, pierderi pe an/avarie – 5000m<sup>3</sup>; **TOTAL – 225.000 m<sup>3</sup>.**

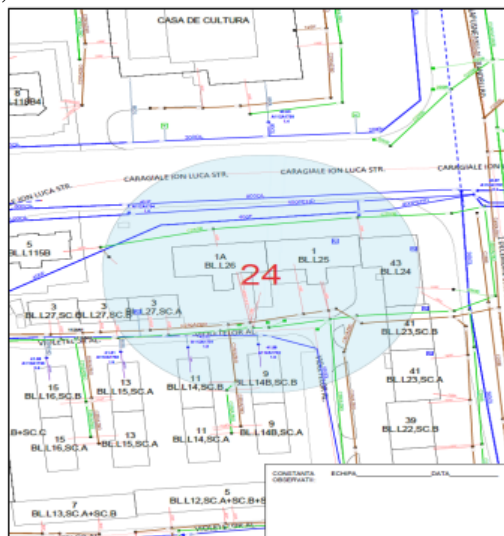


Figura 4.1. Spectrometrie satelitară



Zona Constanța - scanată de satelit cu zonele procesate de UTILIS și predate către RAJA S.A. în vederea inspectării în teren cu tehnicile clasice de depistare pierderi.

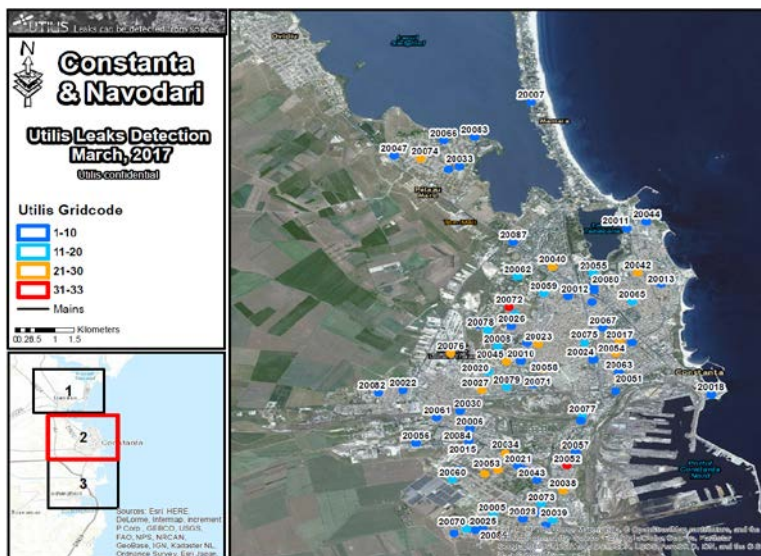


Figura 4.2. Zona Constanța scanată din satelit

Zona Constanța - scanată de satelit cu zonele procesate de UTILIS și predate către RAJA S.A. în vederea inspectării în teren cu tehnicile clasice de depistare pierderi.



Figura 4.3. Zona Constanța scanată din satelit

## 5. PROIECT DE REDUCEREA PIERDERILOR DE APĂ BAZAT PE PERFORMANȚĂ

În baza semnării Acordului de Pre-Finanțare între RAJA S.A., B.E.R.D., Consiliul Județean Constanța și Primăria Municipiului Constanța, au fost obținute de la B.E.R.D. fonduri nerambursabile de până la 250.000 euro în vederea pregătirii Contractului de Servicii Bazat pe Performanță.

Aceste fonduri sunt utilizate pentru verificarea juridică a cadrului de reglementare instituțional aferent contractului, elaborarea și revizuirea documentației de licitație, inclusiv revizuirea legislației în ceea ce privește monitorizarea și implementarea contractului, monitorizarea Indicatorilor Cheie de Performanță.

Urmare a semnării Acordului de Pre-Finanțare, au fost angajați Consultanți ce au realizat următoarele:

- Analiza cadrului normativ și legal din România pentru implementarea contractelor de servicii pe bază de performanță;
- Analiza din punct de vedere tehnic și comercial a viabilității proiectului;
- Sondarea pieței privind potențialii parteneri interesați.

### Etape privind sectorizarea rețelei de distribuție apă în Orașul Constanța

1. Realizarea sistemului de măsură în vederea monitorizării volumului de apă intrată în rețea;
2. Împărțirea sistemului de distribuție a orașului Constanța în 5 zone mari (Figura 5.1);
3. Montarea puncte de măsură debit cu transmitere date în sistemul SCADA – cca. 57;
4. Crearea a 50 de DMA-uri;
5. Montarea a cca. 250 puncte de monitorizare debit și presiune, cu transmitere date în sistemul SCADA.

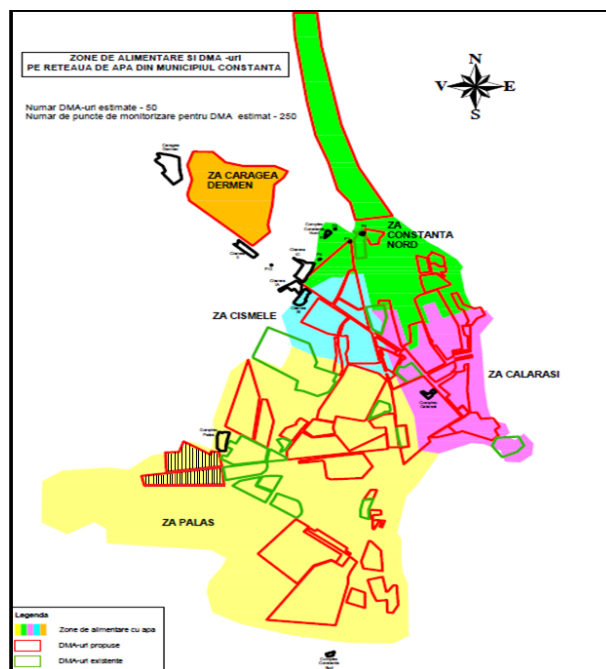


Figura 5.1. Zone de alimentare și DMA-uri pe rețeaua de apă din Mun. Constanța

În vederea estimării beneficiilor Contractului de Servicii Bazat pe Performanță pentru reducerea pierderilor, s-au efectuat 2 simulări privind rezultatele acțiunilor de reducere a pierderilor.

Date de referință și estimări:

- Volum intrat = 39.13 Mil. m<sup>3</sup>;
- Volum facturat = 17.895 Mil. m<sup>3</sup>;
- Pierderi de apă = 21.235 Mil. m<sup>3</sup> (54,26%);
- Cost producție apă = 1,2 lei/m<sup>3</sup>;



- Preț de facturare (exclusiv TVA) = 8.5 lei/m<sup>3</sup>;
- Costul de producție și prețul de facturare a unui m<sup>3</sup> de apă, în estimările făcute, sunt fixe pentru o perioadă de 7, respectiv 12 ani.

**Varianta I:**

- 80% pierderi fizice (din 21.235 Mil. m<sup>3</sup>/an);
- 20% pierderi comerciale.

**Varianta II:**

- 85% pierderi fizice (din 21.235 Mil. m<sup>3</sup>/an);
- 15% pierderi comerciale.

	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6	AN 7	Total 1-7 Ani	AN 8	AN 9	AN 10	AN 11	AN 12	Total 1-12
<b>Yolum (mii m<sup>3</sup>)</b>	21235													
80%	16988													
20%	4247													
<b>Reduceri apă nefact. (%)</b>	1	2	3	3	3	3	3	18	2	2	2	1.5	1.5	27
<b>Red. pierderi tehnice (mii m<sup>3</sup>)</b>	169.88	336.36	494.45	479.62	465.23	451.27	437.74	<b>2,834.55</b>	283.07	277.41	271.86	199.82	196.82	4,063.53
<b>Preț de cost apă (lei)</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>Venit suplimentar (mii lei)</b>	203.86	403.63	593.34	575.54	558.28	541.53	525.28	3,401.46	339.68	332.89	326.23	239.78	236.18	4,876.23
<b>Venit suplimentar (mii EURO)</b>	44.32	87.75	128.99	125.12	121.36	117.72	114.19	739.45	73.84	72.37	70.92	52.13	51.34	1,060.05
<b>Red. pierderi comerciale (mii m<sup>3</sup>)</b>	606.71	606.71	606.71	606.71	606.71	606.71	606.71	<b>4,247.00</b>						4,247.00
<b>Preț de cost apă (lei)</b>	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5						8.5
<b>Venit (mii lei)</b>	5,157.07	5,157.07	5,157.07	5,157.07	5,157.07	5,157.07	5,157.07	36,099.50						36,099.50
<b>Venit (mii EURO)</b>	1,121.10	1,121.10	1,121.10	1,121.10	1,121.10	1,121.10	1,121.10	7,847.72						7,847.72
<b>Venit TOTAL (mii lei)</b>	5,360.93	5,560.71	5,750.41	5,732.61	5,715.35	5,698.60	5,682.35	39,500.96	339.68	332.89	326.23	239.78	236.18	40,975.73
<b>Venit TOTAL (mii EURO)</b>	1,165.42	1,208.85	1,250.09	1,246.22	1,242.47	1,238.83	1,235.29	<b>8,587.17</b>	73.84	72.37	70.92	52.13	51.34	8,907.77

Tabel 5.1. Varianta I

SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
EFFICIENT USE AND MANAGEMENT OF WATER 2018

Concluzie: Reducerea pierderilor de apă cu **7.081,55 mii m<sup>3</sup>** se realizează în 7 ani, iar venitul total realizat este de **8.587,17 mii Euro**, reprezentând eficiența proiectului bazat pe performanță

	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6	AN 7	Total 1-7 Ani	AN 8	AN 9	AN 10	AN 11	AN 12	Total 1-12
<b>Volum (mii m<sup>3</sup>)</b>														
85%														
15%														
<b>Reducere apă nefact. (%)</b>	1	2	3	3	3	3	3	18	2	2	2	1.5	1.5	27
<b>Red. pierderi tehnice (mii m<sup>3</sup>)</b>	180.50	357.39	525.36	509.60	494.31	479.48	465.09	<b>3,011.71</b>	300.76	294.75	288.85	212.31	209.12	4,317.50
<b>Preț de cost apă (lei)</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>Venit suplimentar (mii lei)</b>	216.60	428.86	630.43	611.51	593.17	575.37	558.11	3,614.06	360.91	353.69	346.62	254.77	250.94	<b>5,181.00</b>
<b>Venit suplimentar (mii EURO)</b>	47.09	93.23	137.05	132.94	128.95	125.08	121.33	785.66	78.46	76.89	75.35	55.38	54.55	<b>1,126.30</b>
<b>Red. pierderi comerciale (mii m<sup>3</sup>)</b>	455.04	455.04	455.04	455.04	455.04	455.04	455.04	<b>3,185.25</b>						3,185.25
<b>Preț de cost apă (lei)</b>	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5						8.5
<b>Venit (mii lei)</b>	3,867.80	3,867.80	3,867.80	3,867.80	3,867.80	3,867.80	3,867.80	27,074.63						<b>27,074.63</b>
<b>Venit (mii EURO)</b>	840.83	840.83	840.83	840.83	840.83	840.83	840.83	5,885.79						<b>5,885.79</b>
<b>Venit TOTAL (mii lei)</b>	4,084.40	4,296.67	4,498.23	4,479.32	4,460.97	4,443.18	4,425.92	30,688.68	360.91	353.69	346.62	254.77	250.94	<b>32,255.62</b>
<b>Venit TOTAL (mii EURO)</b>	887.91	934.06	977.88	973.76	969.78	965.91	962.16	<b>6,671.45</b>	78.46	76.89	75.35	55.38	54.55	<b>7,012.09</b>

Tabel 5.2 . Varianta II