

***Analiza bilansu wody w przedsiębiorstwie
„Wodociągi Słupsk” Sp. z o.o.
- ważne jest gdzie mierzymy, czym mierzymy
i jak interpretujemy wyniki.***

Adam Garbowski
Inspektor ds. Technicznych
Dział Obsługi Klienta
– Sekcja techniczna ds. wodomierzy

Czym jest bilans wody w przedsiębiorstwie wodociągowym?

Zestawienie objętościowe wody dostarczonej do analizowanego systemu oraz wody wychodzącej z systemu. Określane jest dla danego obszaru i konkretnej jednostki czasowej.

Prawidłowo wykonany bilans powinien posiadać następujące cechy:

- **RZETELNOŚĆ** - pomiar zużycia wody, dokonany na podstawie legalizowanych wodomierzy o jak najwyższej klasie pomiarowej,
 - eliminacja wykorzystywania szacunkowego naliczania poboru/zużycia wody.
- **SPRAWDZALNOŚĆ** – możliwość porównania pozycji bilansu ze źródłami, z których pochodzą pod względem kompletności i poprawności.
- **CIĄGŁOŚĆ** – oznacza, że bilans zamknięcia jednego okresu, jest bilansem otwarcia następnego.

Dlaczego warto sporządzać bilans wody oraz szukać strat wody?

Brak zarządzania stratami wody

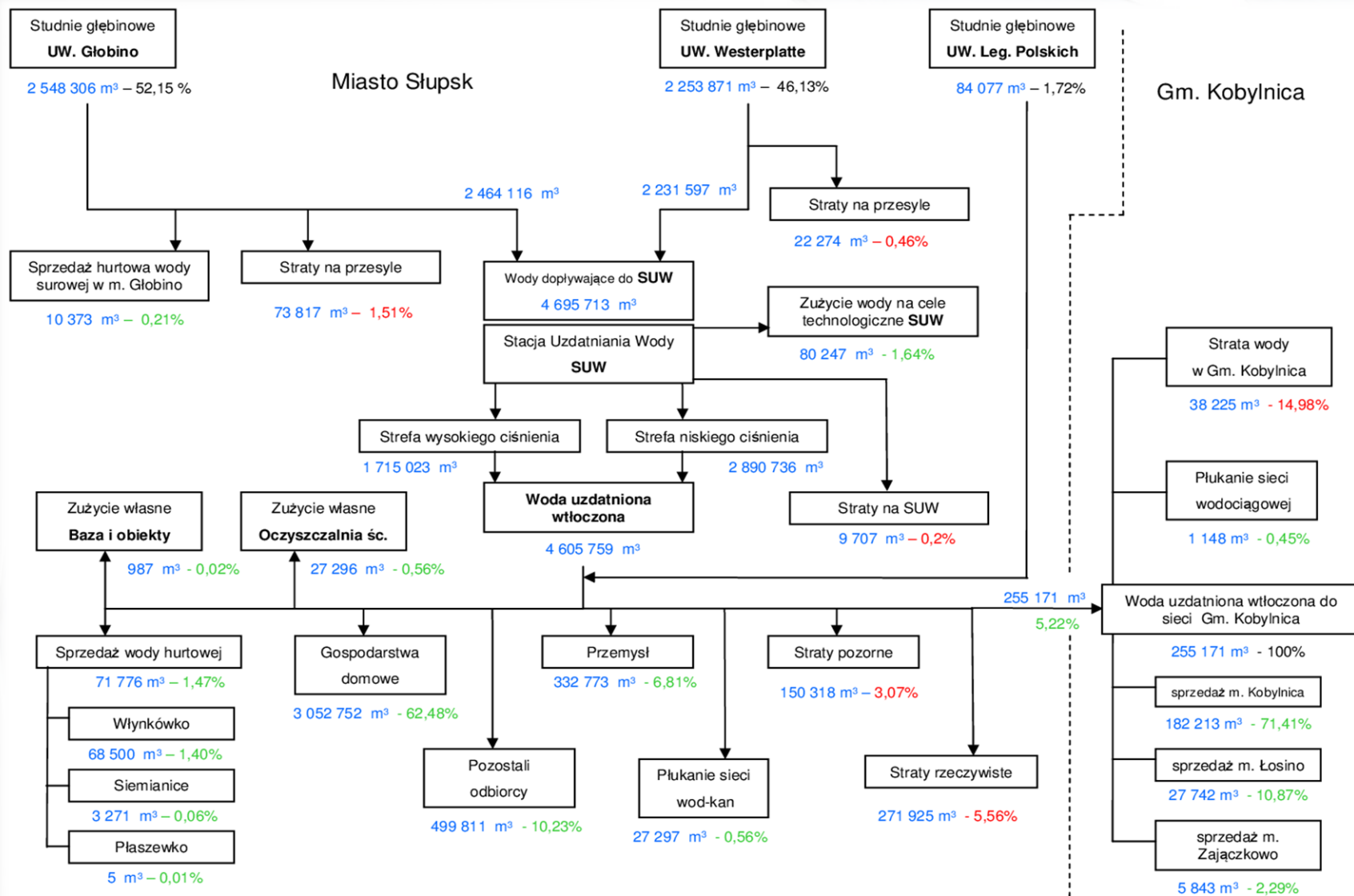
Zwiększenie kosztów działalności przedsiębiorstwa wodociągowego

- Opłaty środowiskowe
- Energia elektryczna
- Koszty związane z technologią oczyszczania ujmowanej wody
- Koszty eksploatacyjne

Wyższe opłaty za korzystanie z usług dostawy wody przez konsumentów

Niezadowolenie społeczne

Model sieci wykorzystywany do bilansowania strat wody w mieście Słupsk



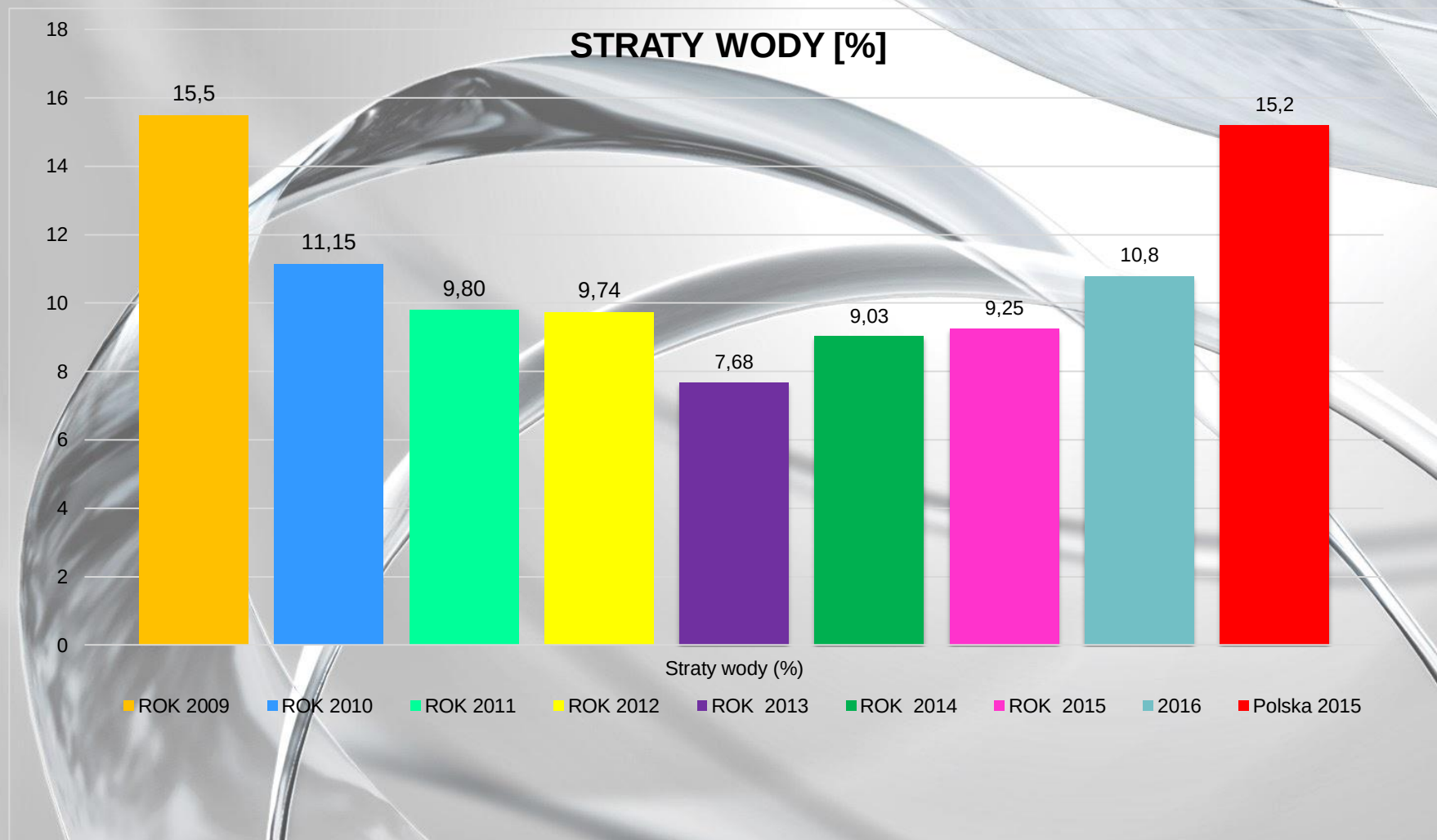
Procentowy bilans strat wody wg IWA

WODA UJĘTA	Autoryzowana konsumpcja	Zafakturowana autoryzowana konsumpcja	Przemysł 332 773 6,81%	Woda przynosząca dochód
		4 222 656 86,42%	Gospodarstwa domowe 3 052 752 62,48%	
	4 358 483 89,20%	Niezafakturowana autoryzowana konsumpcja	Pozostali odbiorcy 499 811 10,23%	Woda nie przynosząca dochodu
			Sprzedaż hurtowa 337 320 6,90%	
			Plukanie sieci tech. 0 0,00%	
			Technologia SUW 80 247 1,64%	
			Plukanie sieci 13 303 0,27%	
			Zużycie na oczyszczalni 27 296 0,56%	
			Zużycie na bazie 987 0,02%	
			Czyszczenie kanalizacji 13 994 0,29%	
	Straty wody	Straty pozorne	Błąd pomiaru 159 755 3,27%	663 598 13,58%
		159 755 3,27%	Kradzież 0 0,00%	
		527 771 10,80%	Straty na przesyłce 96 091 1,97%	
		Straty rzeczywiste	Straty na sieci i przył. 271 925 5,56%	
		368 016 7,53%		
4 886 254 100,00%				

Na co należy zwrócić szczególną uwagę:

- Sposób określania poszczególnych składników autoryzowanej konsumpcji – od tego zależy określenie dokładnej wartości strat wody
- Obliczenie jaki procent ogólnych strat wynoszą straty pozorne, a jaki rzeczywiste. Do określenia ich wielkości można wykorzystać cyfrowe rejestratory przepływów wody oraz wyniki badań metrologicznych wodomierzy, których minął 5 letni okres legalizacyjny.

Straty wody w Słupsku w odniesieniu do średniej krajowej dla przedsiębiorstw wodociągowych w Polsce.



Miesiąc	Produkcja wody					Sprzedaż Głobino	SUW		Straty na sieci tech.		Zużycie na cele tech. SUW
	Do SUW		Poza SUW		Razem		Wody dopływające		Studnie - SUW		
	Głobino	Westerplatte	Westerplatte	Kasprzaka			Głobino	Westerplatte	Głobino	Westerplatte	
Styczeń	213 462	181 908	0	5 174	400 544	4 031	207 297	179 997	2 134	1 911	6 780
Luty	200 266	170 728	0	4 445	375 439	2 315	192 838	169 358	5 113	1 370	6 373
Marzec	214 487	205 291	0	1 893	421 671	3 856	207 498	200 829	3 133	4 462	6 791
Kwiecień	204 072	189 813	0	6 242	400 127	0	199 244	185 943	4 828	3 870	6 571
Maj	202 645	223 043	0	9 326	435 014	123	200 304	217 574	2 218	5 469	6 801
Czerwiec	208 827	205 562	0	11 634	426 023	12	201 922	201 022	6 893	4 540	6 612
Lipiec	217 046	184 215	0	10 368	411 629	0	207 156	181 891	9 890	2 324	6 800
Sierpień	214 142	182 581	0	5 312	402 035	0	206 247	182 035	7 895	546	6 797
Wrzesień	219 359	170 682	0	7 217	397 258	0	210 723	173 066	8 636	-2 384	6 580
Październik	225 278	172 586	0	6 359	404 223	0	217 606	173 818	7 672	-1 232	6 791
Listopad	215 851	169 249	0	5 856	390 956	36	209 552	170 443	6 263	-1 194	6 567
Grudzień	212 871	198 213	0	10 251	421 335	0	203 729	195 621	9 142	2 592	6 784
RAZEM	2 548 306	2 253 871	0	84 077	4 886 254	10 373	2 464 116	2 231 597	73 817	22 274	80 247

Miesiąc	Woda wtłoczona do sieci					Zużycie własne		Płukanie sieci	Woda wtłocz. do sieci do sprzedaży	Woda wtłoczona do sieci gminy Kobylnica	Sprzedaż wody wtłoczonej do sieci	Straty wody w sieci	
	Woda uzdatniona		Woda nieuzdatniona		Razem	Oczyszczalnia	Baza					[m³]	[%]
	strefa niska	strefa wysoka	Uj. Legionów	Westerplatte									
Styczeń	238 675	141 281	5 174	0	385 130	496	959	2 430	360 665	20 580	323 807	36 858	10,22
Luty	221 957	133 733	4 445	0	360 135	783	1 050	522	340 203	17 577	322 532	17 671	5,19
Marzec	250 680	149 507	1 893	0	402 080	832	1 180	2 372	377 852	19 844	309 830	68 022	18,00
Kwiecień	236 912	140 792	6 242	0	383 946	1 039	1 182	0	358 065	23 660	336 495	21 570	6,02
Maj	261 574	148 665	9 326	0	419 565	2 611	1 177	756	393 330	21 691	335 760	57 570	14,64
Czerwiec	250 395	145 253	11 634	0	407 282	3 125	1 204	822	374 156	27 975	344 074	30 082	8,04
Lipiec	238 655	142 973	10 368	0	391 996	3 530	1 126	0	362 928	24 412	339 509	23 419	6,45
Sierpień	240 064	140 420	5 312	0	385 796	3 470	1 204	2 074	354 707	24 341	317 118	37 589	10,60
Wrzesień	237 836	138 479	7 217	0	383 532	3 300	1 429	700	356 627	21 476	336 424	20 203	5,67
Październik	239 488	144 107	6 359	0	389 954	2 485	1 587	567	365 265	20 050	326 238	39 027	10,68
Listopad	231 607	141 150	5 856	0	378 613	3 504	1 683	2 268	356 487	14 671	321 689	34 798	9,76
Grudzień	242 893	148 663	10 251	0	401 807	2 121	1 200	792	378 800	18 894	343 636	35 164	9,28
RAZEM	2 890 736	1 715 023	84 077	0	4 689 836	27 296	14 981	13 303	4 379 085	255 171	3 957 112	421 973	9,64

Procentowy bilans strat wody wg IWA

Procentowy wskaźnik strat wody jest jednak niemiarodajny do oceny strat, gdyż nie uwzględnia takich istotnych czynników ciśnienie i obciążenie hydrauliczne sieci wodociągowej. Można go stosować jako pierwsze przybliżenie oceny strat wody, jak również do oceny zmienności strat wody w dłuższym okresie czasu w tym samym systemie dystrybucji. ^[1]

Wskaźnikowe straty wody wg IWA

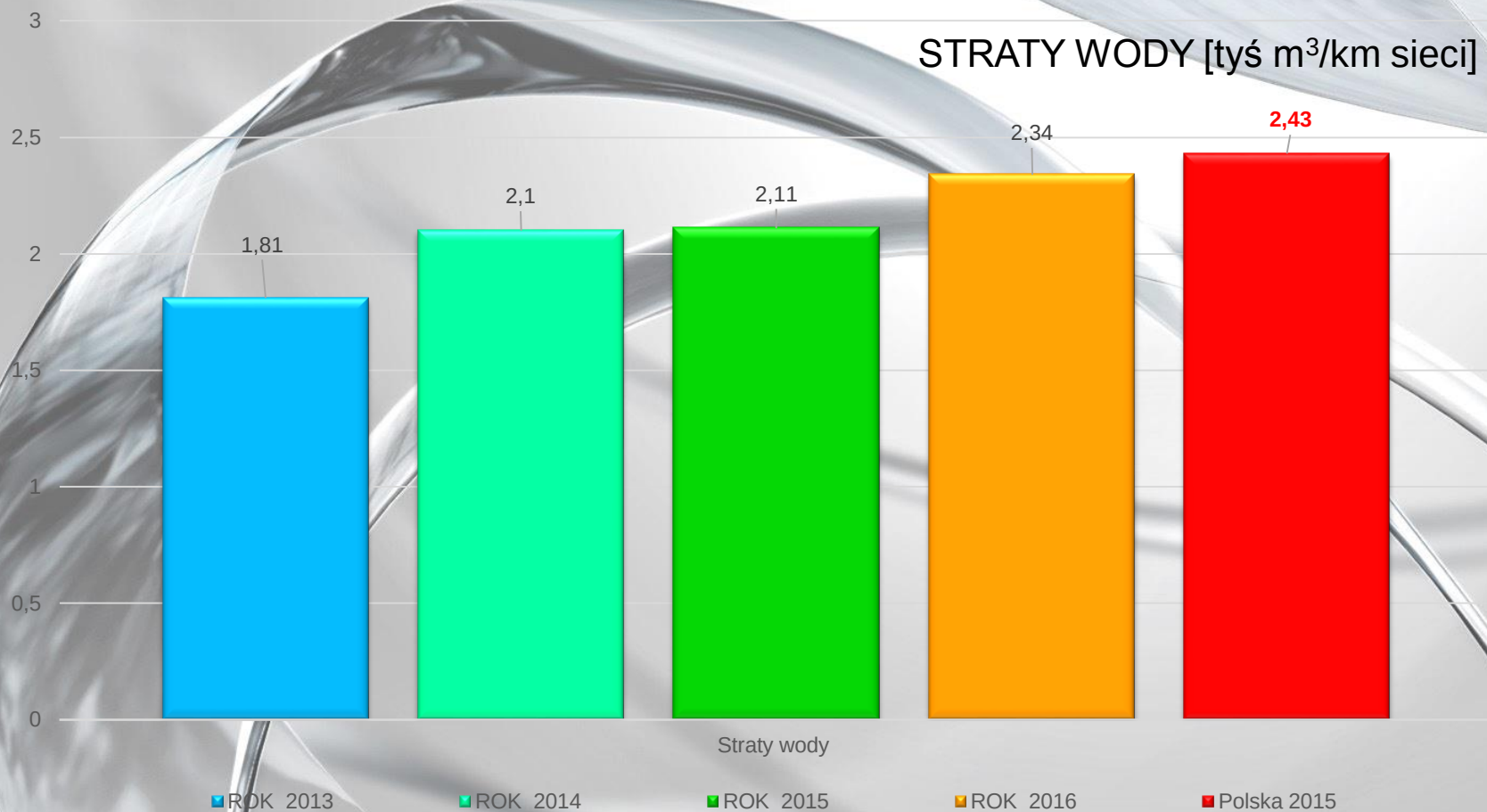
Ocena stanu sieci wodociągowej na podstawie wskaźników:

- **Q_{str}** – Jednostkowa objętość strat wody [$\text{dm}^3/\text{M} \times \text{d}$]
- **Q_{strL}** – Jednostkowy wskaźnik strat wody w odniesieniu do całej długości sieci [$\text{m}^3/\text{km} \times \text{d}$];
- **ILI** – infrastrukturalny indeks wycieków (Infrastructure Leakage Index);
- **RLB** – wskaźnik jednostkowy strat wody (Real Los Basic), który zaleca dwie alternatywne wersje obliczeniowe w zależności od gęstości przyłączy wodociągowych przypadających na 1 km sieci wodociągowej [dm^3/dPW]

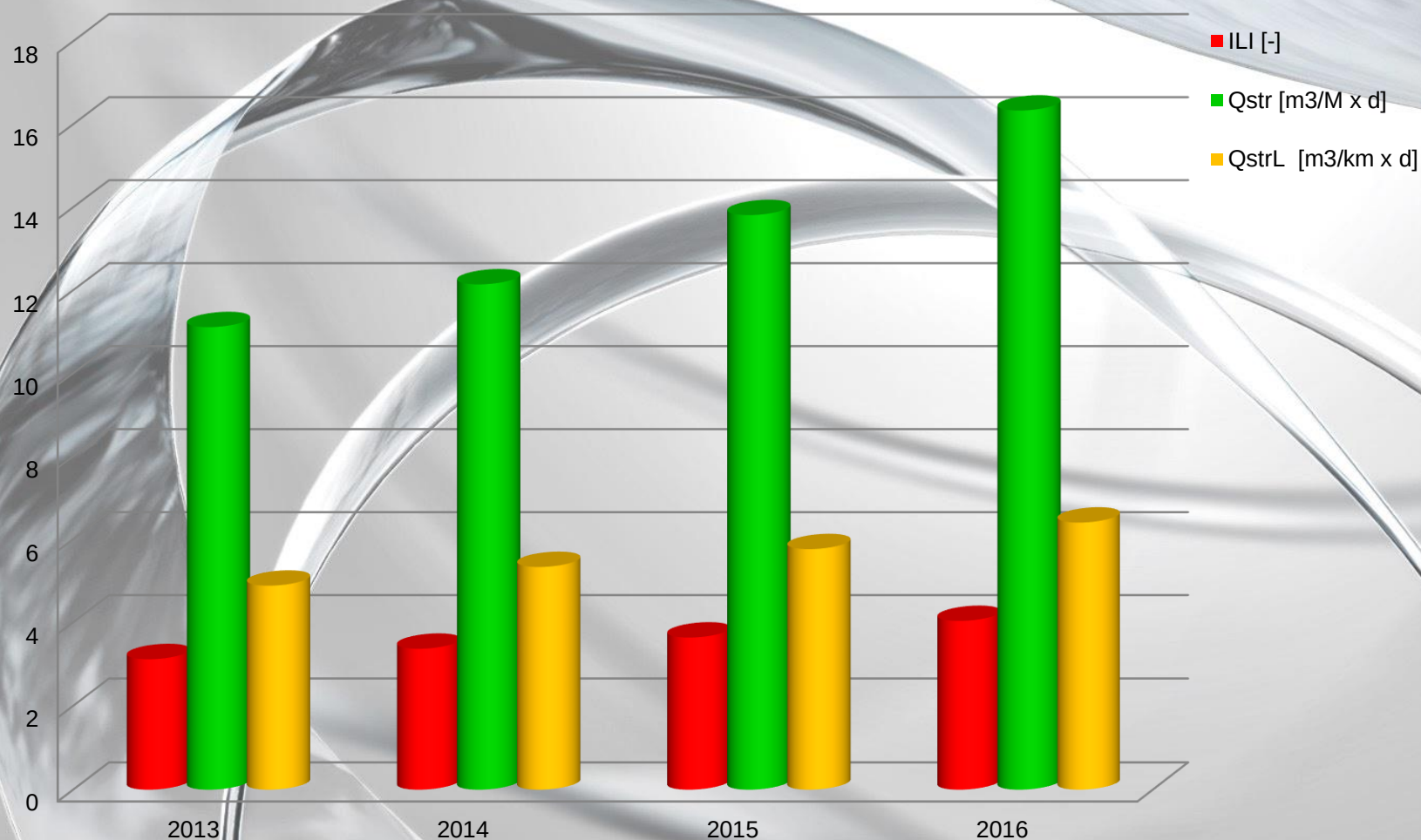
Tabela danych od obliczeń wskaźników strat wody

Tabela danych			
Długość sieci magistralnej	M	46,7	[km]
Długość sieci rozdzielczej	R	179,1	[km]
Długość przyłączy wodociągowych	PW	76,3	[km]
Liczba przyłączy wodociągowych	L _{PW}	5352	[szt.]
Średnia wysokość ciśnienia	p	35	[m H ₂ O]
Współczynnik przeliczeniowy		0,365	-
Roczna objętość wody niesprzedanej	V _{STR}	527 771	[m ³ /rok]
Roczna objętość wody wtłoczona do sieci	V _{WTŁ}	4 689 836	[m ³ /rok]
Roczna objętość wody sprzedanej	V _{SP}	4 222 656	[m ³ /rok]
Liczba mieszkańców	LM	88 552	szt.

Straty wody w Słupsku w odniesieniu do średniej krajowej dla przedsiębiorstw wodociągowych w Polsce.



Porównanie rocznych wskaźników strat wody dla miasta Słupska.



L.p.	Ujęcie wody	Zasilane miejscowości		Rok 2016						
				Produkcja	Sprzedaż	Woda tech.	Płukanie sieci	Strata	Strata	Strata
		Miejscowości	Dł. Sieci	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[%]	tys. m³/km sieci
1	Bzowo	Bzowo	1,2	11 651	4 777	78	234	6 562	56,32	5,47
2	Dobrzęcino	Dobrzęcino	0,9	6 162	5 356	752	54	0	0,00	0,00
3	Kczewo	Kczewo	0,7	3 573	3 499	0	0	74	2,07	0,11
4	Kobylnica	Kobylnica	55,1	255 171	215 798	0	1 148	38 225	14,98	0,69
		Łosino								
		Zajączkowo								
5	Komiłowo	Komiłowo	5,6	9 519	6 873	1 826	0	820	8,6	0,15
		Kruszyna								
6	Komorczyn	Komorczyn	1,1	3 162	2 157	480	0	525	16,60	0,48
7	Kończewo	Giełdów	13,3	41 112	34 023	414	18	6 657	16,2	0,50
		Kończewo								
		Kuleszewo								
		Sierakowo St.								
8	Kwakowo	Kwakowo	5,9	25 939	20 804	275	0	4 860	18,7	0,82
		Maszkowo								
9	Lubuń	Lubuń	3,0	11 451	4 960	101	144	6 246	54,55	2,08
10	Lulemino	Lulemino	1,6	7 447	3 273	0	324	3 850	51,70	2,41
11	Płaszewo	Płaszewo	2,2	10 224	7 132	185	72	2 835	27,73	1,29
12	Runowo St.	Runowo St.	1,5	4 286	3 798	39	26	423	9,87	0,28
13	Słonowice	Słonowice	1,1	4 057	3 450	39	36	532	13,11	0,48
14	Sycewice	Sycewice	5,7	36 965	28 695	943	158	7 169	19,39	1,26
15	Ściegnica	Ściegnica	0,8	3 067	2 777	65	18	207	6,75	0,26
16	Widzino	Bolesławice	22,2	78 235	60 960	0	366	16 909	21,6	0,76
		Reblino								
		Reblinko								
		Widzino								
17	Wrząca	Słonowiczki	4,4	61 082	21 173	600	72	39 237	64,2	8,92
		Wrząca								
18	Zagórki	Zagórki	2,1	6 872	5 454	52	76	1 290	18,8	0,61
		Zbyszewo								
19	Zębowo	Zębowo	3,4	6 722	5 323	96	0	1 303	19,38	0,38
20	Żelki	Żelki	0,9	1 479	1 164	0	0	315	21,30	0,35
21	Żelkówko	Żelkówko	1,1	3 578	2 645	600	0	333	9,31	0,30
RAZEM			133,8	591 754	444 091	6 545	2 746	138 372	23,38	1,03

Wodomierze – jakość pomiaru ma znaczenie

Przyrządy i urządzenia pomiarowe stosowane przez przedsiębiorstwo „Wodociągi Słupsk” Sp. z o.o.:

- w zakresie Dn 15-40 mm – wodomierze objętościowe o współczynniku pomiaru R-160 (szeroka dynamika pomiaru, rejestracja niskich strumieni objętości wody, stabilność metrologiczna przez 5 letni okres legalizacyjny);`
 - w zakresie Dn 50-80 mm – wodomierze jednostrumieniowe o współczynniku pomiaru R-315 ;
 - wodomierze sprzężone Dn 50/20 i Dn 80/20 – dla klientów, którzy cechują się niewielkim zużyciem wody, a mają wymagane zabezpieczenie chwilowego znacznego poboru wody np. hydranty ppoż.;
- Przepływomierze elektromagnetyczne – pomiar wody w obiektach technologicznych (np. SUW), na sektorach sieci wodociągowej, sprzedaż wody hurtowej do gmin ościennych.

Dobrze dobrany wodomierz ma znaczenie

- niezawodny pomiar eliminuje zjawisko powstawania strat pozornych wody;
- lepsza dynamika pomiaru (wyższa klasa pomiarowa) pozwala na zafakturowanie rzeczywistej ilości wody pobranej przez konsumenta;
- dobór średnicy wodomierza powinien być dostosowany do strumienia objętości wody jaki ma mierzyć (przewymiarowanie może spowodować niedomierzanie niskich strumieni objętości wody);
- odczyt radiowy wodomierza ułatwia odczyt i eksploatację wodomierza, lecz trzeba pamiętać, że to wodomierz jako przyrząd pomiarowy jest odpowiedzialny za prawidłowe naliczanie pobranej ilości wody;
- odczyt inkasencki – z naszych obserwacji wywnioskowaliśmy, że praca inkasenta sprawdza się jako element prewencyjny – pozwala zaobserwować ewentualne nieszczelności na podejściach wodomierzowych czy próby nielegalnego, nieopomiarowanego poboru wody.

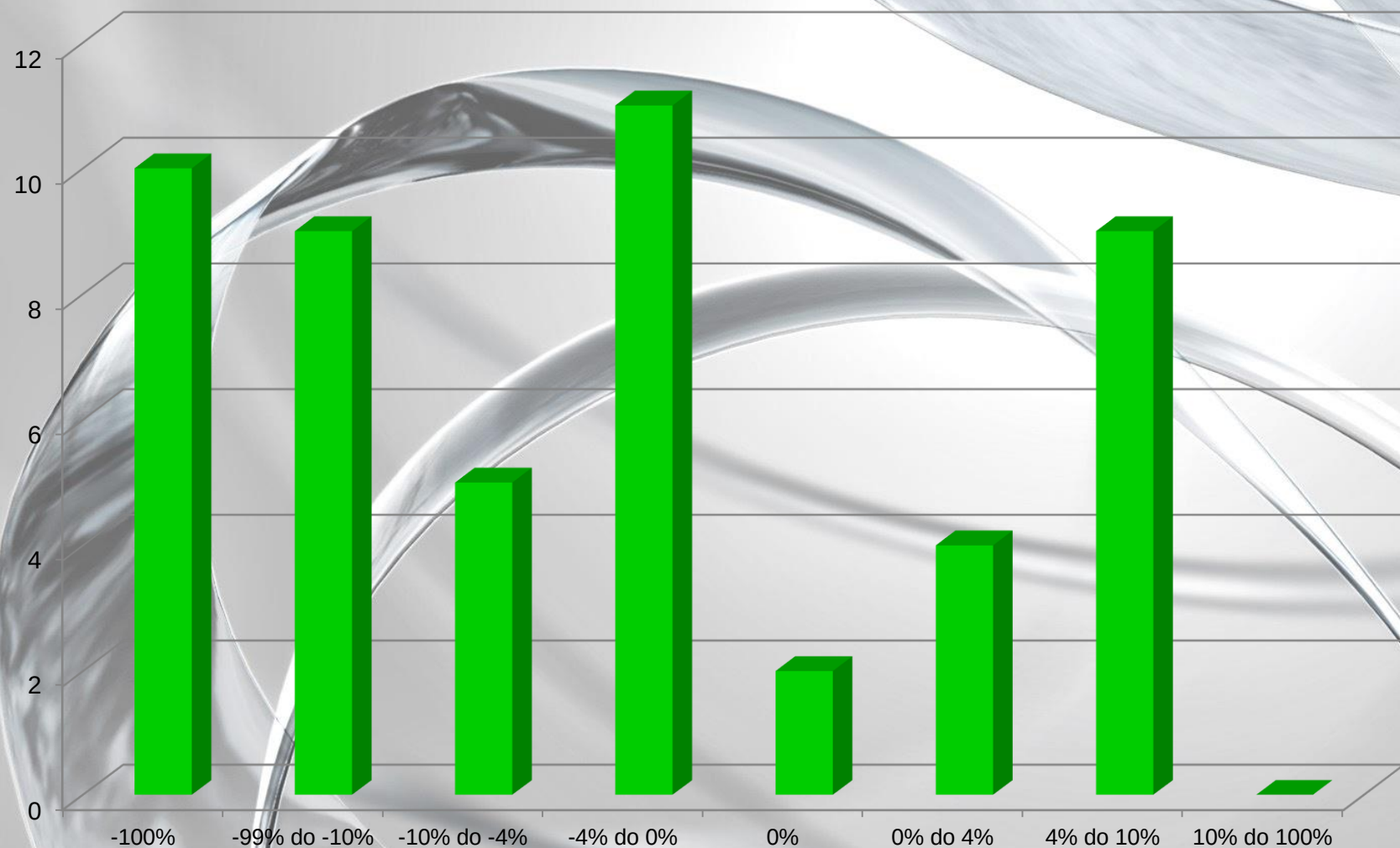
Badania metrologiczne wodomierzy

W 2015 roku przy współpracy z Politechniką Koszalińską wykonaliśmy szereg badań metrologicznych wodomierzy o średnicy Dn 15 mm, których minął 5 letni okres eksploatacji. Badaniom tym poddano wodomierze jednostrumieniowe o współczynniku dokładności pomiaru R-80 i R-160 oraz wodomierze objętościowe o współczynniku R-160.

Wodomierze te badane były w zakresach Q_1 i Q_2 – zależało nam na stwierdzeniu, w jakim stopniu można zmniejszyć rozmiar strat pozornych wody przy użyciu różnych klas wodomierzy.

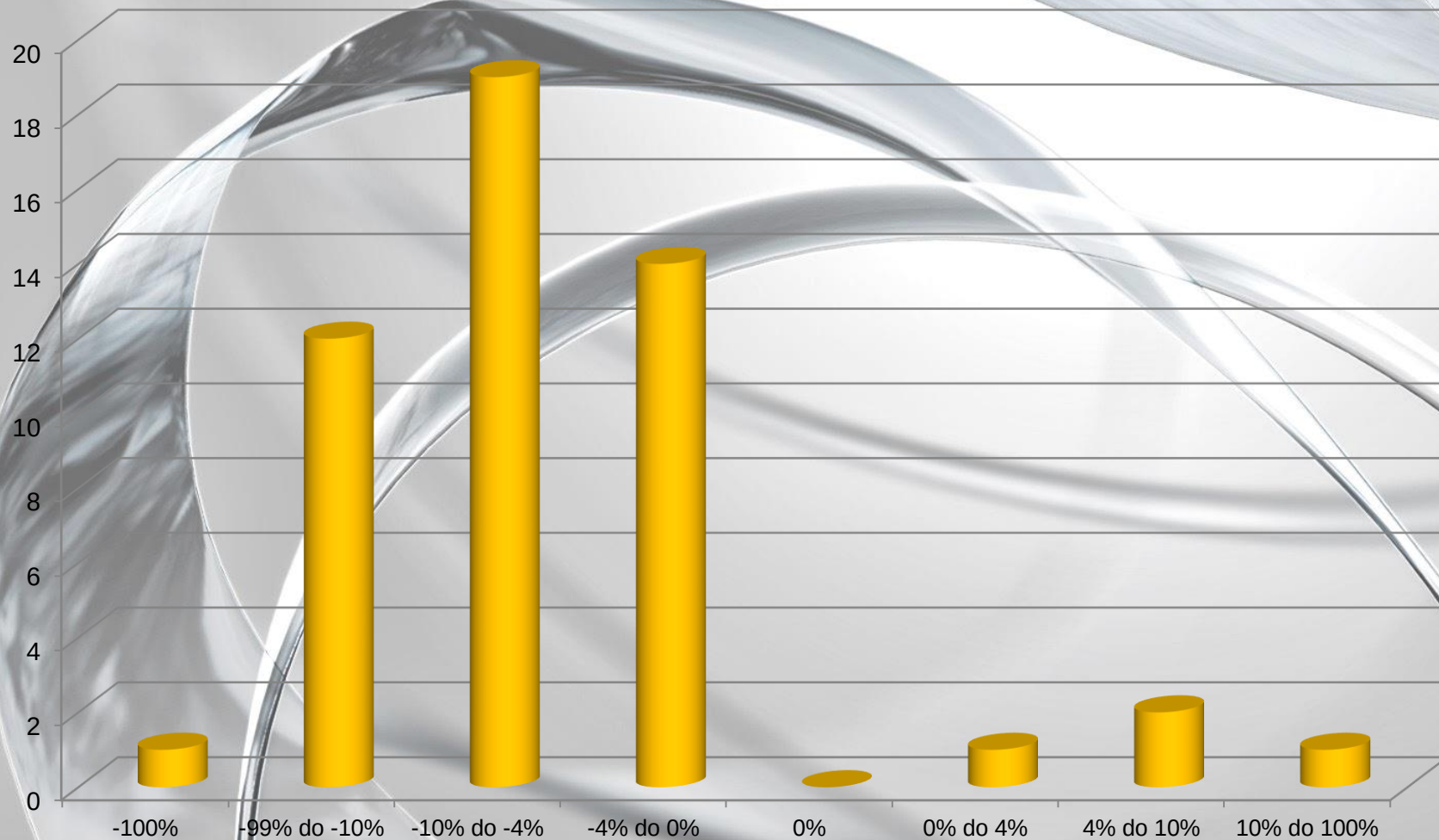
Wyniki pomiarów – wodomierze JS R-80

Dn 15 mm, Q_1 – 25 l/h



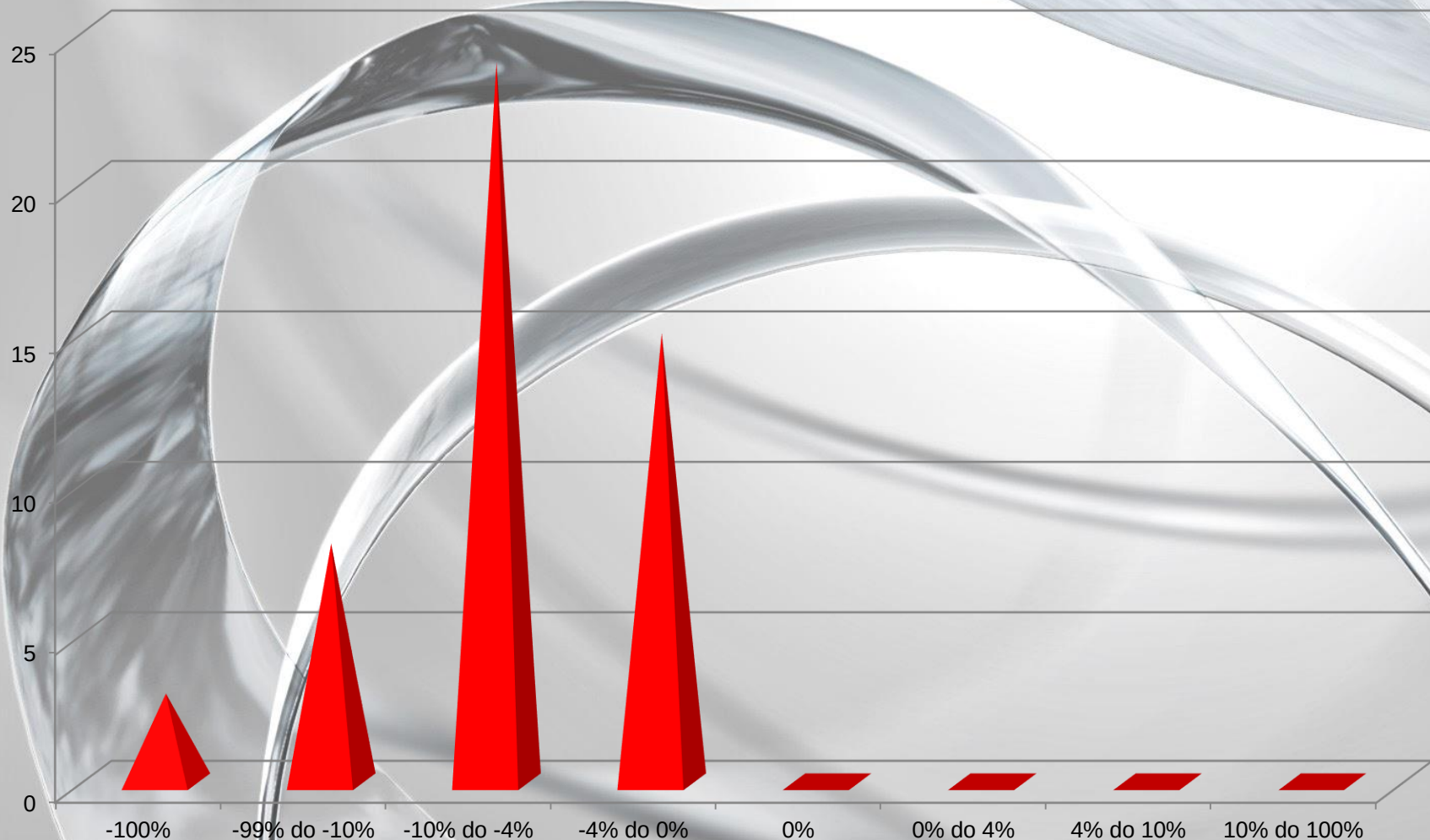
Wyniki pomiarów – wodomierze JS R-160

Dn 15 mm, Q_1 – 15,6 l/h

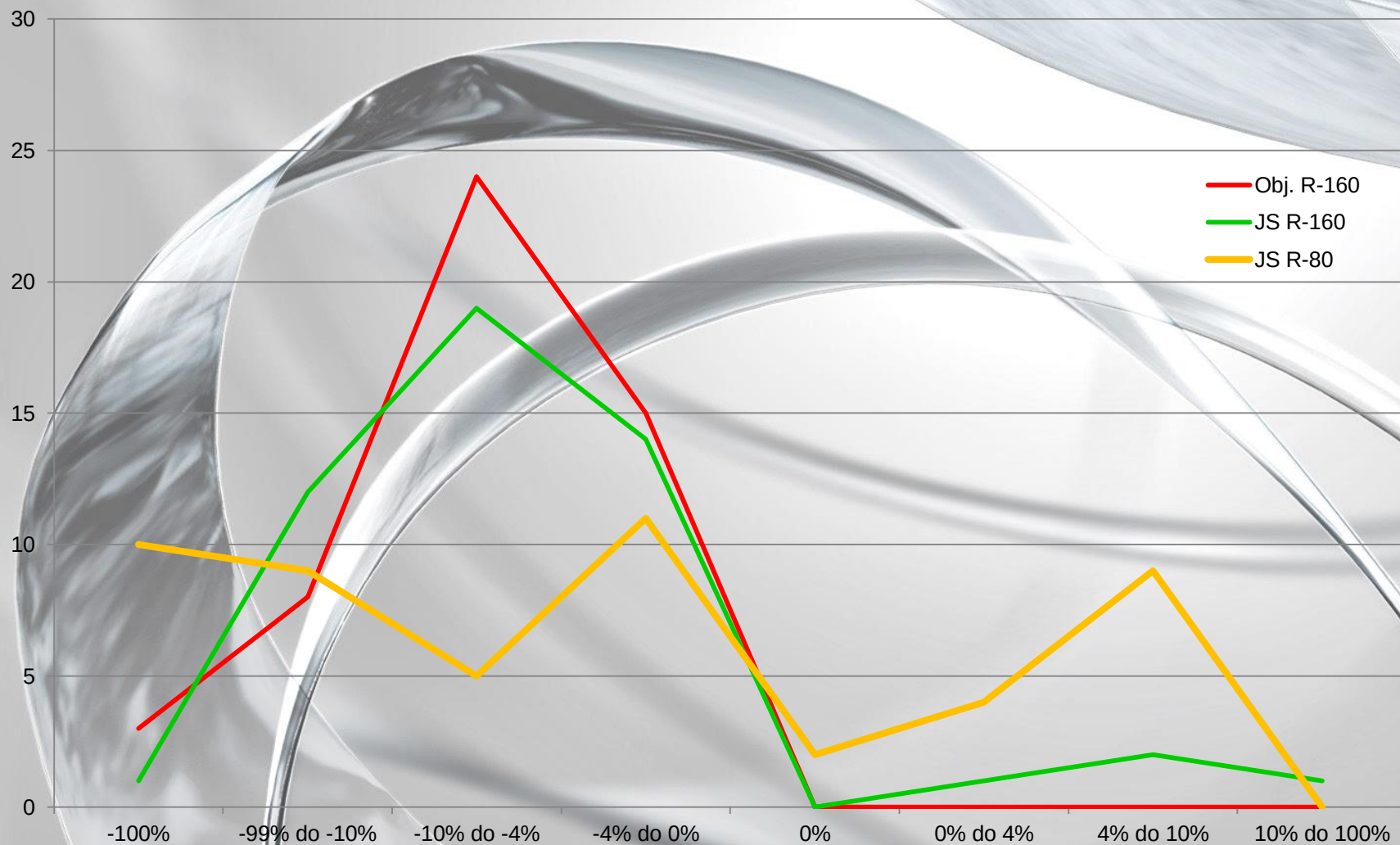


Wyniki pomiarów – wodomierze objętościowe R-160

Dn 15 mm, Q_1 – 15,6 l/h



Porównanie wyników metrologicznych badanych wodomierzy w zakresie Q1



Interpretacja wyników – zestawienie tabelaryczne

	Objętościowe R-160	JS R-160	JS R-80
Q₁ [l/h]	15,6	15,6	25
Mediana Q₁ [%]	-6,31	-5,27	-2,82
Średnia Q₁ [%]	-6,08	-6,30	-9,84
Q₁ min [%]	-15,22	-24,95	-98,68
Q₁ max [%]	4,82	7,73	9,84
Poza błędem dopuszcz. [szt.]	11	13	19
Q₁ nieczyn. [szt.]	3	1	10

Sektoryzacja oraz monitoring sieci wodociągowej

CEL GŁÓWNY – REDUKCJA KOSZTÓW POPRZECZ OGRANICZENIE STRAT WODY

- szybka identyfikacja zdarzenia awaryjnego lub nieautoryzowanego poboru wody;
- zawężenie pola poszukiwania awarii lub nieautoryzowanego poboru wody;
 - realna możliwość skrócenia czasu trwania wycieku;
 - kontrola i możliwość analizy rozkładu ciśnienia w poszczególnych punktach pomiarowych;

Sektoryzacja sieci wodociągowej – dobór przyrządów pomiarowych

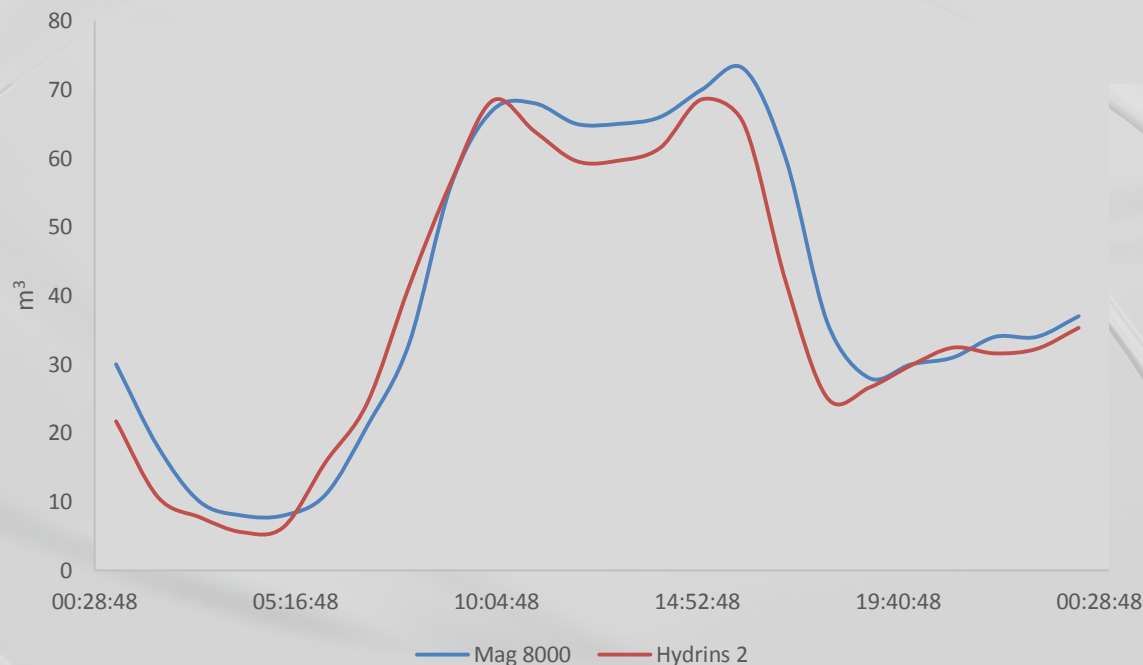
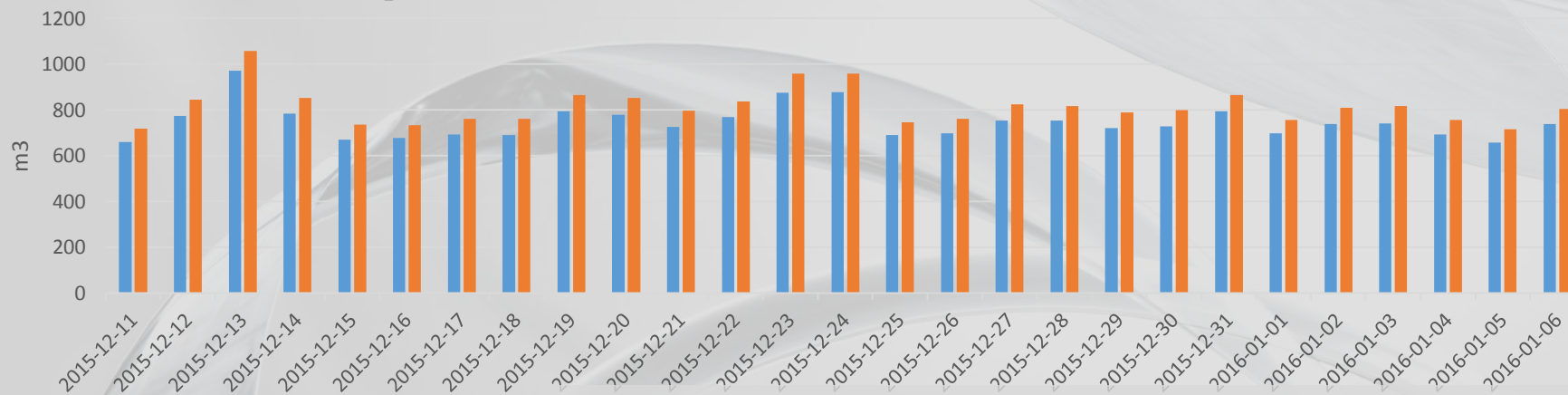
PRZEPŁYWOMIERZE RUROWE ELEKTROMAGNETYCZNE



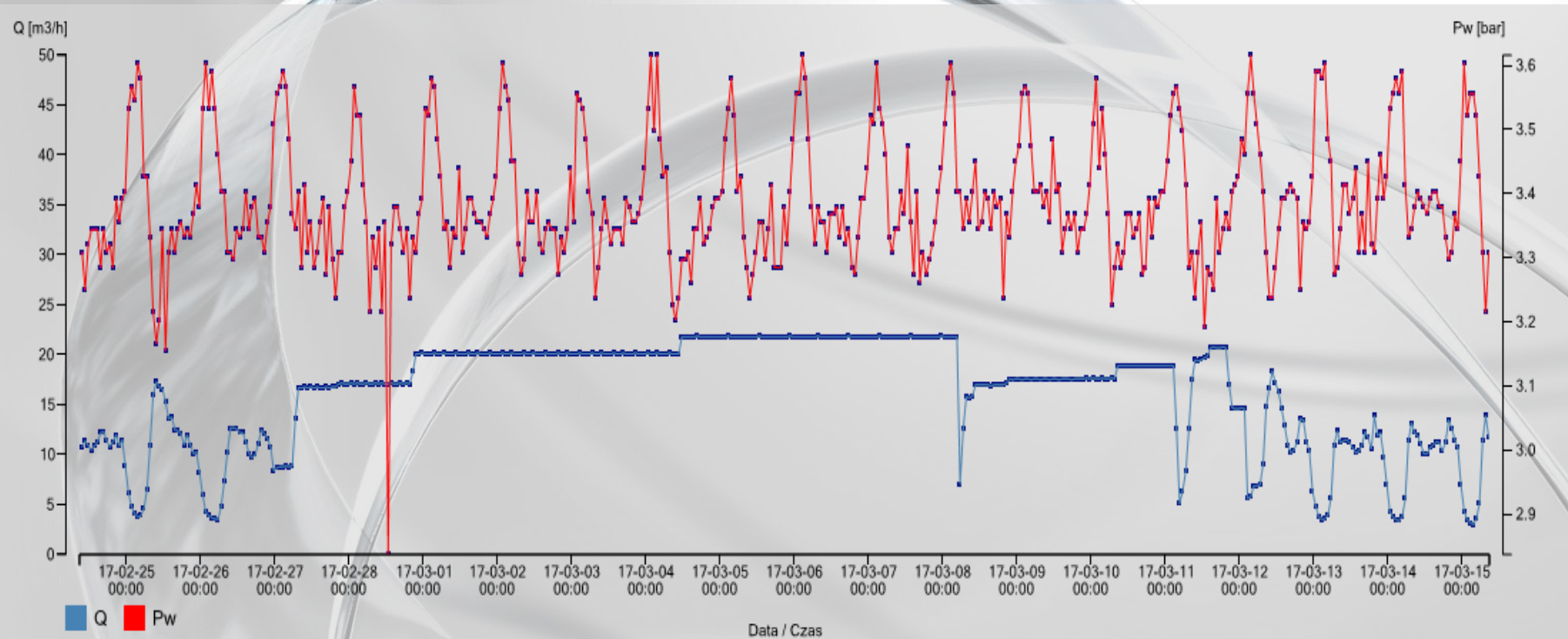
PRZEPŁYWOMIERZE SZTYCOWE INGERENCYJNE – ELEKTROMAGNETYCZNE

MAG 8000 vs HydrISN 2

- porównanie wskazań



Wykres przepływu i ciśnienia podczas wystąpienia awarii na sieci wodociągowej.



PODSUMOWANIE

Systematyczna i rzetelna analiza bilansu strat wody stanowi podstawę do określenia poziomu strat w systemie dystrybucji wody;

Umiejętne interpretowanie wyników stanowi podstawę do podjęcia decyzji o rozpoczęciu działań systemowych mających na celu likwidację powstałych strat;

Wykorzystywanie co raz to dokładniejszych przyrządów pomiarowych mierzących pobór wody w analizowanym systemie wodociągowym;

Sektoryzacja i monitoring sieci wodociągowej jako narzędzie diagnostyczne do oceny stanu technicznego układu wodociągowego;

Świadomość, że za każdą analizą danych stoi człowiek. Tylko jego kompetencja, umiejętna analiza uzyskanych wyników oraz adekwatne do wyników podjęcie działań pozwoli sprawnie zarządzać stratami wody w naszym przedsiębiorstwie.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ