



**Załącznik Nr 2**

**FIRMA USŁUGOWO-HANDLOWA**

**JULIAN PIETROŁAJ**

**BIURO : 70-223 SZCZECIN , ul. STOISŁAWA 2**

**TEL/FAX. 091 4889906**

**e-mail : promis@byss.pl**

**EKSPERTYZA FUNKCJONOWANIA  
ZBIORNIKA ZAŁADOWANIA OSADÓW  
Z.P.W. MIEDWIE**


**Wykonawcy :**

dr inż. Jacek Mazur

dr inż. Józef Miakoto

dr inż. Zbigniew Mroziński

**dr inż. Józef Miakoto**  
projektant w specjalności  
instalacyjno-inż. nieryjnej  
w zakresie ochrony środowiska  
upr. bud. Nr 176/Sz/88

  
dr inż. Zbigniew Sylwester MROZIŃSKI  
Rzecznik MŚZ  
biegły ds. postępowania wodnoprawnego  
zaświadczenie nr 0806  
ul. M.J. Piłsudskiego 39/1, 70-421 Szczecin  
tel. (091) 431 40 884

**Szczecin, czerwiec 2001 r.**

NIP 852-102-76-78  
REGON 810579361

POMORSKI BANK KREDYTOWY S.A.  
II 0/SZCZECIN 11001470-952211-2101-111-0

## SPIS TREŚCI

	Str.
1. Przedmiot, cel i zakres opracowania.	3
2. Wykorzystane materiały wyjściowe.	3
3. Opis i wyniki pomiarów terenowych.	3
4. Badania laboratoryjne i analiza wyników.	4
5. Prognoza ilości osadów w zależności od czasu ich gromadzenia.	16
6. Wnioski końcowe.	16
6.1. Wnioski dotyczące istniejącego zbiornika.	16
6.2. Proponowane kierunki działań.	17
7. Szacunek kosztów proponowanych kierunków działań.	17

## SPIS RYSUNKÓW

- Rys. 1. Zbiornik załadowania osadów ( osadnik )  
- plan wysokościowy zbiornika
- Rys. 2. Zbiornik załadowania osadów ( osadnik )  
- plan batymetryczny zbiornika
- Rys. 3. Przekroje poprzeczne zbiornika załadowania osadów  
( osadnika )
- Rys. 4. Przekroje poprzeczne zbiornika załadowania osadów  
( osadnika )
- Rys. 5. Przekroje poprzeczne zbiornika załadowania osadów  
( osadnika )
- Rys. 6. Schemat pomiarów grubości warstwy osadu i lokalizacji  
punktów poboru osadu.
- Rys. 7. Przewidywana zmiana uwodnienia osadów w Z.Z.O.  
obliczona z równania  $UW = 96 + 4 * EXP ( - 7.35 * \text{lata} )$
- Rys. 8. Przewidywana objętość osadów w Z.Z.O.

## 1. Przedmiot, cel i zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest analiza możliwości gromadzenia osadów powstałych w procesie uzdatniania wody w ZPW – Miedwie w istniejącym zbiorniku załadowania osadów w celu podjęcia niezbędnych działań związanych z usuwaniem osadów technologicznych.

Zakres opracowania obejmuje :

- pomiary batymetryczne zbiornika osadów,
- określenie głębokości zalegania osadu w stosunku do zwierciadła wody,
- pobór próbek osadów z różnych głębokości,
- badania laboratoryjne osadów ze zbiornika załadowania osadów ( Z.Z.O. ),
- badania laboratoryjne osadów z osadników i z płukania filtrów,
- badania porównawcze wody surowej,
- badania laboratoryjne możliwości zmniejszenia, uwodnienia osadów przy zastosowaniu różnych koagulantów i flokulantów polimerycznych,
- wnioski wynikające z badań laboratoryjnych,
- prognoza ilości osadów w zależności od czasu ich gromadzenia,
- wnioski końcowe.

## 2. Wykorzystane materiały wyjściowe.

- operat wodnoprawny dla uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie wód nadosadowych ze zbiornika załadowania osadów ZPW „ Miedwie ” do jeziora Żelewko – autor dr inż. Herbert Lupa, 1993 r.,
- pozwolenie wodno – prawne : Decyzja wojewody szczecińskiego z dnia 19.08.1993 r.,
- operat wodnoprawny na odprowadzenie wód popłucznych z ZPW „ Miedwie ” do jeziora Żelewo – autor : mgr inż. H. Molenda, 1998 r.,

## 3. Opis i wyniki pomiarów terenowych.

Pomiary na zbiorniku załadowania osadów ( zwanym również osadnikiem ) przeprowadzono 14.05.2001 r. Miały one na celu określenie aktualnej pojemności zbiornika, która ulega zmniejszeniu na skutek osadzania się osadów.

W czasie pomiarów prowadzonych przy rzędnej zwierciadła wody w zbiorniku 23,52 m n.p.m. Kr. ( rzędna 23,50 m stanowi stałą krawędź przelewową wylotu ze zbiornika ) określono głębokość zbiornika i grubość warstwy osadów. W założonych co 20 m przekrojach, pomiary przeprowadzono w odstępach 10 m. Usytuowanie przekrojów pomiarowych i rzędne lub głębokości zalegania osadów przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Na rysunkach 2, 4, 5 przedstawiających kształt przekrojów poprzecznych zbiornika, kolorami zaznaczono osady ( brązowy ) oraz czystą wodę ( niebieski ). W północno – wschodniej części zbiornika ( przy dopływie wód popłucznych ) warstwa osadów sięga rzędnej zwierciadła wody – kolor brązowy na rys. 1 i 2.

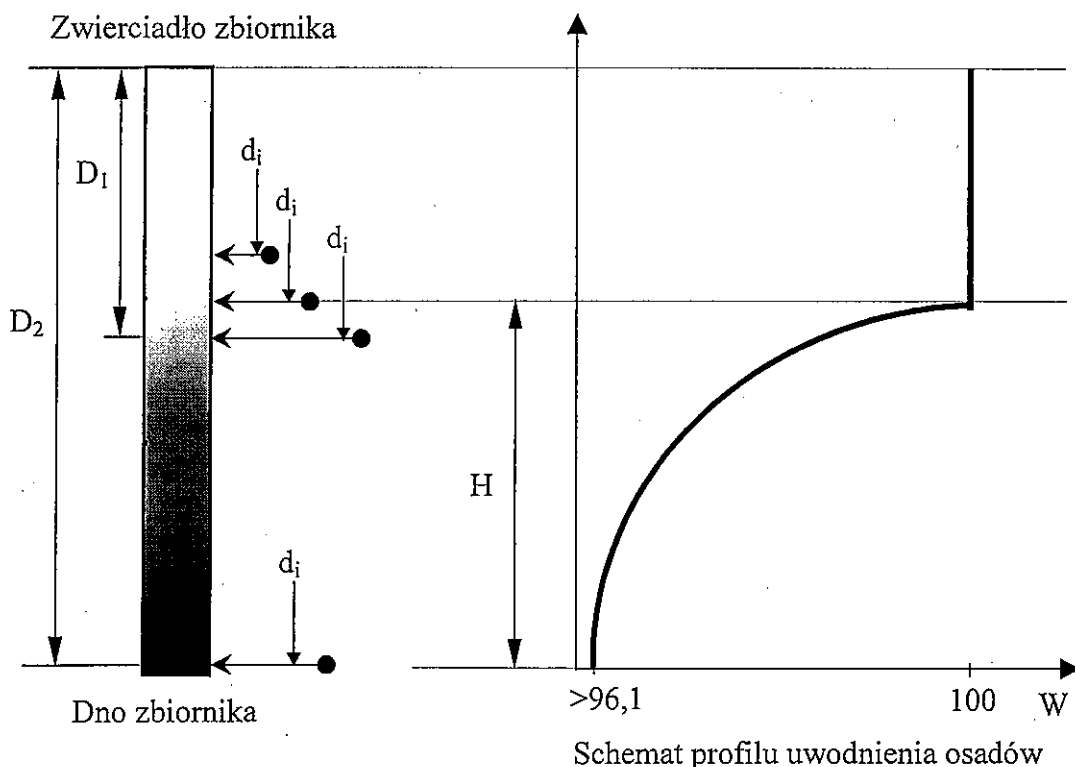
Pomiary przeprowadzono z łodzi poruszającej się wzdłuż wycechowanej liny rozciągniętej w danym przekroju pomiarowym. Miejsca poboru próbek osadów i wody, które poddano dalszej analizie laboratoryjnej zaznaczono na rys. 1 i 2. Osady z dna zbiornika pobierano sondą „ Nurek ” produkcji MERA Błonie; sondę tą wykorzystano również do pomiaru głębokości. Konstrukcja sondy ( w trakcie opuszczania otwarta, ostro zakończona szklana rura ) pozwalała na jej opuszczanie do geomembrany uszczelniającej dno zbiornika. Wierzch warstwy osadów określono opuszczając z łodzi sondę ( czujnik ) w postaci plastikowej płytki o średnicy 35 cm obciążonej 1,5 kg ciężarkiem. Sonda ta zagłębiała się

w warstwę osadów na głębokość około 60 cm – stwierdzono to pobierając z różnych głębokości w pionach powyżej plastikowej płytki próbki wody (z osadami i czystej).

W oparciu o plan batymetryczny (rys. 2) oraz przekroje poprzeczne przedstawione na rysunkach 3, 4, 5, określono aktualną wolną pojemność zbiornika, która przy rzędnej piętrzenia 23,50 m n.p.m. wynosi około 32400 m<sup>3</sup>.

#### 4. Badania laboratoryjne i analiza wyników.

Rys. 6. Schemat pomiarów grubości warstwy osadu i lokalizacji punktów poboru osadu.



$D_1$  – głębokość pomierzona\*

$D_2$  – głębokość zmierzona sondą\*

$d_i$  – głębokości poboru kolejnych próbek wody/osadu\*

$H$  – grubość warstwy osadu na dnie zbiornika

$W$  – zawartość wody w osadzie [%]

\*wszystkie głębokości mierzone od zwierciadła zbiornika

Głębokość zmierzona sondą przyjęto jako głębokość zbiornika.

Przy określaniu głębokości pomierzonej czujnik zanurzał się na około  $\Delta d = 0,40-0,80$  m w górną warstwę uwodnionych osadów. Grubość warstwy osadu określano jako różnicę pomiędzy wartościami  $D_2$  i  $D_1$ , powiększoną o  $\Delta d$ .

$$H = D_2 - D_1 + \Delta d$$

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 0-0		Odł. od lewego brzegu: 60 m
D <sub>1</sub> = 0,6 m		D <sub>2</sub> = 4,5 m
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 0,2 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 0,5 m	Z = 2883	W = 99,7117
d <sub>3</sub> = 4,5 m	Z = 38598	W = 96,1402
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 0-0	Odl. od lewego brzegu: 30 m	
D <sub>1</sub> = 1,5 m	D <sub>2</sub> = 3,0 m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 3,0 m	Z = 23034	W = 97,6966
d <sub>2</sub> = m	Z =	W =
d <sub>3</sub> = m	Z =	W =
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 2-2	Odl. od lewego brzegu: 30 m	
D <sub>1</sub> = 2,9 m	D <sub>2</sub> = -- m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 1,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 2,5 m	Z = 4734	W = 99,5266
d <sub>3</sub> = 2,9 m	Z = 10312	W = 98,9688
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 4-4	Odl. od lewego brzegu: 30 m	
D <sub>1</sub> = 3,2 m	D <sub>2</sub> = 6,2 m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 1,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 2,5 m	Z = 141,2	W = 99,9859
d <sub>3</sub> = 6,2 m	Z = 26238	W = 97,3762
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 4-4		Odl. od lewego brzegu: 90 m
D <sub>1</sub> = 2,2 m		D <sub>2</sub> = -- m
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 1,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 2,0 m	Z = 6576	W = 99,3424
d <sub>3</sub> = m	Z =	W =
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 6-6	Odl. od lewego brzegu: 30 m	
D <sub>1</sub> = 3,8 m	D <sub>2</sub> = -- m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 1,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 2,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>3</sub> = 3,0 m	Z = 7106	W = 99,2894
d <sub>4</sub> = 3,8 m	Z = 8514	W = 99,1486

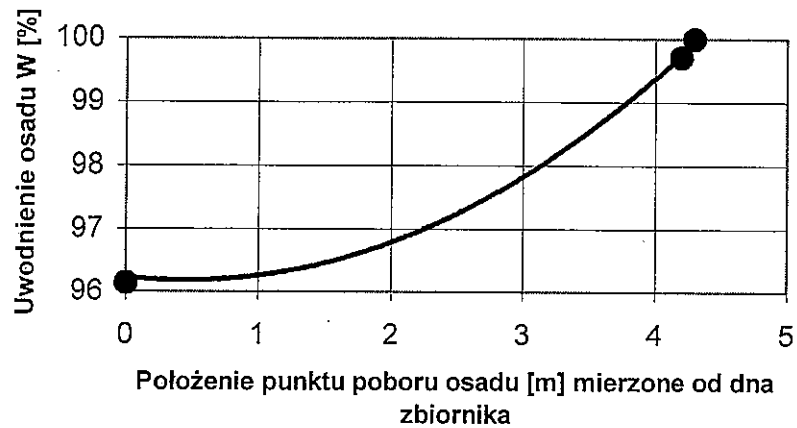
Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 6-6	Odl. od lewego brzegu: 60 m	
D <sub>1</sub> = 3,6 m	D <sub>2</sub> = 6,1 m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 2,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 3,0 m	Z = 6788	W = 99,3212
d <sub>3</sub> = 3,6 m	Z = 9876	W = 99,0124
d <sub>4</sub> = 6,1 m	Z = 22011	W = 97,7989

Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 6-6	Odl. od lewego brzegu: 90 m	
D <sub>1</sub> = 3,2 m	D <sub>2</sub> = -- m	
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 1,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 2,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>3</sub> = 3,0 m	Z = 8660	W = 99,1340
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

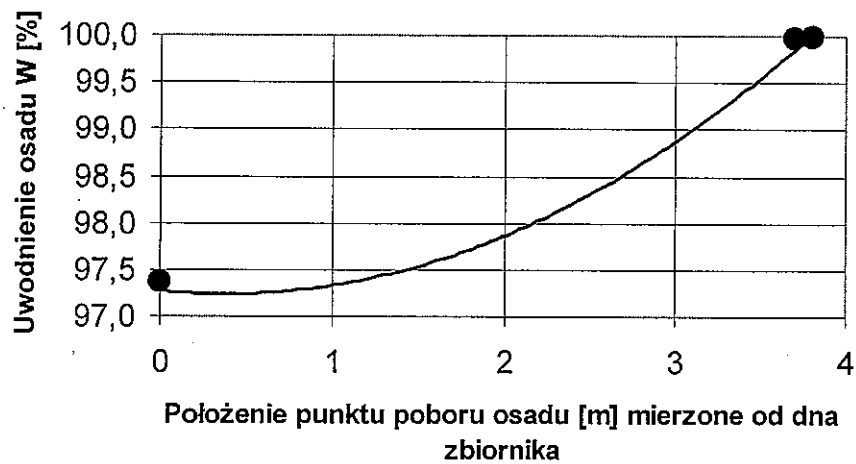
Lokalizacja punktu poboru		
Przekrój: 8-7	Odl. od lewego brzegu: 60 m	
D <sub>1</sub> = 3,6 m		D <sub>2</sub> = -- m
Zawartość zawiesin (Z – mg/dm <sup>3</sup> ) i/lub wody w osadach (W - %) pobranych z gł. d <sub>i</sub>		
d <sub>1</sub> = 2,0 m	Z = < 10	W = > 99,999
d <sub>2</sub> = 3,0 m	Z = 4693	W = 99,5307
d <sub>3</sub> = 3,6 m	Z = 4810	W = 99,5190
d <sub>4</sub> = m	Z =	W =

Wykresy 1 - 3: Stopień uwodnienia osadów na różnej głębokości.

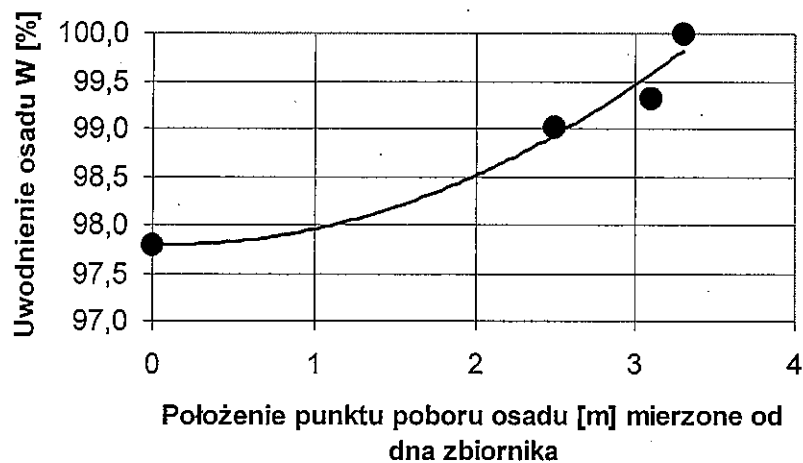
Wyk. 1. Przekrój 0-0, odl. od lewego brzegu 60 m



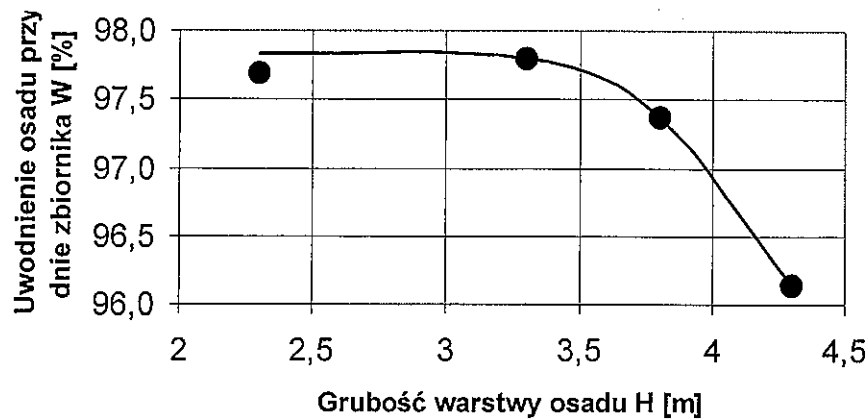
Wyk. 2. Przekrój 4-4, odl. od lewego brzegu 30 m



Wyk. 3. Przekrój 6-6, odl. od lewego brzegu 60 m



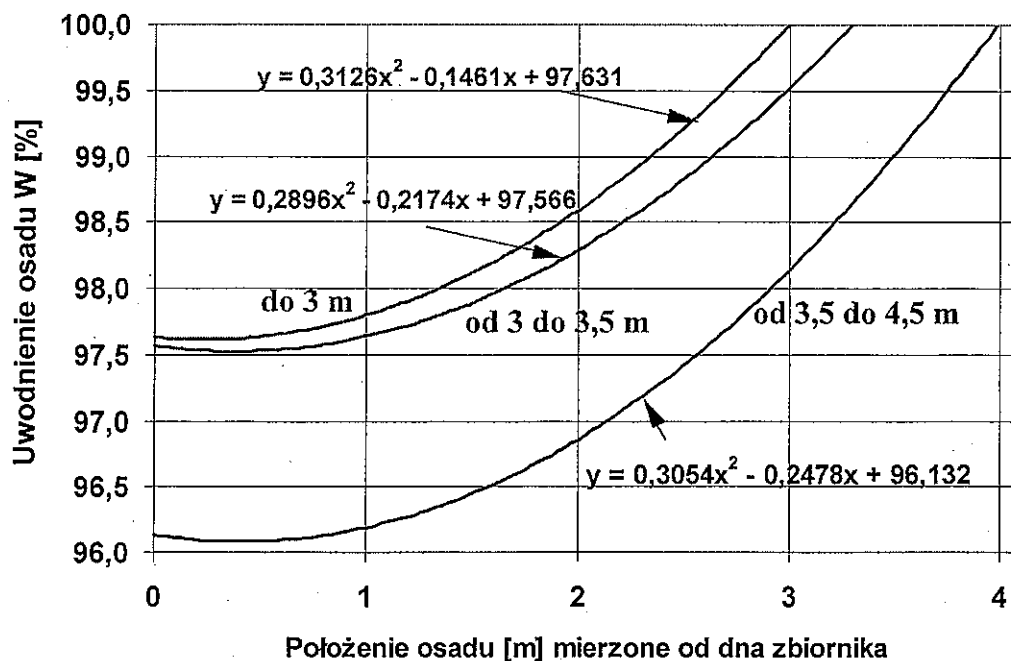
Wyk. 4. Zależność stopnia uwodnienia osadu przy dnie w zależności od grubości warstwy osadu



Na podstawie wykonanych pomiarów oszacowano średni stopień uwodnienia poszczególnych warstw osadów w zbiorniku załadownia osadów (ZZO) w zależności od grubości warstwy osadu. Przyjmując, że profil uwodnienia osadów ( $W=f(h)$ ) przybiera kształt jak na wykresach 1 – 3, oraz określając stopień uwodnienia przydennej warstwy osadu (wyk. 4.) obliczono średni stopień uwodnienia osadu wg zależności:

$$W_s = \frac{1}{H} \int_0^H W(h) dh$$

Wykres 5. Szkic profili uwodnienia osadów.



Grubość warstwy osadu H	Stopień uwodnienia przydennej warstwy osadu $W_0$ [%]	Średni stopień uwodnienia warstwy H osadu $W_s$ [%]
do 3 m	97,7	98,35
3 - 3,5 m	97,6	98,26
3,5 - 4,5 m	96,2	97,27

Określono także udział warstw osadu o różnej grubości w całej objętości osadów zalegających dno ZZO.

Grubość warstwy osadu	Udział w całej objętości osadów [%]
do 3 m	26
3 - 3,5 m	27
3,5 - 4,5 m	47

W oparciu o wyżej wymienione dane i określoną całkowitą objętość uwodnionych osadów ( $V = 58\,550\text{ m}^3$ ) oszacowano ilość suchej masy osadów w ZZO:

$$M_s = 58\,500 \cdot [0,26 \cdot (100 - 98,35) + 0,27 \cdot (100 - 98,26) + 0,47 \cdot (100 - 97,27)] / 100 = 1\,279 \text{ ton}$$

Ilości suchej masy osadów dopływających do ZZO, w czasie jego eksploatacji tj. od kwietnia 1992 do dnia dzisiejszego, oszacowano w oparciu o dane (odnoszące się do w/w okresu) dotyczące produkcji wody, jakości wody surowej, zużycia wody na potrzeby własne, jakości odpływu z ZZO, rodzaju i ilości zużytych koagulantów oraz oznaczenia własne zawartości zawieszin ogólnych na dopływie do osadnika i w popłuczynach z filtrów.

Zawartość suchej masy osadu:  
Przy koagulacji PAX-em

Z charakterystyki PAX-u wynika jest on częściowo zhydrolizowanym poli(chlorkiem glinu). Na podstawie wyżej przedstawionych danych można przyjąć, że około 90 % suchej masy PAX-u będzie przechodziło w formie kłaczków osadu do osadnika i dalej do zbiornika załadownienia osadów.

#### Ogólna charakterystyka PAX-XL9

Parametr	Jednostka	Wartość
Gęstość	$\text{kg/m}^3$	1 270
Zaw. suchej masy	udział masowy	0,44*
Zaw. pozostałości po praż.	udział masowy	0,22*
Zawartość $\text{Al}^{+3}$	% masowe	5,6
Zawartość $\text{Cl}^-$	% masowe	13,0

\*oznaczenia własne



Wykonano oznaczenia dwóch próbek koagulowanej wody (pobieranych z mieszacza ❶ Maj 2001, ❷ – Czerwiec 2001) i jedno oznaczenie zawiesin w próbce wody miedwiańskiej koagulowanej w laboratorium dawką 100 g PAX/m<sup>3</sup> ❸.

Próbka nr	Zawartość zawiesiny ogólnej [g/m <sup>3</sup> ]
❶	74,6
❷	38,2
❸	10,6

Do obliczeń przyjęto, że jedna część wagowa PAX-u daje 0,4 części wagowych suchej masy osadu.

Po przeprowadzeniu 33 dniowej sedymentacji próbki pobranej z mieszacza określono ilość i średni stopień uwodnienia osadów:  $W = 99,50\%$ ;  $V = 15 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ .

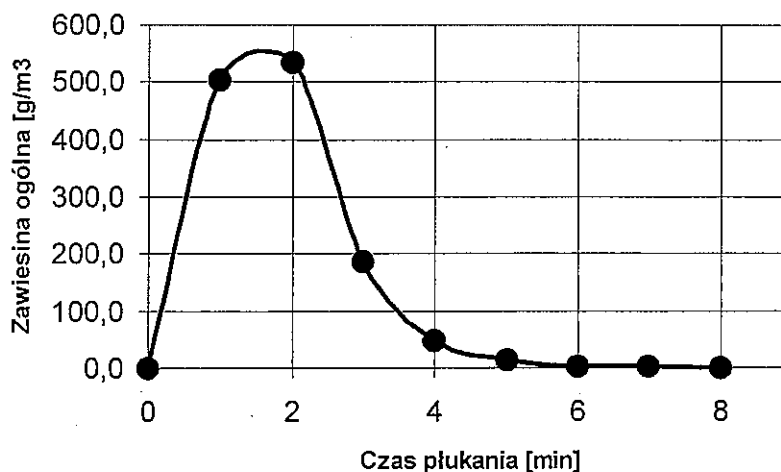
Przy koagulacji siarczanem glinu:

Przyjęto, że powstaje 0,23\* części wagowych suchej masy kłaczków na jedną część wagową dozowanego  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ .

\*A.L. Kowal, M. Świdorska-Bróz: Oczyszczanie wody, PWN S.A., W-wa 1996

Zawartość suchej masy osadu w popłuczynach z filtra:

Wyk. 6. Zawartość zawiesin (w czasie płukania) w popłuczynach z filtrów piaskowych



Obliczona, średnia, zawartość zawiesiny ogólnej w popłuczynach:  $\sim 140 \text{ g/m}^3$

Ilości suchej masy osadów w ZZO oszacowano na 2 208 ton, bilansując ilość suchej masy osadów dopływających (zużycie koagulantu i redukcja zawiesiny) i odpływających (odpływ ze ZZO).

Otrzymana z obliczeń, bazujących na pomiarach objętości i stopnia uwodnienia osadów w ZZO, ilość suchej masy osadów jest o 929 ton mniejsza niż wynikająca z szacunków

opartych o ilości zużywanych koagulantów. Może to świadczyć o tym, że w rzeczywistości do ZZO dopływa mniej osadów (koagulacja PAX-em daje mniejsze niż przyjęto ilości suchej masy osadów – na poziomie 0,15 części wagowych zużytego koagulantu – przy przyjęciu tej wartości ilość suchej masy osadów w ZZO oszacowana i zmierzona pokrywają się na poziomie 1 279 ton) lub rzeczywista średnia zawartość wody w osadach jest mniejsza niż to oznaczono (96,2% - przy przyjęciu takiego stopnia uwodnienia ilość suchej masy osadów w ZZO oszacowana i zmierzona pokrywają się na poziomie 2 208 ton).

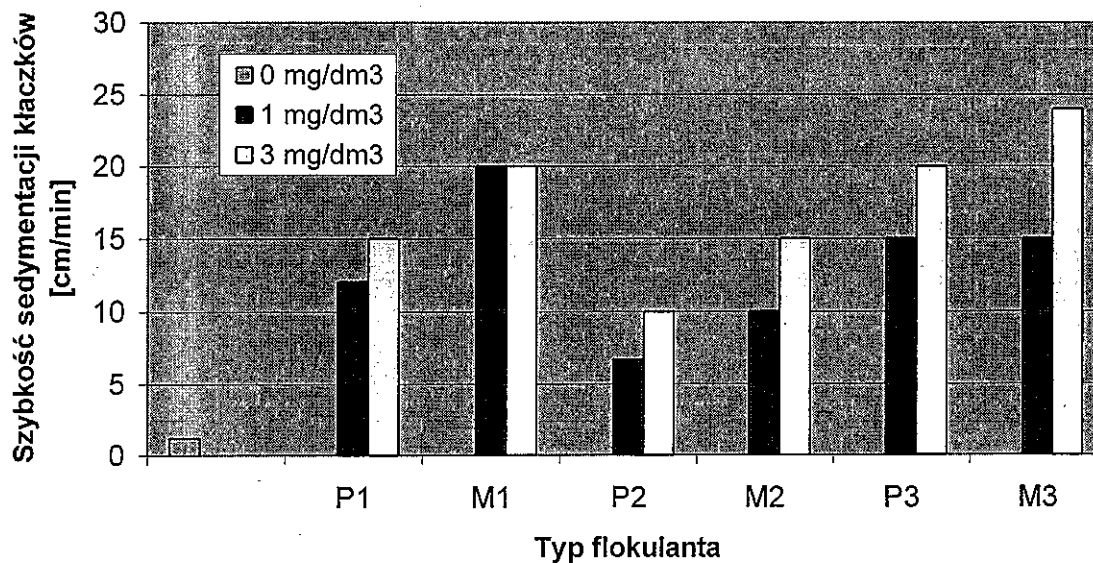
Zakładając, że średni stopień uwodnienia osadów w ZZO może wahać się w granicach 96,2% a 97,8% oraz, że koagulacja PAX-em może dawać od 0,15 do 0,4 części suchej masy osadów można oszacować czas całkowitego zapełnienia ZZO. Przy zużyciu ok. 8 ton koagulantu na dobę ilość suchej masy osadów może wynosić od 1,2 do 3,2 tony, uwzględniając podane wyżej stopnie uwodnienia przyrost objętości osadów w ZZO może wynosić od 32 do 145 m<sup>3</sup>/dobę. Objętość nie zajęta przez osady w ZZO wynosi na dzień 14.06.2001 32 400 m<sup>3</sup>, w skrajnych przypadkach wypełnienie jej przez osady może trwać od ok. 220 do 1 000 dni. Wykonane oznaczenia i obliczenia wskazują, że czas wykorzystywania ZZO, w którym będzie on jeszcze spełniał swoją funkcję może wynosić ok. 1 roku (przy dobowym zużyciu PAX-u na poziomie 8 ton co odpowiada 3,2 ton suchej masy osadu i średnim uwodnieniu osadów w ZZO na poziomie 96,2%).

Badania wpływu polimerycznych flokulantów na przebieg zagęszczania osadów przeprowadzono na popłuczynach z filtrów piaskowych i na osadach pobranych z osadnika oraz ZZO. Przy próbach z osadem ze ZZO pobrano próbkę wierzchniej warstwy mocno uwodnionego osadu ( $W \approx 99,8\%$ ).

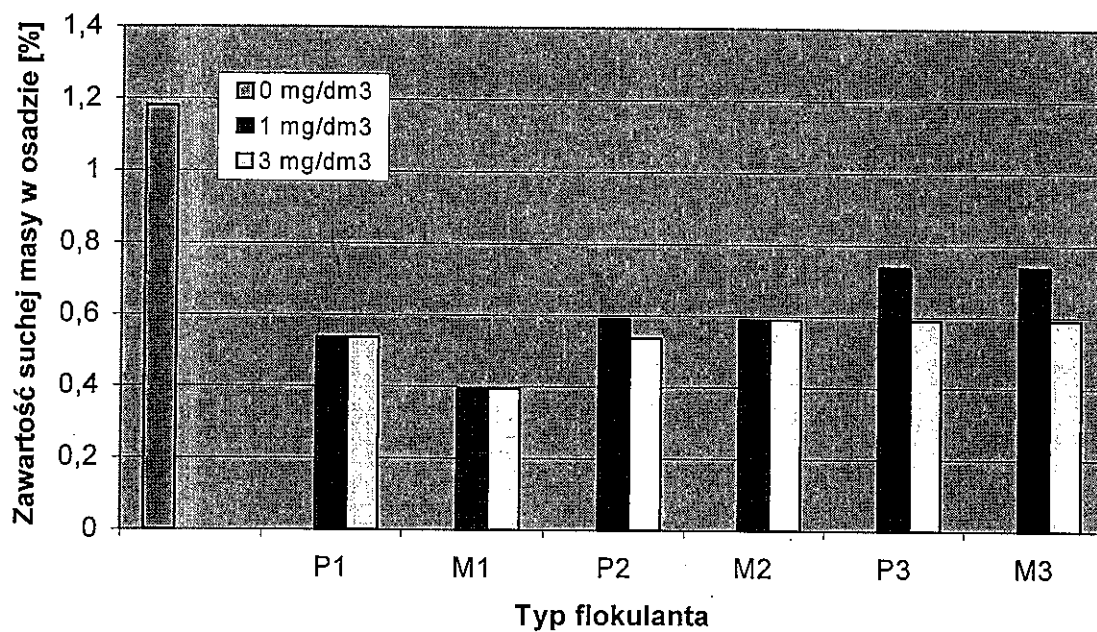
Do badań wykorzystano flokulanty na bazie poliakryloamidu o różnym charakterze jonowym (produkowane przez firmy Stockhausen i Allied Colloids):

- kationowe: kopolimer amidu kwasu akrylowego ze zwiększonym udziałem komonomeru kationowego (P1) oraz kopolimer 4-rzędowej soli kwasu akrylowego i akryloamidu (M1)
- niejonowe: poliakryloamid (P2, M2)
- anionowe: kopolimer amidu kwasu akrylowego ze zwiększonym udziałem akrylanu (P3) oraz kopolimer soli sodowej kwasu akrylowego i akryloamidu (M3)

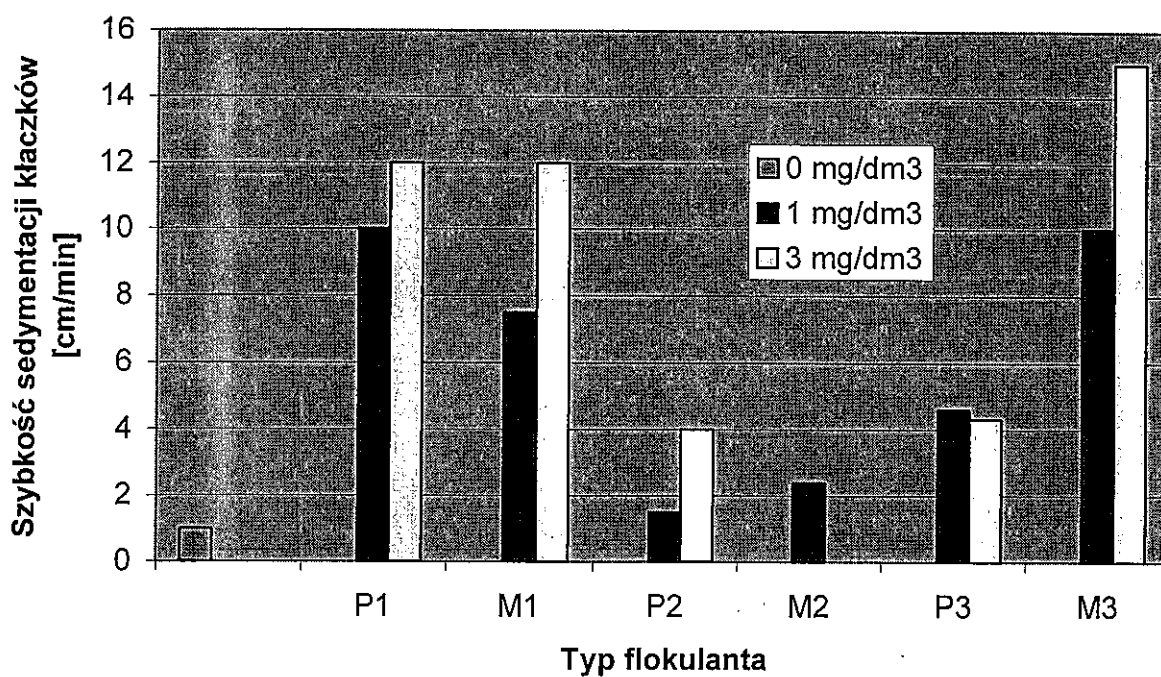
Wyk. 7. Szybkość sedymentacji kłaczków osadu popłuczyn z filtrów piaskowych zależnie od rodzaju i dawki flokulanta.



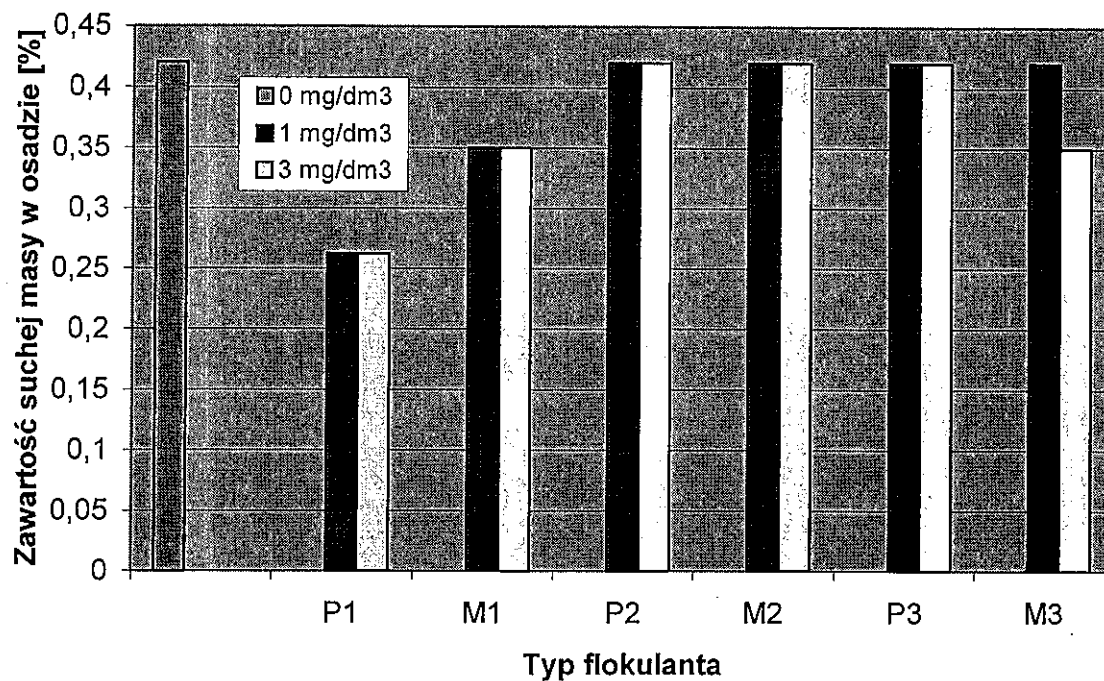
Wyk. 8. Zawartość suchej masy w osadzie z popłuczyn z filtrów piaskowych, po 24 godzinnej sedimentacji, zależnie od rodzaju i dawki flokulanta.



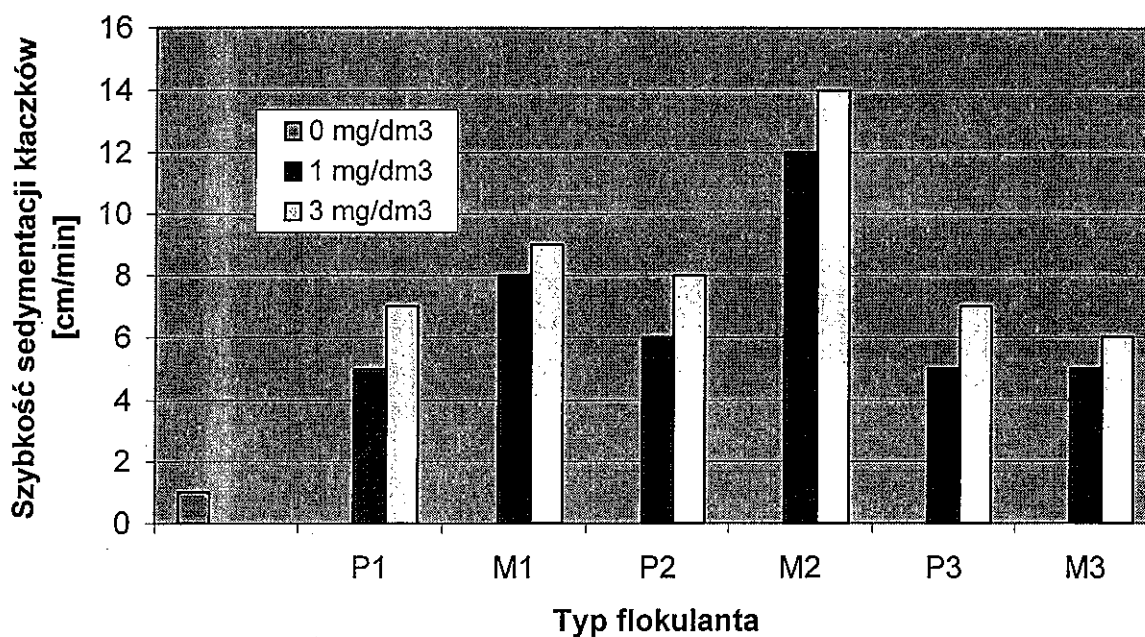
Wyk. 9. Szybkość sedimentacji kłaczków osadu z osadnika zależnie od rodzaju i dawki flokulanta



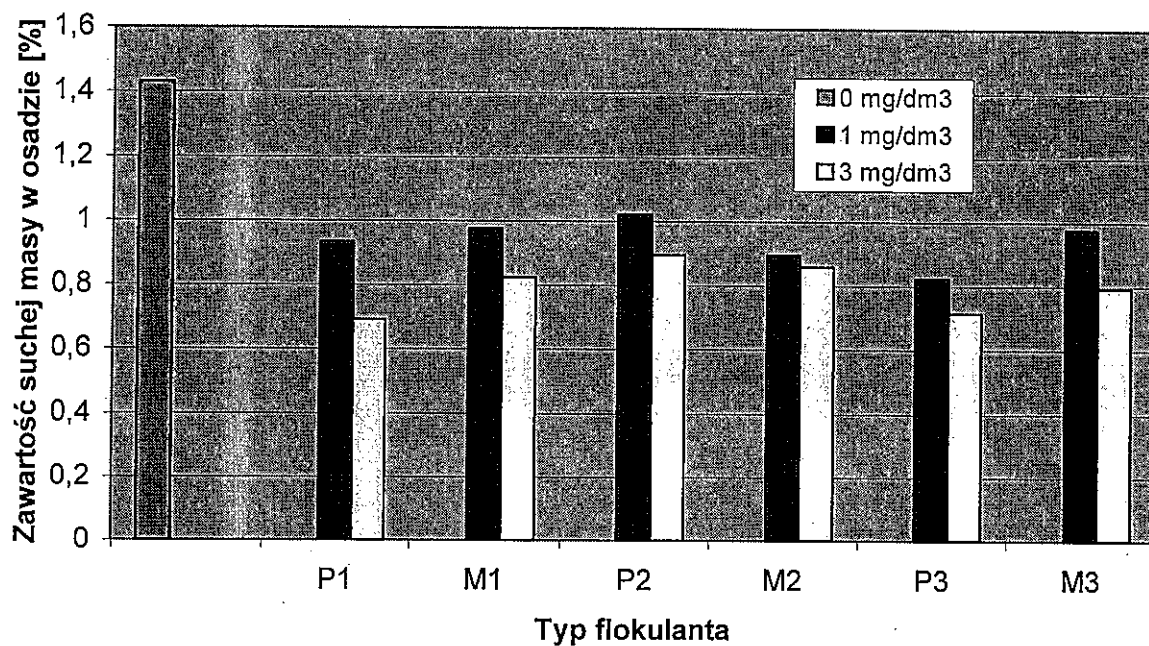
Wyk. 10. Zawartość suchej masy w osadzie z osadnika, po 24 godzinnej sedimentacji, zależnie od rodzaju i dawki flokulanta.



Wyk. 11. Szybkość sedimentacji kłaczków osadu ze zbiornika załadownienia osadów zależnie od rodzaju i dawki flokulanta



Wyk. 12. Zawartość suchej masy w osadzie ze zbiornika załadownienia osadów, po 24 godzinnej sedimentacji, zależnie od rodzaju i dawki flokulanta.



Inne spostrzeżenia:

- dolna warstwa zsedymetowanego osadu jest bogatsza w części organiczne (w stosunku do górnej warstwy)
- flotujące kawałki osadu mają nieznacznie wyższy udział frakcji organicznej (w stosunku do górnej warstwy osadów dennych).

Tab. 1. Szacunkowe dane do oceny ilości suchej masy osadów zgromadzonych w zbiorniku załadownienia osadów.

Okres czasu	Zawiesina ogólna $Z_{og}$ [g/m <sup>3</sup> ]**				Pobór wody [m <sup>3</sup> ]	Zużycie wody na potrzeby własne [m <sup>3</sup> ]	Koagulant		Sucha masa osadów [T]			
	woda surowa	woda czysta	odpływ z ZZO	popłuczyny			Rodzaj	Ilość [T]	z zawiesiny	z koagulacji	odpływająca z ZZO	zgromadzona w ZZO
IV-XII 92	1,6	0,6	5	140	26 464 575	793 937*	S***	234	26,5	53,8	4,0	76,3
1993	1,6	0,6	5	140	32 344 123	970 324*	S***	230	32,3	52,9	4,9	80,4
1994	1,6	0,6	5	140	31 616 888	948 507*	S***	151	31,6	34,7	4,7	61,6
1995	1,6	0,6	5	140	31 646 428	949 393*	S***	256	31,6	58,9	4,7	85,8
1996	1,6	0,6	5	140	30 157 558	904 727*	S***	787	30,2	181,0	4,5	206,6
1997	1,6	0,6	5	140	30 738 208	922 146*	S***	243	30,7	55,9	4,6	82,0
1998	1,6	0,6	5	140	27 509 691	825 291*	S***	180	27,5	41,4	4,1	64,8
1999	1,6	0,6	5	140	29 596 582	584 157	PAX****	530	29,6	212	2,9	238,7
2000	1,6	0,6	5	140	29 145 156	720 556	PAX****	2341	29,1	936,4	3,6	961,9
do V 2001	1,6	0,6	5	140	11 964 191	295 141	PAX****	849	12,0	339,6	1,5	350,1
<b>Razem</b>									<b>281,1</b>	<b>1966,6</b>	<b>39,5</b>	<b>2208,2</b>

\* przyjęto jako 3% ilości pobranej wody

\*\* wartości uśrednione (orientacyjne)

\*\*\* Siarczan Glinu  $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$ 

\*\*\*\* Różne formy polichloru glinu

Ilości suchej masy osadów w ZZO oszacowano na 2208 ton, bilansując ilość suchej masy osadów dopływających ( zużycie koagulantu i redukcja zawiesiny ) i odpływających ( odpływ ze ZZO ).

Otrzymana z obliczeń, bazujących na pomiarach objętości i stopnia uwodnienia osadów w ZZO, ilość suchej masy osadów jest o 929 ton mniejsza niż wynikająca z szacunków opartych o ilości używanych koagulantów. Może to świadczyć o tym, że w rzeczywistości do ZZO dopływa mniej osadów ( koagulacja PAX-em daje mniejsze niż przyjęto ilości suchej masy osadów – na poziomie 0,15 części wagowych użytego koagulantu – przy przyjęciu tej wartości ilość suchej masy osadów w ZZO oszacowana i zmierzona pokrywają się na poziomie 1279 ton ) lub rzeczywista średnia zawartość wody w osadach jest mniejsza niż to oznaczono ( 96,2 % - przy przyjęciu takiego stopnia uwodnienia ilość suchej masy osadów w ZZO oszacowana i zmierzona pokrywają się na poziomie 2208 ton ). Zakładając, że średni stopień uwodnienia osadów w ZZO może wahać się w granicach 96,2 % a 97,8 % oraz, że koagulacja PAX-em może dawać od 0,15 do 0,4 części suchej masy osadów można oszacować czas całkowitego zapełnienia ZZO. Przy zużyciu ok. 8 ton koagulantu na dobę ilość suchej masy osadów może wynosić od 1,2 do 3,2 tony, uwzględniając podane wyżej stopnie uwodnienia przyrost objętości osadów w ZZO może wynosić od 32 do 145 m<sup>3</sup>/dobę. Objętość nie zajęta przez osady w ZZO wynosi na dzień 14.06.2001 32400 m<sup>3</sup>, w skrajnych przypadkach wypełnienie jej przez osady może od ok. 220 do 1000 dni. Wykonane oznaczenia i obliczenia wskazują, że czas wykorzystania ZZO, w którym będzie on jeszcze spełniał swoją funkcję może wynosić ok. 1 roku ( przy dobowym zużyciu osadów w ZZO na poziomie 96,2 % ).

Badania wpływu polimerycznych flokulantów na przebieg zagęszczenia osadów przeprowadzono na popłuczynach z filtrów piaskowych i na pobranych z osadnika oraz ZZO.

#### **Wnioski :**

1. Ze względu na stosunkowo małą ilość pobranych próbek osadu określenie średniego stopnia uwodnienia warstwy osadów zalegających dno Zbiornika Załadowania Osadów ( ZZO ), a co za tym idzie także ilości suchej masy osadów w ZZO, należy traktować jako szacunkowe.
2. Brak jest w literaturze danych dotyczących ilości osadów powstających w czasie koagulacji wody z użyciem PAX-u.
3. Ze względu na fakt, że gospodarka osadowa wymaga modernizacji proponuje się monitorowanie ilości suchej masy osadów wprowadzanych do ZZO, szczególnie tych powstających po koagulacji, poprzez kontrolę zawartości suchej masy w wodzie wpływającej z mieszacza.
4. Wynikający z wykonanych oznaczeń i szacunków, w oparciu o dostępne dane, czas wypełnienia osadami załadownienia osadów może się zawierać w granicach od ok. 220 do 1000 dni. Wykonane pomiary i obliczenia wskazują, że zbiornik może przestać spełniać funkcję w ciągu ok. 1 roku.
5. Zastosowanie polimerycznych flokulantów znacznie przyspiesza szybkość opadania kłaczków testowych osadów. Otrzymywany po sedymentacji, z zastosowaniem flokulantów, osad wykazuje niższą zawartość suchej masy niż osad otrzymywany bez zastosowania flokulantów.
6. Zmniejszenie objętości wytwarzanych, a także już zgromadzonych w ZZO, osadów jest możliwe poprzez zmniejszenie średniego stopnia ich uwodnienia metodami grawitacyjnego zagęszczenia i mechanicznego odwadniania z ewentualnym

wspomaganiem polimerycznymi flokulantami. Osiągnięcie 20 % zawartości suchej masy w odwodnionym osadzie pozwoli na około 10-krotne zmniejszenie jego objętości ( w stosunku do objętości obecnej ).

7. Flotacja części osadów spowodowana jest najprawdopodobniej jego biologiczną aktywnością. Jak wynika z obserwacji po pewnym czasie następuje rozwój glonów w górnej warstwie osadu. Powstające, w warstwie mocno uwodnionego osadu, gazy powodują jego wyniesienie na powierzchnię. Mechaniczne zniszczenie kłaczków osadu z uwieczonymi pęcherzykami powietrza powoduje powtórny jego sedimentację.

## 5. Prognoza ilości osadów w zależności od czasu ich gromadzenia.

Przyjmując szacunkową ilość suchej masy osadów zamieszczonej w tabeli nr 1. określono funkcję zmiany uwodnienia osadów w zależności od czasu zalegania. przyjęte założenia :

- świeże osady posiadają uwodnienie 100 %,
- osady zagęszczone posiadają uwodnienie 96 %,
- objętość zgromadzonych osadów do dnia 14 maja 2001 wynosi ok. 57600 m<sup>3</sup>.
- krzywa opisująca tę zależność ma charakter wykładniczy i postać

$$UW = 96 + 4 \text{ EXP } ( \alpha \times t ) [\%]$$

gdzie :  $\alpha$  – współczynnik określony poprzez identyfikację wynoszący – 7,35,  
 $t$  – czas gromadzenia w latach.

Charakter krzywej przedstawiono na rysunku 7.

Mając zidentyfikowany parametr krzywej określono przewidywaną objętość osadów w ZZO przy założeniu, że do zbiornika będzie dopływało ok. 961 ton suchej masy rocznie [ tab. 1 ]. Obliczone wielkości przedstawiono na rys. 8.

## 6. Wnioski końcowe.

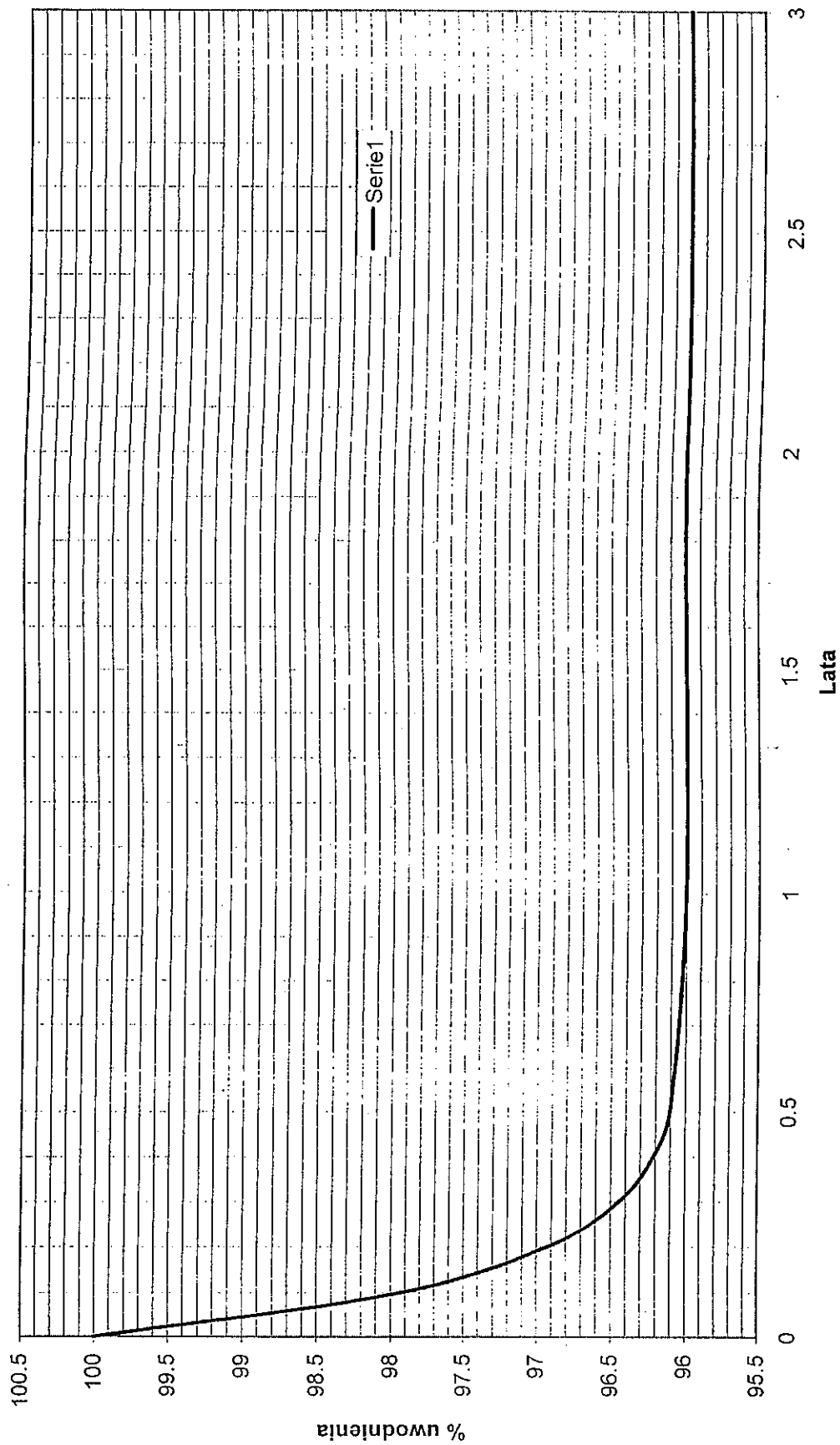
### 6.1. Dotyczące istniejącego zbiornika.

- 6.1.1. Brak możliwości zmniejszenia uwodnienia osadów metodami chemicznymi.
- 6.1.2. Wolna pojemność osadnika przy rzędnej piętrzenia 23,50 pozwala na jego eksploatację ok. 1 roku.
- 6.1.3. Przy założeniu, że istnieje możliwość ( ze względów wytrzymałościowych ) podniesienia rzędnej gromadzenia do rzędnej 24,5 m n.p.m. poprzez założenie na przelewie stałym drewnianych szandorów co powiększy objętość zbiornika do około 116000 m<sup>3</sup> możliwość gromadzenia wydłuży się do ok. 2,5 roku.
- 6.1.4. W celu zapobieżenia spływom części flotujących należy wykonać przegrodę pływającą w odległości ok. 3 m od przelewu zagłębioną na ok. 0,5 m.

Określony czas gromadzenia jest orientacyjny ze względu na zbyt krótki okres stosowania PAX-u w ZPW Miedwie.



**PRZEWIDYWANA ZMIANA UWODNIENIA OSADÓW W  
Z.Z.O. obliczona z równania  $UW=96+4*EXP(-7.35*lata)$**



PRZEWIDYWANA OBJĘTOŚĆ OSADÓW W Z.Z.O.

