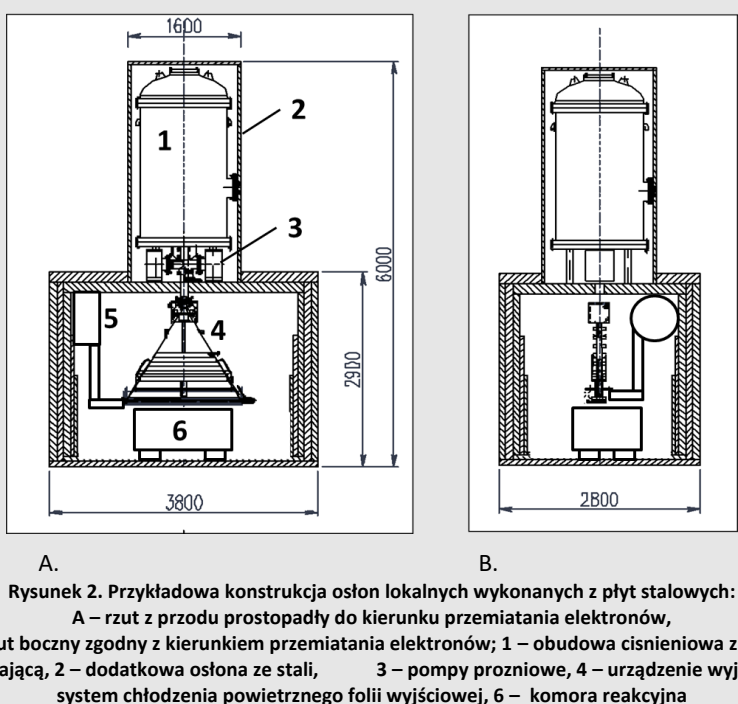


Wstęp

Międzynarodowa Konwencja o Kontroli i Postępowaniu ze Statkowymi Wodami Balastowymi i Osadami (International Convention for the Control and Management of Ships’ Ballast Water and Sediments – BWM) została przyjęta w lutym 2004 r. w Londynie przez IMO (International Maritime Organization). Konwencja ta ma na celu ochronę, zmniejszenie oraz wyeliminowanie ryzyka introdukcji szkodliwych organizmów wodnych i patogenów do obcego dla nich środowiska morskiego za pośrednictwem wód balastowych. Regulacja D-2 ogranicza dopuszczalne stężenie żywych mikroorganizmów, które mogą być obecne w wodach balastowych przeznaczonych do zrzutu. Stężenie drobnoustrojów wskaźnikowych obejmujące: E. coli, Enterococci oraz toksykogenne Vibrio Cholerae, jest ograniczone odpowiednio do mniej niż 250, 100 i 10 na mililitr. W wyniku tak surowych norm statki muszą stosować zaawansowane systemy uzdatniania wód balastowych. Chociaż konwencja w obecnej formie nie narzuca w bezpośredni sposób, wyżej wymienionych norm na stocznie, wydaje się to tylko kwestią czasu, gdy normy te muszą być rozszerzone również na czas remontów statków.

Cel Badań

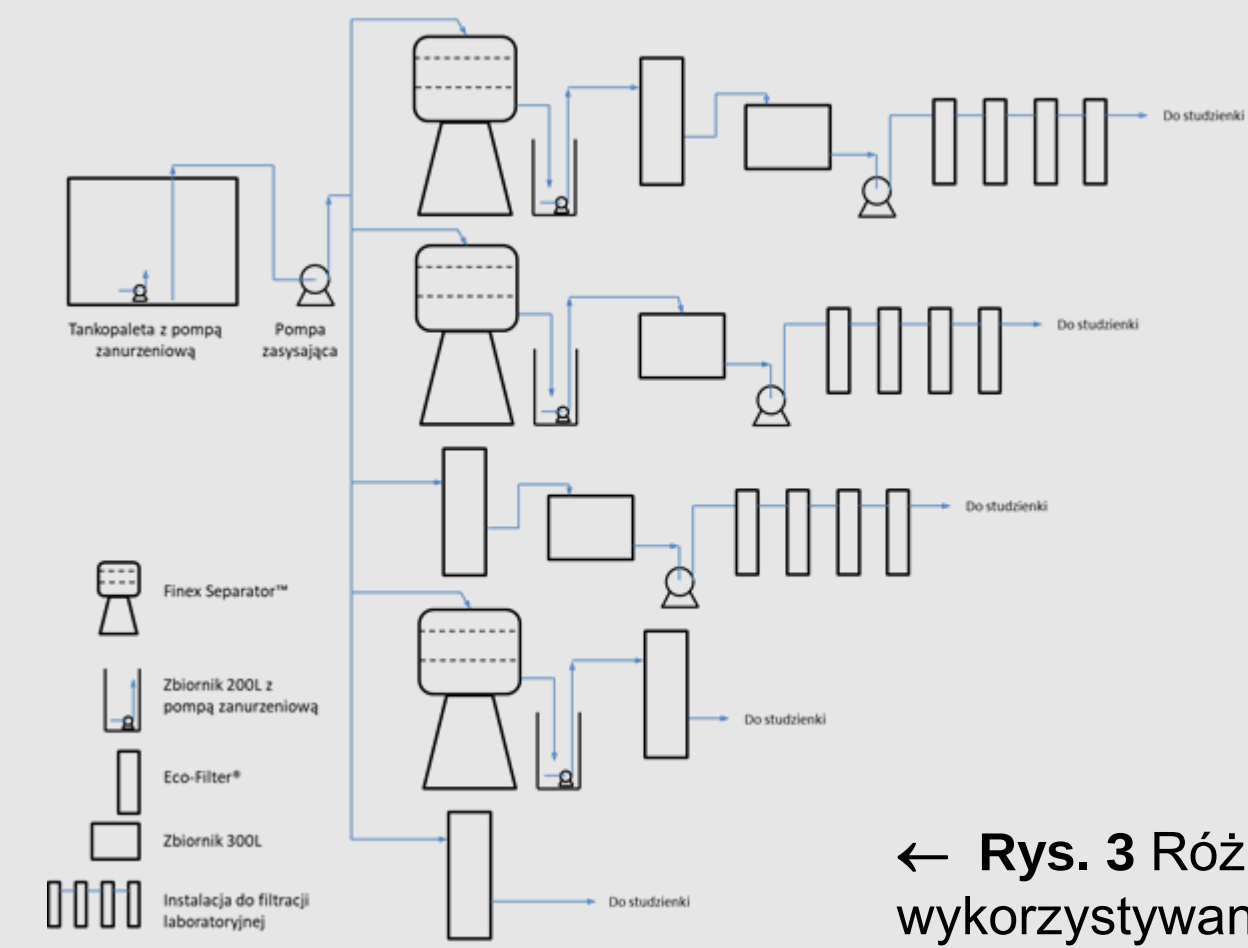
Obecnie stosowane rozwiązania na statkach, to najczęściej układy hybrydowe łączące filtrację z naświetlaniem UV, elektrolizą, obróbką chemiczną lub ozonem. Nowe podejście zaproponowane w tej pracy, to zastosowanie promieniowania jonizującego w celu dezynfekcji wody balastowej i ścieków w trakcie dokowania statków. W tym celu wykorzystano akcelerator elektronów, którego wiązka skutecznie eliminuje niebezpieczne bakterie patogenne w trakcie procesu filtracyjnego. Zdezynfekowana w ten sposób woda powinna spełniać kryteria czystości mikrobiologicznej, o której mowa w BWM. Obróbka radiacyjna, tylko jeden z aspektów opracowanego systemu oczyszczania. Aby woda spełniła szereg norm i wymagań niezbędnych do zrzutu, do basenu stoczniowego, musi być poddana również procesowi oczyszczania, co również było celem badań. Prezentowana praca jest częścią projektu mającego na celu budowę kompletnego systemu uzdatniania wód balastowych i ścieków bezpośrednio na doku stoczni. Przedstawione poniżej wyniki prac badawczo-rozwojowych są wstępnym etapem wdrożenia tej technologii w skali technicznej na doku w stoczni, a co za tym idzie, polepszenie konkurencyjności polskiej stoczni na arenie międzynarodowej.



Rys. 1 System do oczyszczania wody stoczniowej

	Kontrola próbki 1, 2 i 3	Kontrola średnia	2 kGy próbki 1, 2 i 3	2 kGy średnia	5 kGy próbki 1, 2 i 3	5 kGy średnia
E. coli [NPL/g]	8600 4100 6300	6333	<1 <1 <1	<1	<1 <1 <1	<1
Enterokoki [NPL/g]	2000 6300 2000	3433	<1 <1 <1	<1	<1 <1 <1	<1

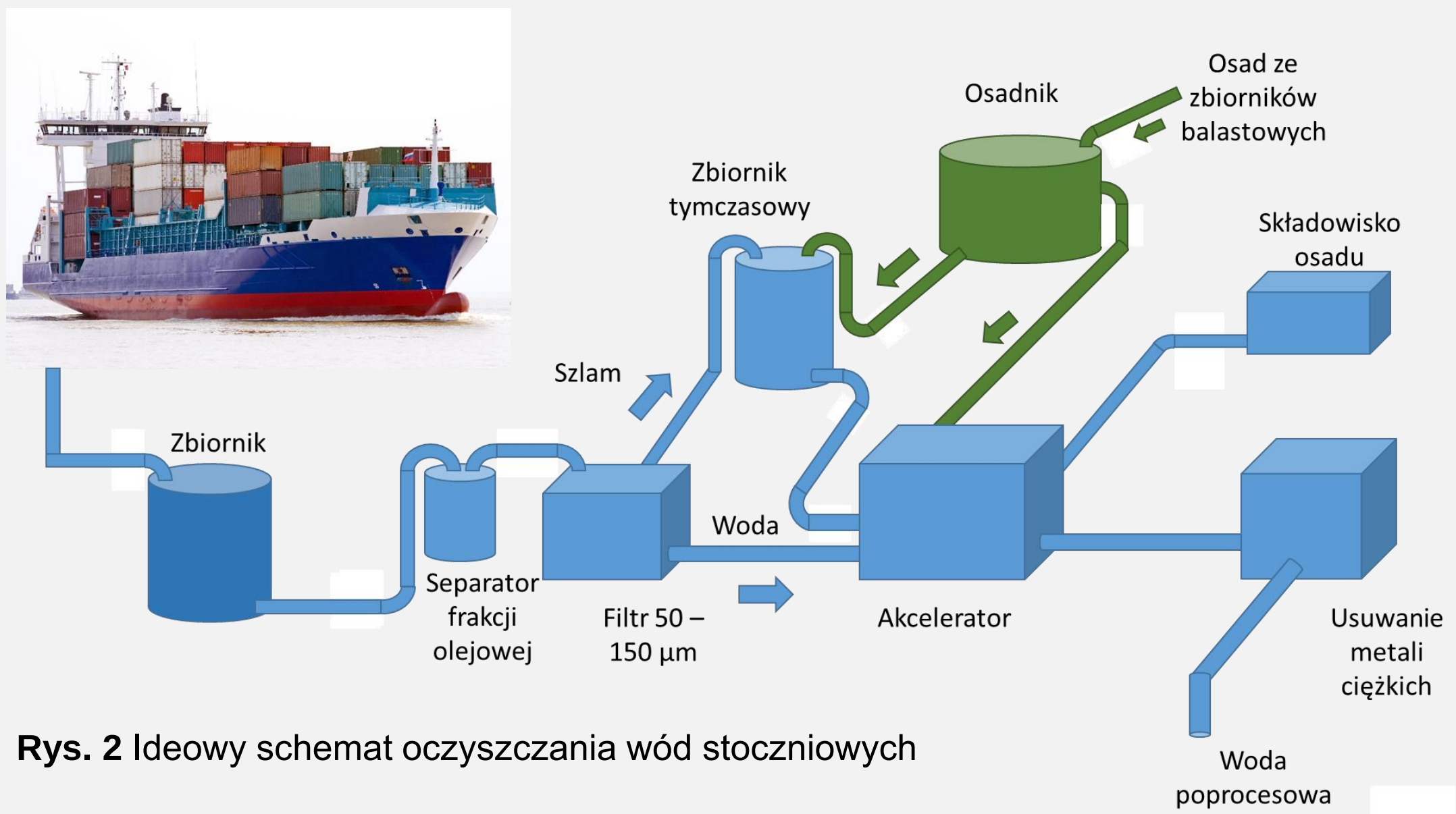
Tab. 1 Skuteczność procesu dezynfekcji wody przy pomocy akceleratora elektronów w ICHTJ. Vibrio Cholerae – nie było w żadnej z badanych próbek.



	Parametr	Wartości graniczne
1	Zawiesina ogólna	35 mg/dm ³
2	Odczyn wody pH	6,5 - 9,5
3	ChZT	125 mgO ₂ /dm ³
5	Zawartość żelaza	10 mg Fe/L
6	Zawartość miedzi	0,5 mg Cu/L
7	Chrom organiczny	0,5 mg Cr/L
8	Zawartość cynku	2 mg Zn/L
9	Zawartość niklu	0,5 mg Ni/L

Tab. 2 Parametry jakie musi spełniać woda po oczyszczeniu, aby można ją było odprowadzić do morza.

Rys. 3 Różne konfiguracje filtrów wykorzystywane w trakcie badań w stoczni



Rys. 2 Ideowy schemat oczyszczania wód stoczniowych

Nr	Próbka / Sposób filtracji	pH	σ [mS/cm]	ChZT [mgO ₂ /L]	Zawiesina ogólna [mg/L]	Fe [mg/L]	Cu [mg/L]	Zn [mg/L]	Mn [mg/L]	Ni [mg/L]	Cr [mg/L]	Pb [mg/L]
1	Próbka zerowa, z tankopalety	7,94	7	90,8	51,15	1,985	0,375	1,109	0,3191	<0,1	<0,2	0,1413
	Próbka zerowa, z tankopalety	7,94	7	104	64,9	2,49	0,4139	0,5013	0,3194	<0,1	<0,2	0,1409
	Separator 450/40 µm	7,93	7,17	92,2	59,4	2,92	0,5372	0,5082	0,3296	<0,1	<0,2	0,1781
	Separator 450/40 µm	7,94	7,17	91,6	56,6	2,472	0,3599	0,4006	0,3092	<0,1	<0,2	0,1388
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm	7,94	6,86	93,4	57,9	2,627	0,4562	0,444	0,3349	<0,1	<0,2	0,1277
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm	7,94	6,86	88,8	81	2,835	0,5067	0,4955	0,3489	<0,1	<0,2	0,1189
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50 µm	7,97	6,94	43,1	7,91	0,3699	0,1827	0,185	0,3008	<0,1	<0,2	0,1031
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5 µm	7,98	6,87	42	5,47	0,1503	0,1433	0,159	0,2991	<0,1	<0,2	0,1109
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5/1 µm	7,98	6,77	40	4,83	0,1529	0,1576	0,1824	0,3546	<0,1	<0,2	0,1187
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5/1/0,3 µm	7,98	6,67	41,3	4,69	0,239	0,2257	0,3484	0,2836	<0,1	<0,2	0,1618
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm, odpad po 1000L	-	-	-	69,2	-	-	-	-	-	-	-
	Próbka zerowa, z tankopalety	8	9,1	89,2	130,6	5,126	4,187	1,654	0,243	<0,1	<0,2	0,3344
	Separator 450/40 µm	8	8,87	90	123,4	4,344	3,204	1,494	0,2302	<0,1	<0,2	0,2988
	Separator 450/40 µm, odpad po 300L	-	-	-	263,3	-	-	-	-	-	-	-
2	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm	8	8,5	82,9	123,3	3,522	2,696	1,354	0,2403	<0,1	<0,2	0,2679
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm, odpad po 300L	-	-	-	1275	-	-	-	-	-	-	-
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50 µm	6,83	8,76	101	50,04	1,351	1,079	0,6722	0,1996	<0,1	<0,2	0,1756
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5 µm	6,78	9,12	41,1	9,24	0,2322	0,3016	0,3276	0,164	<0,1	<0,2	0,1404
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5/1 µm	6,76	9,13	38,4	5,43	0,1343	0,2091	0,2791	0,1621	<0,1	<0,2	0,1469
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5/1/0,3 µm	6,77	9,11	37,9	5,04	0,1638	0,2189	0,2956	0,1598	<0,1	<0,2	0,1567
	Separator 450/40 µm + Eco 25 µm + IFL 50/5/1/0,3 µm	6,77	9,11	37,9	5,04	0,1638	0,2189	0,2956	0,1598	<0,1	<0,2	0,1567

Tab. 3 Przykładowe wyniki analiz wody stoczniowej po filtracji w skali ¼ technicznej

Opracowany system filtrujący został przetestowany w warunkach stoczniowych.. Zakładane parametry wody po procesie oczyszczania i obróbki radiacyjnej, spełniały kryteria wody, która może być odprowadzana do morza.

Prace wykonane w ramach Projektu POIG POIR.01.02.00-00-0007/18 realizowanego w ramach Działania 1.2 „Sektorowe programy B+R” (INNOship) w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Współpraca międzynarodowa dotycząca zastosowania akceleratora jest wspierana przez projekt EU I.FAST H2020 (kontrakt nr 101004730) pt. „Innovation Fostering in Accelerator Science and Technology/Wspieranie innowacji w nauce i technologiach wykorzystujących akceleratory” współfinansowany przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (kontrakt nr 521988).