



WODOCIĄGI KIELECKIE Sp. z o.o.

ul. Krakowska 64, 25-701 Kielce

tel. 0-41/365-31-00, fax. 0-41/345-52-20

e-mail: wodkiel@wod-kiel.com.pl <http://www.wod-kiel.com.pl>

Monitoring jakości wody i sposoby radzenia sobie z wtórnym zanieczyszczeniem wody w sieci wodociągowej

Mariusz Śledzik – Specjalista d/s Hydrogeologii
Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o.
Dział Gospodarki Wodno - Ściekowej



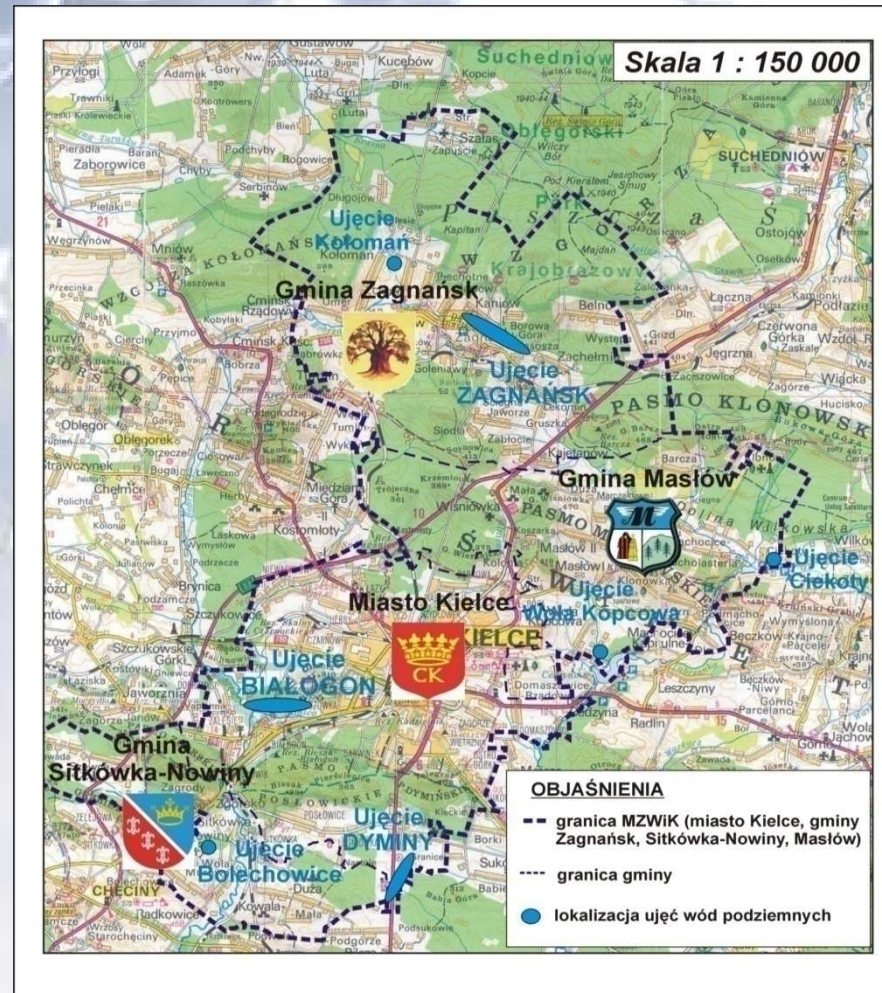
ZAOPATRZENIE W WODĘ

**Miasto Kielce
zaopatrywane jest
w wodę z ujęć:**

- Kielce - Białogon
- Zagnańsk
- Kielce - Dyminy
- Awaryjno-
Wspomagające
- Bolechowice

**Gmina Sitkówka –
Nowiny zaopatrywana
jest w wodę z ujęć:**

- Bolechowice
- ZPW Truskawica



**Gmina Masłów
zaopatrywana jest
w wodę z ujęć:**

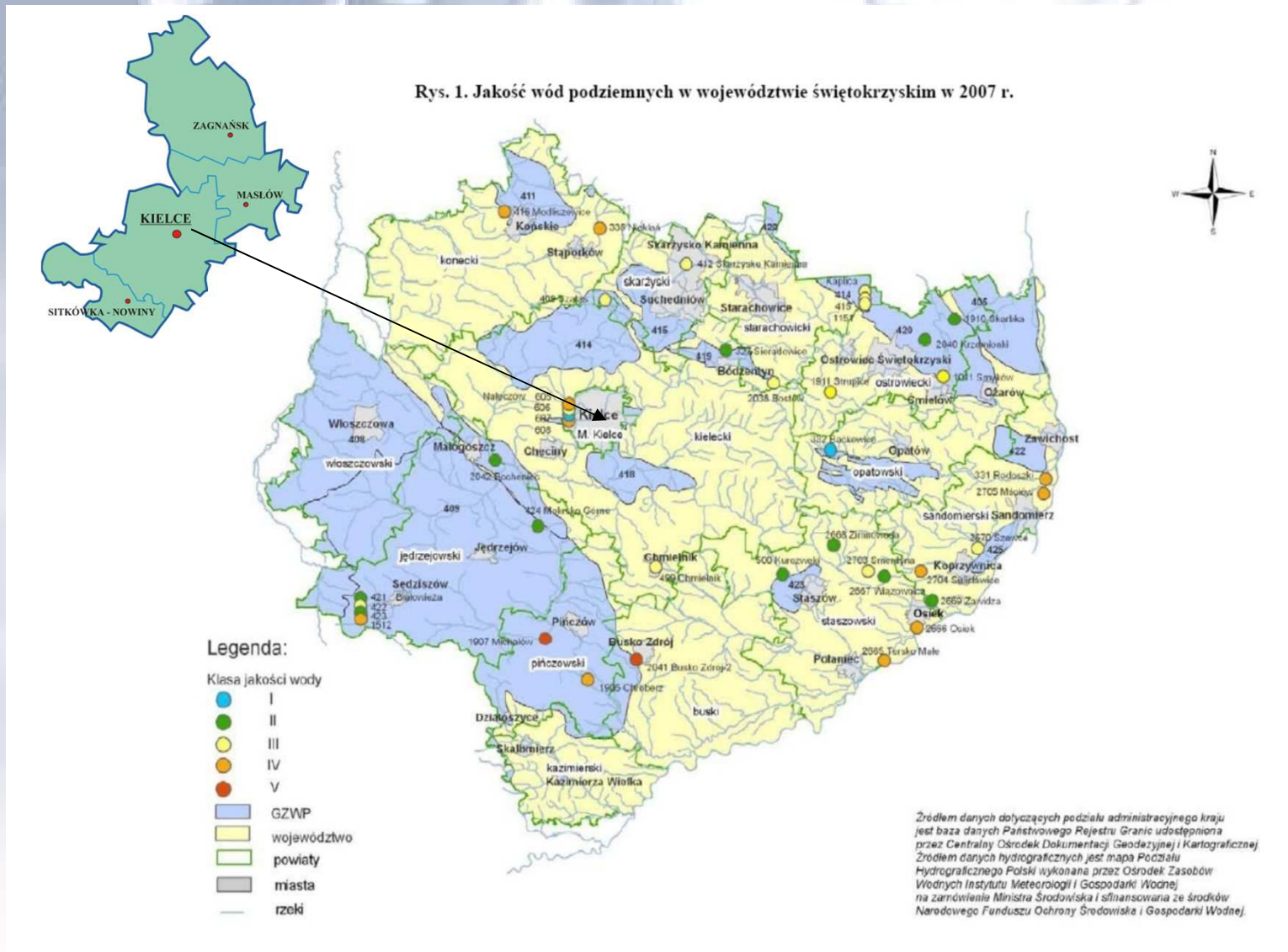
- Zagnańsk
- Wola Kopcowa
- Ciekoty
- Wiśniówka
- Kielce - Białogon

**Gmina Zagnańsk
zaopatrywana jest
w wodę z ujęć:**

- Zagnańsk
- Kołomań



ZASOBY WODNE WOJEWÓDZTWA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO – UWARUNKOWANIA GEOLOGICZNE MORFOLOGICZNE ICH POWSTAWANIA





- **44** studni głębinowych na **14 ujęciach** o zdolności produkcyjnej **24,1 mln m³** (66,1 tys. m³/d)
- **2** stacje uzdatniania wody
- **26** zbiorników wody o pojemności **53,9 tys.m³**
- **30** pompowni i hydroforni wody
- **959,4 km** przewodów wodociągowych
- **225 tys.** obsługiwanych mieszkańców
- **13,7 mln m³** (37,7 tys. m³/d) wody pobranej z ujęć
- **11,5 mln m³** (31,5 tys. m³/d) wody dostarczonej odbiorcom



„Wodociągi Kieleckie” Sp. z o.o.



ŹRÓDŁA ZAOPATRZENIA MIASTA KIELCE W WODĘ



Ujęcie Białogon



„Wodociągi Kieleckie” Sp. z o.o.



ŹRÓDŁA ZAOPATRZENIA MIASTA KIELCE W WODĘ



Ujęcie Zagnańsk



UDZIAŁ WODY Z POSZCZEGÓLNYCH UJĘĆ W OGÓLNYM POBORZE DLA POTRZEB KOMUNALNYCH MIASTA I GMIN W 2011r

Nazwa ujęcia	Wielkość produkcji w 2011r [m ³]	Udział procentowy [%]
- ujęcie Białogon:	8 286 870	60,3
- ujęcie Zagnańsk:	3 010 768	21,9
- ujęcie Dyminy:	1 414 270	10,3
- ujęcie Wola Kopcowa*:	149 926	1,1
- ujęcie Bolechowice:	362 340	2,6
- studnie awaryjno - wspomagające:	378 364	2,8
- ujęcie Kołomań:	106 410	0,8
- ujęcie Ciekoty*:	34 232	0,2
* - woda wymagająca uzdatniania w zakresie żelaza i manganu		



WDROŻENIE WYMOGÓW ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 29 MARCA 2007R.

Spółka wdrożenia ustaleń rozporządzenia przeprowadziła poprzez

- wykorzystanie badań prowadzonych w ramach pozwoleń wodnoprawnych,
- realizowanych przez własne laboratorium, w ramach kontroli wewnętrznej.

Należy zaznaczyć, że ilość badań wykonywanych w ramach wymogów pozwoleń wodnoprawnych oraz wewnętrznych badań kontrolnych, znacząco przekraczała ilość wymaganą w/w rozporządzeniem.

Ostatecznie w **listopadzie i grudniu 2007** roku odbyło się kilka spotkań konsultacyjnych w trakcie, których wyspecyfikowano punkty poboru prób oraz ustalono szczegółowy **harmonogram poboru prób na rok 2008**.

Od początku 2008 roku Spółka w ramach realizacji wymogów Rozporządzenia wprowadziła wewnętrzny „Harmonogram badań na ujęciach, zbiornikach, hydroforniach i pompowniach” funkcjonujący w ramach Zintegrowanego Systemu Jarządzenia Jakością i Środowiskiem.



ILOŚĆ WYKONYWANYCH OZNACZEŃ W CIĄGU ROKU



PPIS monitoringiem objął **208** stałych punktów kontrolnych, w tym:

- na ujęciach wody – **44,**
- w miejscach wprowadzania wody do sieci wodociągowej – **20,**
- na sieci rozdzielczej – **30,**
- w miejscach czerpania wody przez odbiorców - **114.**

Wewnętrzny nadzór nad jakością wody, prowadzony jest przez Centralne Laboratorium Wodno-Ściekowe.

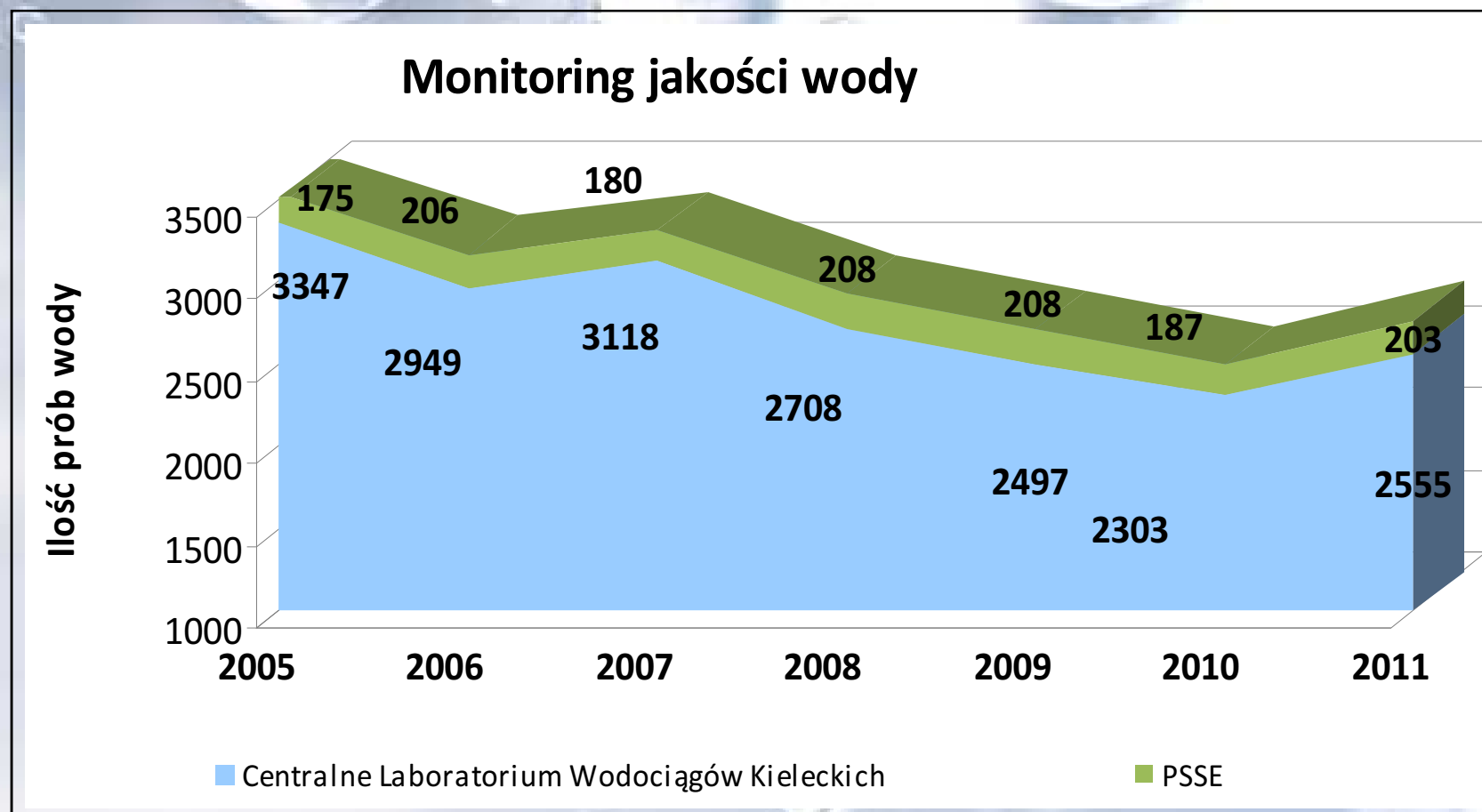
Sumarycznie laboratorium Spółki w ramach przedmiotowego nadzoru w 2011r wykonało **2555** analiz co stanowiło **18 779** oznaczeń jakości wody, w tym:

- **6909** oznaczeń bakteriologicznych
- **11870** oznaczeń fizyko - chemicznych.





ILOŚĆ WYKONYWANYCH OZNACZEŃ W CIĄGU ROKU





JAKOŚĆ WODY DOSTARCZANEJ PRZEZ „WODOCIĄGI KIELECKIE

Sieć wodociągowa zasilana z ujęć	Jednostka	Ujęcie Zagnańsk	Ujęcie Białogon	Studnie awaryjno – wspomagające	Ujęcie Dyminy	Ujęcie Bolechowice	Normy Techniczne (Ustawa z dnia 29.12.2007 – r. późniejszej zmianami)	Normy T.J. (Dokreślenie Rodku 2003/2013 z dnia 2.11.2006)
Wskaźnik								
Ogólna liczba mikroorganizmów 36+-2°C po 48h	liczba mikorg./1ml	1	1	1	5	2		-
Ogólna liczba mikroorganizmów w 22+- 2°C po 72h	liczba mikorg./1ml	10	41	38	50	71	bez nietypowych zmian	bez nietypowych zmian
Escherichia coli	liczba bakterii /100ml	0	0	0	0	0	0	0
Bakterie grupy coli		0	0	0	0	0	0	0
Enterokoki		0	0	0	0	0	0	0
Barwa	mg/dm ³	<5	<5	<5	<5	<5	15	akceptowalna
Mętność	NTU	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	akceptowalna
Zapach	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny
Smak	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny	akceptowalny
Odczyn (pH)	-	7,4	7,8	7,7	7,8	7,9	6,5-9,5	6,5-9,5
Chlor wolny	mg/dm ³	0,16	-	-	-	-	0,3	-
Amoniak	mg/dm ³	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	0,5	0,5
Azotyny	mg/dm ³	<0,014	<0,014	<0,014	<0,014	<0,02	0,5	0,5
Azotany	mg/dm ³	17,1	21,1	29,6	23,3	17,0	50	50
Chlorki	mg/dm ³	15,8	29,0	29,3	33,0	49,6	250	250
Żelazo	µg/dm ³	44	12	30	20	20	200	200
Mangan	µg/dm ³	5	12	5	5	5	50	50
Siarczany	mg/dm ³	51,5	39,1	45,1	31,9	50,8	250	250
Magnez	mg/dm ³	12,1	8,7	17,8	26,8	10,5	30-125	-
Twardość	mg/dm ³	202,2	258,2	326,9	324,6	270,0	60-500	-
Fluorki	mg/dm ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5	1,5
Arsen	µg/dm ³	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	10	10
Kadm	µg/dm ³	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	5	5
Chrom	µg/dm ³	<5	<5	<5	<5	<5	50	0,05
Miedź	mg/dm ³	0,004	0,003	0,0105	0,0090	0,006	2	2
Olów	µg/dm ³	<2	5	3,9	1,5	4	25	0,01
Nikiel	µg/dm ³	<2	<2	<2	<2	<2	20	0,02
Utlenialność (z KMnO ₄)	mg/dm ³	0,69	0,54	0,68	0,40	0,49	5	5
Przewodność w 20°C	µS/cm	420	522	570	550	570	2500	2500
Benzen	µg/dm ³	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	1	1
Benzo(a)piren	µg/dm ³	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,01	0,01
WWA	µg/dm ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,1



MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Monitoring jakości wody jest dobrym narzędziem do diagnozowania stanu sieci, ale również może stanowić ważne narzędzie dla podjęcia działań strategicznych, w zakresie zmian hydrauliki pracy i modernizacji układu sieci wodociągowej.

Należy zaznaczyć, że Wodociągi Kieleckie prowadzą badania monitoringowe zgodnie z wewnętrznym harmonogramem od lat 90–tych tj. na kilkanaście lat przed wdrożeniem rozporządzenia.

Spółka dysponuje pełną bazą elektroniczną wykonywanych oznaczeń dla ujęć wód, obiektów sieciowych (pompowni, zbiorników) oraz wynikami badań z wybranych punktów na sieci wodociągowej. Prowadzona od wielu lat analiza statystyczna badań pozwoliła na wytypowanie obszarów problematycznych, ale również na realizację wielu przedsięwzięć mających na celu poprawę jakości dostarczonej wody.

Analiza w/w danych pozwala na stwierdzenie, że mimo podawania na ujęciach wody spełniającej wszelkie obowiązujące normatywy, na etapie jej dalszej dystrybucji pojawiają się problemy związane z wtórnym zanieczyszczeniem wody.



MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Dane z monitoringu wykazują również, że sieć wodociągowa miasta Kielce charakteryzuje się dwudzielnością w zakresie problemów z występowaniem wtórnych zanieczyszczeń.

Wynika to z kilku przyczyn, takich jak charakter chemiczny podawanej wody (twardość wody), hydraulika sieci wodociągowej oraz charakterystyki materiałowej sieci.

W przypadku sieci wodociągowej miasta Kielce zasilanej z 29 studni głębinowych ujmujących wodę poziomu dewońskiego tworzących ujęcia w Kielcach – Białogonie, Kielcach – Dyminach oraz studnie awaryjno – wspomagających (ok. 150 tys. odbiorców) problem wtórnych zanieczyszczeń na sieci wodociągowej ma marginalne znaczenie i do dnia dzisiejszego praktycznie nie występuje.

W naszej ocenie wynika to z charakterystyki chemicznej podawanej wody tj. od blisko 90 – lat przedmiotowy rejon zasilany jest wodą średnio twardą o twardości ogólnej od 250 do 280 mgCaCO₃ i przewodnictwie 500-550 μs/dm³), a ponadto posiadającą neutralny wskaźnik korozyjności.



PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI WODOCIĄGOWEJ NA TLE KIERUNKÓW ZASILANIA

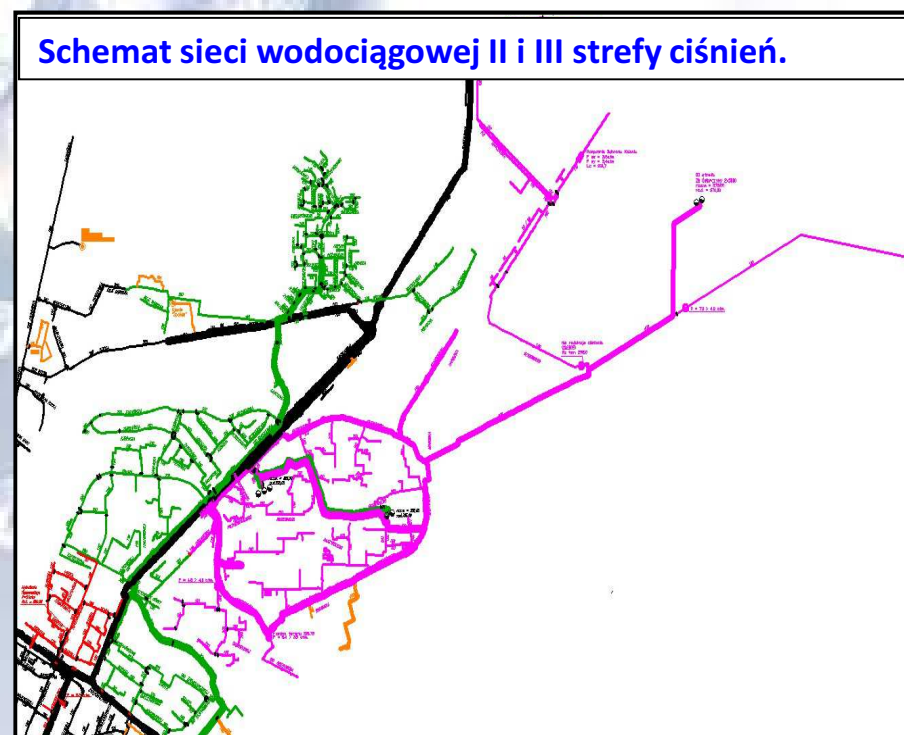




MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

W przypadku sieci wodociągowej miasta Kielce oraz gminy Zagnańsk zasilanych z 11 studni głębinowych poziomu wodonośnego triasowo - dewońskiego tworzących ujęcie w Zagnańsku (ok. 60 tys. odbiorców w tym II i III – strefa miejska) problem wtórnych zanieczyszczeń na sieci wodociągowej jest częstszym zjawiskiem.

W naszej ocenie pojawiające się problemy z występowaniem wtórnych zanieczyszczeń wynikają głównie z odmiennej od strefy „0” charakterystyki chemicznej podawanej wody. W tym przypadku woda charakteryzuje się przewodnictwem 400-450 $\mu\text{s}/\text{dm}^3$, twardością ogólną ok. 200 mgCaCO_3 , a ponadto ma ona właściwości korozyjne objawiające się ujemnym współczynnikiem Langeriera.



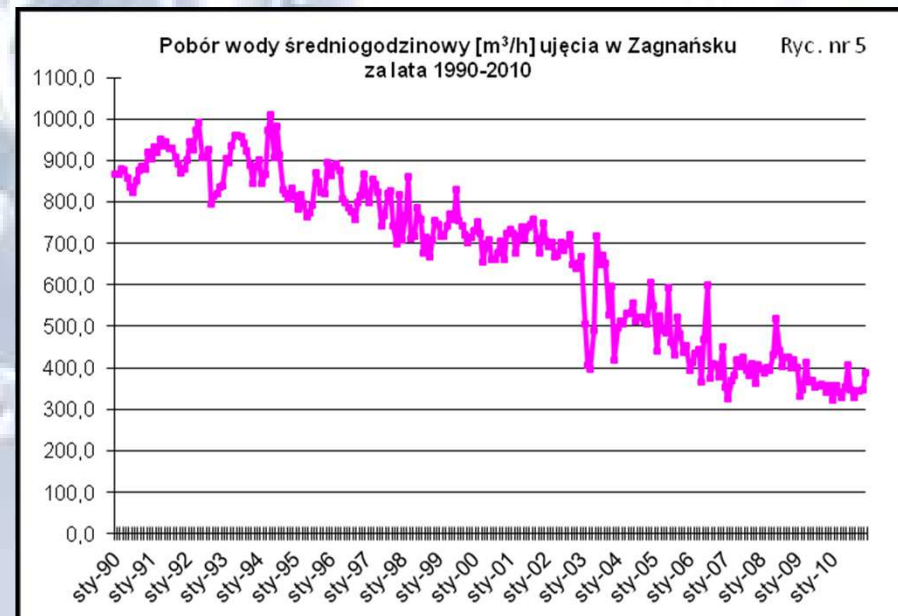


MONITORING JAKOŚCIOWY, A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Przyczyny leżą również w charakterystyce sieci wodociągowej zarówno w ujęciu materiałowym jak i wynikają z przewymiarowania.

Elementem niekorzystnie wpływającym na rozwój wtórnych zanieczyszczeń jest fakt, że sieć wodociągowa dla rejonu II i III strefy ciśnień pracuje w oparciu o zbiorniki retencyjne, których łączna pojemność wynosi 35 tys. m³, a wodociągi wykonane zostały głównie z rurociągów stalowych średnic Ø 600, Ø 500 i Ø 400.

Spółka mając na uwadze stopniowy spadek popytu na dostarczaną wodę oraz zastrzanie wymogów w zakresie jakości wody, w celu poprawy sytuacji w przedmiotowym rejonie przeprowadziła szereg działań celem wyeliminowania niepożądanego efektu w postaci występowania wtórnego zanieczyszczenia wody.





MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Przeprowadzone działania koncentrowały się głównie w obszarach zmian jakości wody włączanej do sieci oraz zmian hydrauliki sieci.

W celu poprawy parametrów jakościowych tłoczzonej wody został w latach 2008-2009 wdrożony plan eksploatacji ujęcia Zagnańsk oraz obiektów zbiornikowych. Wprowadzenie planu eksploatacji miało na celu spowodowanie zwiększenia poboru ze studni o najkorzystniejszych parametrach jakościowych.

Wprowadzając plan zakładano dodatkowo, że studnie na ZUW Zagnańsk

- będą pracować ze stałą minimalną wydajnością $Q = 300 \text{ m}^3/\text{h}$,
- woda będzie tłoczona ze studni: 1, 3, 4 i 7 z poniżej ustalonymi wydajnościami:

studnia nr 3	$Q = 150 \text{ m}^3/\text{h}$	praca ciągła,
studnia nr 4	$Q = 70 \text{ m}^3/\text{h}$	praca ciągła,
studnia nr 7	$Q = 90-110 \text{ m}^3/\text{h}$	praca ciągła,
studnia nr 1	$Q = 70 \text{ m}^3/\text{h}$	praca ciągła z możliwością krótkotrwałych wyłączeń wynikających z nadmiaru wody,
- w przypadku radykalnego zwiększenia zapotrzebowania na wodę przyjęto, że studnie czasowo wyłączone z eksploatacji będą włączane w następującej kolejności 8, 8a, 2 i 2a.



MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Podniesienie wielkości produkcji na wybranych studniach ujęcia spowodowało podniesienie twardości ogólnej oraz przewodnictwa, ale w głównej mierze przyczyniło się do zmniejszenia współczynnika korozyjności wody z Zagnańska.

Porównanie parametrów jakościowych przed wprowadzeniem planu eksploatacji studni ZUW Zagnańsk i po jego wdrożeniu

Studnia	Twardość ogólna [mgCaCO ₃ /l] wynik średni z wielolecia Laboratorium Spółki	Q [m ³ /h]	Ładunek	średnie st. Twardości ogólnej na wyjściu do sieci po wdrożeniu
1	189	70	13230	
2	118	0	0	
2a	126	0	0	
3	371	150	55650	
4	200	70	14000	
5	556	0	0	
7	196	110	21560	
8	168	0	0	
8a	150	0	0	
Pompownia ZUW	202	400	104440	260

Powyższe działania pozwoliły Spółce częściowo zrekompensować znaczący spadek zużycia wody oraz rozpocząć wieloletni proces „naturalnej cementacji” wodociągów rozdzielczych poprzez wtłaczanie wody o podwyższonej twardości ogólnej.

Dalszym etapem było wprowadzenie zmian w hydraulice sieci, które wprowadzono stopniowo. W pierwszej kolejności podjęto działania związane z ograniczeniem potencjału retencyjnego układu sieci wodociągowej.



MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

We wstępnej fazie pozostano przy wykorzystaniu wszystkich zbiorników z założeniem, że ilość zmagazynowanej wody zostanie ograniczona do 70% pojemności maksymalnej (lata 2007-2008).

Jednak z uwagi na fakt, że w 2009 roku nastąpił znaczący spadek ilości podawanej wody Spółka podjęła kolejne działania w celu ograniczenia czasu przebywania wody w układzie sieci wodociągowej i postanowiła, że z 7 komór zbiorników pozostanie w dalszej eksploatacji tylko 4, co oznaczało zmniejszenie retencji o 15000 m³.

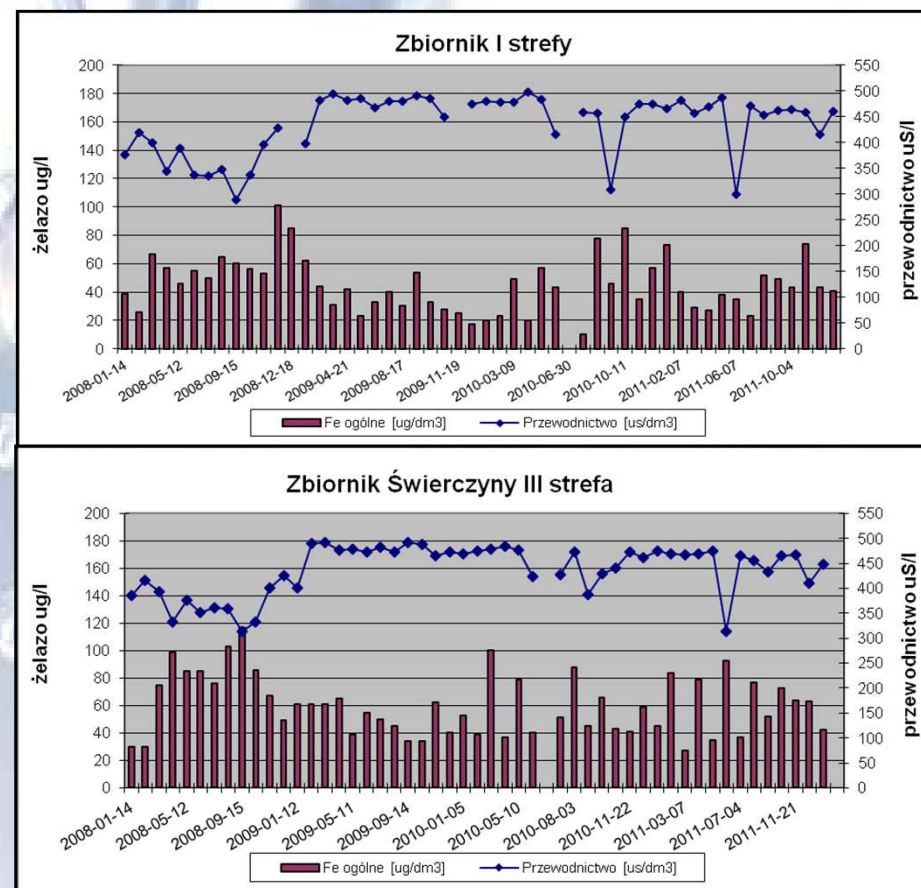
Przedmiotowe działania w latach 2009 – 2010 przyniosły oczekiwany efekt i pozwoliły na czasowe ograniczenie występowania problemów wtórnego zanieczyszczenia wynikającego ze zbyt długiego przetrzymania wody w sieci wodociągowej. Niemniej wyniki uzyskiwane w ramach monitoringu badawczego wykazały, że układ sieci wodociągowej zasilanej z ujęcia Zagnańsk jest dalece przewymiarowany, a co za tym idzie podatny na występowanie wtórnych zanieczyszczeń.



MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

Należy stwierdzić, że na przesyle od ujęcia do odbiorców następuje ok. 3 – krotne zwiększenie ilości oznaczanego laboratoryjnie żelaza oraz podwyższenie mętności przy utrzymywaniu się pozostałych parametrów fizyko-chemicznych i bakteriologicznych na podobnym poziomie.

Średnie stężenia z wielolecia			
Nazwa punktu poboru	Mętność	Żelazo	Przewodnictwo
	[NTU]	[ug/l]	[us/l]
Pompownia ZUW Zagnańsk	0,29	21,9	437
I strefa ul. Warszawska	0,34	45,0	436
II strefa ul. Marszałka J. Piłsudskiego	0,60	55,7	448
III – strefa Świerczyny	0,43	59,2	436
Max wzrost stężenia na tłoczeniu	+ 0,31	+ 37,3	+ 11





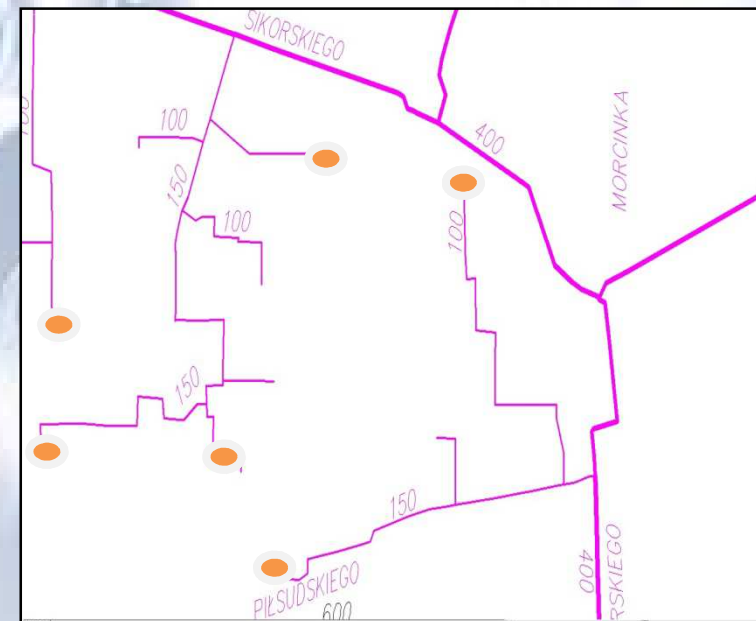
MONITORING JAKOŚCIOWY , A PROBLEMY Z WTÓRNYM ZANIECZYSZCZENIEM W SIECI

W przypadku osiedli północnych (II i III strefa) przyjęty został stały harmonogram płukań wybranych końcówek sieci wodociągowej. Na podstawie doświadczeń ustalono, że w/w zabiegi należy prowadzić z częstotliwością 1 raz na 2 tygodnie lub 1 raz na miesiąc w zależności od jakościowej kwalifikacji punktu płukań.

W wyniku badań laboratoryjnych stwierdzono również, że płukania winny trwać z pełną intensywnością ok. 2 godziny ponieważ po ustabilizowaniu się przepływów efekt płukania zanika.

Należy nadmienić, że przy krótszym czasie płukania następowało bardzo szybkie odbudowywanie wtórnych zanieczyszczeń żelazistych.

Służby eksploatacyjne Spółki przeprowadzają płukania hydrantowe w godzinach 24⁰⁰-4⁰⁰ w celu uniknięcia przypadków wprowadzenia zerwanych osadów żelazistych w przyłącza naszych odbiorców.





PODSUMOWANIE

Wprowadzenie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007r. wraz z późniejszą modyfikacją wprowadziło zmianę podejścia do jakości dostarczanej wody.

Poszerzyło wiedzę Państwowego Inspektora Sanitarnego nt. kontrolowanych wodociągów, co korzystnie wpłynie na jakość świadczonych usług przez przedsiębiorstwa wod-kan.

W przypadku małych wodociągów w/w przepisy najczęściej powodują grupowania wodociągów, konieczność uzyskiwania odstępstw w celu przebudowy sieci wodociągowej lub też poszukiwanie nowych źródeł wody, a w przypadku braku w/w możliwości budowy stacji uzdatniania wody.

Realizacja przez operatora badawczego monitoringu wewnętrznego, planów eksploatacji ujęć i obiektów sieciowych oraz prowadzone na szeroką skalę systematyczne płukania dla większości obszarów pozwala na pełne wywiązanie się z zapisów rozporządzenia w zakresie jakości podawanej wody do spożycia.

Posiadane przez Spółkę doświadczenia w usuwaniu efektów wtórnego zanieczyszczenia pokazują, że brak jest uniwersalnej metodyki usuwania skutków wtórnego zanieczyszczenia sieci wodociągowej. Uważamy, że jedynie prowadzenie działań w szerokim zakresie obejmujących min.:

- ustabilizowanie stanu fizyko-chemicznego źródła wody podawanej do spożycia,
- prowadzenie działań modernizacyjnych sprzyjających zmniejszeniu uderzeń hydraulicznych,
- zmniejszenie retencji obiektów zbiornikowych i sieci wodociągowej,
- cykliczne płukania sieci wodociągowej,
- wdrożenia modelu hydraulicznego sieci,
- modernizacja układów wodociągowych

może przynieść oczekiwane efekty.





„Wodociągi Kieleckie” Sp. z o.o.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

