



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE

**SYNTETYCZNY RAPORT
Z BADAŃ ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO
NA TERENIE ODDZIAŁYWANIA SKŁADOWISK
ODPADÓW METALURGICZNYCH
W KRAKOWIE – NOWEJ HUCIE
- ETAP I -**

Opracowanie:

.....
dr hab. inż. Mariusz Czop

Kraków, lipiec 2018

SPIS TREŚCI

1	<i>Cel badań.....</i>	3
2	<i>Badania odpadów zgromadzonych na składowisku.....</i>	3
3	<i>Badania wód powierzchniowych i podziemnych.....</i>	6
4	<i>Podsumowanie i wnioski.....</i>	9
	<i>Załączniki</i>	<i>11</i>

DOKUMENT POUFNY

tylko do użytku przez Komisję Ekologii i Ochrony Powietrza Rady Miasta Krakowa

1 Cel badań

Tereny zanieczyszczone w wyniku długoletniej działalności przemysłowej w Polsce mogą według bardzo ostrożnych szacunków zajmować nawet około 8 000 km² a ich oczyszczenie może wymagać wydatkowania kwoty rzędu nawet 1 bln zł. W Krakowie tego typu obszarami, gdzie istnieją naukowe dowody na ich poważne zanieczyszczenie pierwiastkami śladowymi, w tym szkodliwymi metalami ciężkimi, są obszary wokół kombinatu metalurgicznego Nowa Huta (obecnie Arcelor Mittal Poland S.A. Oddział w Krakowie).

Bardzo duże prawdopodobieństwo zanieczyszczenia środowiska w tym gleb i gruntów oraz wód powierzchniowych i podziemnych występuje w szczególności w rejonie pomiędzy ulicą Igołomską a korytem rzeki Wisły na odcinku od mniej więcej portu rzeczno-jeziornego do sztucznych zbiorników Przylasku Rusieckiego. W obrębie omawianego obszaru o powierzchni około 1000-1100 ha, znajduje się kompleks składowisk metalurgicznych o powierzchni około 95 ha oraz hałda żużla o powierzchni około 115 ha. Wspomniane składowiska powstały w latach 50. XX wieku bezpośrednio na gruncie i nie posiadają skutecznej izolacji lub drenażu dna co powoduje, że najprawdopodobniej następuje emisja zanieczyszczeń do wód podziemnych i ich przenoszenie w kierunku rzeki Wisły. Omawiany obszar zawiera teren planowanych inwestycji miejskich w ramach projektu Kraków – Nowa Huta Przyszłości.

Z uwagi na lokalizację składowiska w strefie hiporeicznej rzeki meandrującej, kierunki przepływu strumienia wód podziemnych mogą istotnie odbiegać od modeli teoretycznych i wykazywać silną komponentę zgodną czy też współbieżną w stosunku do koryta Wisły. Powodować to może silne rozciąganie chmury zanieczyszczeń w kierunku wschodnim i intensyfikuje zagrożenia dla planowanych do zagospodarowania rekreacyjnego sztucznych akwenów poeksploatacyjnych w Przylasku Rusieckim.

Omawiany przypadek jest bardzo interesujący z uwagi na znaczny stopień skomplikowania warunków lokalnych oraz brak publikacji naukowych, co daje możliwość realizacji ciekawych badań, w tym również o bardzo ważnych elementach aplikacyjnych (możliwy odzysk cynku oraz funkcja ochronna dla społeczności lokalnej i dla potrzeb planowania zagospodarowania terenu).

Celem badań środowiskowych przeprowadzonych w ramach pilotażu w okresie maja-czerwca 2018 r. było:

- określenie rzeczywistego zasięgu i skali zagrożenia środowiska gruntowo-wodnego,
- określenie zawartości szkodliwych pierwiastków śladowych, w tym metali ciężkich w odpadach metalurgicznych,
- określenie możliwości odzysku użytecznych pierwiastków śladowych z odpadów metalurgicznych (w szczególności cynku).

2 Badania odpadów zgromadzonych na składowisku

Do badań składu chemicznego odpadów pozyskano reprezentatywne próbki odpadów występujących na składowisku, zgodnie z zasadami sztuki oraz wytycznymi określonymi w normatywach:

- 1) EN 14899: Characterization of waste – Sampling of waste materials – Framework for the preparation and application of a Sampling Plan (PN-EN 14899: Charakteryzowanie odpadów - Pobieranie próbek materiałów – Struktura przygotowania i zastosowania planu pobierania próbek)
- 2) CEN/TR 15310: Characterization of waste – Sampling of waste materials (Charakteryzowanie odpadów – Pobieranie próbek materiałów).

Pod względem szczegółowym, próbki odpadów zostały pobrane przez odpowiednio przeszkolone osoby z wierzchniej warstwy odpadów tj. dla interwału głębokości 0-0,25 m z reprezentowanych poletek o powierzchni około 1 m². Opróbowanie związane było z pozyskaniem kilku punktowych próbek, a następnie ich uśrednienie i kilkuetapowe kwartowanie dla uzyskania ostatecznej próbki badawczej o masie około 0,5 kg. Z uwagi na makroskopowo jednolity charakter odpadów, poletko dla potrzeb opróbowania zostało wybrane losowo. Zgodnie z w/w metodyką pobrano łącznie 3 reprezentatywne próbki odpadów występujących w obrębie kompleksu składowisk AMP w Krakowie, odwzorowujące dwa podstawowe, możliwe do makroskopowego wyróżnienia typy odpadów tj. a) ceglasto-czerwony osad drobnopiękny wilgotny – 2 szt. oraz b) czarny osad zwięzły, mało wilgotny – 1 szt.

Stałe próbki odpadów zostały pobrane do jednorazowych worków PE z naklejoną wcześniej i odpowiednio opisaną etykietą i niezwłocznie w terminie kilku godzin dostarczone do laboratorium badawczego, gdzie były przechowywane w temperaturze 4°C bez dostępu światła.

Z uwagi na stwierdzony w trakcie opróbowania funkcjonowanie systemu hydrotransportu odpadów pobrano dodatkowo 3 próbki płynnej mieszaniny odpadów z wodami technologicznymi, bezpośrednio z rury doprowadzającej do szklanej butelki o objętości 1 litra z naklejoną wcześniej i odpowiednio opisaną etykietą. Niezwłocznie w terminie kilkunastu godzin dostarczone do laboratorium badawczego, gdzie były przechowywane w temperaturze 4°C bez dostępu światła a następnie na drodze filtracji oddzielono osad stały od wód technologicznych.

W trakcie opróbowania określono przy pomocy GPS lokalizację punktów opróbowania dla wszystkich 6 próbek odpadów oraz w miarę możliwości wykonano dokumentację fotograficzną.

Badania odpadów wykonano w Laboratorium Hydrogeochemicznym Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, posiadającym akredytację PCA nr AB 1050. Badania wykonane zostały po przeprowadzeniu próbki stałej do cieczy metodą roztwarzania w mieszaninie kwasów przy wykorzystaniu mineralizatora mikrofalowego. Dla potrzeb oznaczeń poszczególnych składników lub pierwiastków chemicznych zastosowano powszechnie znane zasady sztuki i normatywy, wykorzystując metodę spektrometrii masowej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie ICP-MS (PN-EN ISO 17294-2:2006) oraz spektrometrii masowej emisyjnej z plazmą wzbudzaną emisyjnie ICP-OES (PN-EN ISO 11885:2009) tj. metody uznawane za najlepsze dostępne obecnie (BAT).

Wyniki oznaczeń zawartości poszczególnych składników w badanych próbkach (Tab. 1) podano w mg/kg suchej masy próbki, zarówno dla formy tlenkowej i pierwiastkowej (Tab. 2).

Tab. 1. Podstawowa charakterystyka próbek stałych pochodzących z kompleksu składowisk odpadów metalurgicznych AMP w Krakowie

Lp.	Symbol próbki	Charakterystyka próbki
1	X1	czarny osad stały, twardy, zwarty, minimalna wilgotność
2	X2	ceglasto-szaro-czerwony osad stały ilasto-żelazisty, wilgotny
3	X3	ceglasto-czerwony osad stały ilasto-żelazisty, wilgotny
4	X4	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu
5	X5	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu
6	X6	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu

Tab. 2. Wyniki badań próbek stałych z kompleksu składowisk odpadów metalurgicznych AMP w Krakowie

	X1				X2				X3				X4				X5				X6		
	%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg		%	mg/kg
Na ₂ O	0.1595	Na	1183.33	Na ₂ O	0.1366	Na	1013.44	Na ₂ O	0.1776	Na	1317.49	Na ₂ O	0.2013	Na	1493.64	Na ₂ O	0.2151	Na	1595.78	Na ₂ O	0.1289	Na	955.95
Li ₂ O	0.0030	Li	13.96	Li ₂ O	0.0005	Li	2.42	Li ₂ O	0.0006	Li	2.92	Li ₂ O	0.0007	Li	3.18	Li ₂ O	0.0007	Li	3.11	Li ₂ O	0.0004	Li	1.67
K ₂ O	0.2372	K	1968.75	K ₂ O	0.0633	K	525.65	K ₂ O	0.0696	K	577.98	K ₂ O	0.1250	K	1037.67	K ₂ O	0.1269	K	1052.83	K ₂ O	0.0792	K	657.32
CaO	2.4453	Ca	17479.17	CaO	4.8743	Ca	34841.58	CaO	5.0993	Ca	36449.95	CaO	3.6007	Ca	25737.33	CaO	3.6891	Ca	26369.29	CaO	2.2289	Ca	15932.44
MgO	0.7126	Mg	4297.92	MgO	0.4400	Mg	2654.02	MgO	0.5356	Mg	3230.48	MgO	0.6128	Mg	3696.24	MgO	0.6405	Mg	3862.96	MgO	0.3665	Mg	2210.52
SO ₃	1.1822	S	14187.50	SO ₃	0.1692	S	2029.90	SO ₃	0.1865	S	2237.98	SO ₃	0.1464	S	1757.23	SO ₃	0.1417	S	1700.87	SO ₃	0.0952	S	1142.80
BO ₂	0.0016	B	3.96	BO ₂	0.0003	B	0.76	BO ₂	0.0010	B	2.53	BO ₂	0.0014	B	3.48	BO ₂	0.0018	B	4.48	BO ₂	0.0023	B	5.84
ZnO	2.3455	Zn	18839.58	ZnO	7.9589	Zn	63926.73	ZnO	9.6333	Zn	7375.87	ZnO	4.7527	Zn	38174.26	ZnO	5.1607	Zn	41451.36	ZnO	2.9806	Zn	23940.37
P ₂ O ₅	0.2224	P	970.83	P ₂ O ₅	0.2318	P	1011.92	P ₂ O ₅	0.2809	P	1226.03	P ₂ O ₅	0.3644	P	1590.59	P ₂ O ₅	0.3487	P	1521.83	P ₂ O ₅	0.1911	P	834.16
Al ₂ O ₃	1.6521	Al	8745.83	Al ₂ O ₃	0.0647	Al	342.36	Al ₂ O ₃	0.0759	Al	401.67	Al ₂ O ₃	0.0731	Al	387.04	Al ₂ O ₃	0.0728	Al	385.32	Al ₂ O ₃	0.0603	Al	318.98
Fe ₂ O ₃	82.6678	Fe	578541.67	Fe ₂ O ₃	82.8598	Fe	573885.1	Fe ₂ O ₃	80.4469	Fe	562999.0	Fe ₂ O ₃	86.1932	Fe	603213.9	Fe ₂ O ₃	86.1753	Fe	603088.1	Fe ₂ O ₃	91.8263	Fe	642636.3
SiO ₂	2.1969			SiO ₂	0.7966			SiO ₂	0.8359			SiO ₂	1.1256			SiO ₂	0.9371			SiO ₂	0.7843		
Mn ₂ O ₅	0.1495	Mn	865.00	Mn ₂ O ₅	0.6282	Mn	3635.64	Mn ₂ O ₅	0.7435	Mn	4302.77	Mn ₂ O ₅	0.8141	Mn	4711.19	Mn ₂ O ₅	0.8844	Mn	5118.17	Mn ₂ O ₅	0.3820	Mn	2210.52
SrO	0.0065	Sr	55.00	SrO	0.0045	Sr	38.02	SrO	0.0049	Sr	41.45	SrO	0.0041	Sr	34.84	SrO	0.0047	Sr	39.31	SrO	0.0026	Sr	22.02
BaO	0.0124	Ba	111.04	BaO	0.0042	Ba	37.87	BaO	0.0047	Ba	42.23	BaO	0.0060	Ba	53.78	BaO	0.0065	Ba	57.80	BaO	0.0039	Ba	34.87
SnO ₂	0.03576	Sn	281.67	SnO ₂	0.00904	Sn	71.20	SnO ₂	0.01156	Sn	91.08	SnO ₂	0.01279	Sn	100.74	SnO ₂	0.01438	Sn	113.26	SnO ₂	0.00716	Sn	56.39
TiO ₂	0.0005	Ti	4.25	TiO ₂	0.0000	Ti	0.42	TiO ₂	0.0001	Ti	0.43	TiO ₂	0.0000	Ti	0.29	TiO ₂	0.0000	Ti	0.27	TiO ₂	0.0000	Ti	0.22
As ₂ O ₅	0.0025	As	16.25	As ₂ O ₅	0.0009	As	5.76	As ₂ O ₅	0.0015	As	9.54	As ₂ O ₅	0.0098	As	63.62	As ₂ O ₅	0.0009	As	5.84	As ₂ O ₅	0.0015	As	9.84
SeO ₂	0.00059	Se	4.17	SeO ₂	0.00043	Se	3.03	SeO ₂	0.00055	Se	3.89	SeO ₂	0.00043	Se	3.03	SeO ₂	0.00055	Se	3.89	SeO ₂	0.00047	Se	3.34
MoO ₃	0.00075	Mo	5.00	MoO ₃	0.00018	Mo	1.18	MoO ₃	0.00020	Mo	1.36	MoO ₃	0.00020	Mo	1.30	MoO ₃	0.00022	Mo	1.50	MoO ₃	0.00018	Mo	1.17
CrO ₃	0.01791	Cr	93.13	CrO ₃	0.03871	Cr	201.32	CrO ₃	0.04652	Cr	241.90	CrO ₃	0.04282	Cr	222.68	CrO ₃	0.04386	Cr	228.08	CrO ₃	0.02605	Cr	135.47
WO ₃	0.00056	W	4.43	WO ₃	0.00052	W	4.09	WO ₃	0.00071	W	5.64	WO ₃	0.00043	W	3.38	WO ₃	0.00044	W	3.50	WO ₃	0.00036	W	2.84
CdO	0.01549	Cd	135.63	CdO	0.00448	Cd	39.23	CdO	0.00533	Cd	46.71	CdO	0.00714	Cd	62.56	CdO	0.00702	Cd	61.50	CdO	0.00415	Cd	36.37
PbO	0.42115	Pb	3910.42	PbO	0.15401	Pb	1430.02	PbO	0.18130	Pb	1683.35	PbO	0.18436	Pb	1711.78	PbO	0.18696	Pb	1735.90	PbO	0.10871	Pb	1009.33
CoO	0.00122	Co	9.58	CoO	0.00121	Co	9.54	CoO	0.00158	Co	12.45	CoO	0.00175	Co	13.79	CoO	0.00181	Co	14.21	CoO	0.00095	Co	7.51
NiO	0.00454	Ni	35.63	NiO	0.00438	Ni	38.33	NiO	0.00577	Ni	45.34	NiO	0.00899	Ni	70.59	NiO	0.00917	Ni	72.00	NiO	0.00484	Ni	38.04
BeO	0.00008	Be	0.29	BeO	0.00000	Be	0.01	BeO	0.00000	Be	0.00	BeO	0.00000	Be	0.00	BeO	0.00000	Be	0.00	BeO	0.00000	Be	0.01
V ₂ O ₅	0.01276	V	71.46	V ₂ O ₅	0.01241	V	69.53	V ₂ O ₅	0.01466	V	82.12	V ₂ O ₅	0.01752	V	98.16	V ₂ O ₅	0.01865	V	104.50	V ₂ O ₅	0.01087	V	60.89
CuO	0.02037	Cu	162.71	CuO	0.06469	Cu	516.72	CuO	0.07497	Cu	598.81	CuO	0.19497	Cu	1557.27	CuO	0.20052	Cu	1601.62	CuO	0.11175	Cu	892.55
Ag ₂ O	0.00036	Ag	3.33	Ag ₂ O	0.00039	Ag	3.64	Ag ₂ O	0.00059	Ag	5.45	Ag ₂ O	0.00037	Ag	3.48	Ag ₂ O	0.00038	Ag	3.50	Ag ₂ O	0.00034	Ag	3.17
TiO ₂	4.60438	Ti	27604.17	TiO ₂	0.63927	Ti	3832.57	TiO ₂	0.75958	Ti	4553.81	TiO ₂	0.88184	Ti	5286.83	TiO ₂	0.89591	Ti	5371.16	TiO ₂	0.53151	Ti	3186.49
ZrO ₂	0.00039	Zr	2.92	ZrO ₂	0.00027	Zr	1.97	ZrO ₂	0.00005	Zr	0.39	ZrO ₂	0.00002	Zr	0.15	ZrO ₂	0.00003	Zr	0.19	ZrO ₂	0.00002	Zr	0.17
HgO	0.00063	Hg	5.79	HgO	0.00005	Hg	0.44	HgO	0.00010	Hg	0.91	HgO	0.00004	Hg	0.41	HgO	0.00006	Hg	0.53	HgO	0.00003	Hg	0.23
UO ₃	0.00012	U	1.02	UO ₃	0.00002	U	0.18	UO ₃	0.00002	U	0.18	UO ₃	0.00001	U	0.11	UO ₃	0.00001	U	0.10	UO ₃	0.00001	U	0.08
RbO	0.00312	Rb	26.25	RbO	0.00011	Rb	0.91	RbO	0.00012	Rb	0.97	RbO	0.00014	Rb	1.21	RbO	0.00016	Rb	1.36	RbO	0.00016	Rb	1.33
SUMA	99.13			SUMA	99.16			SUMA	99.19			SUMA	99.39			SUMA	99.79			SUMA	99.94		

3 Badania wód powierzchniowych i podziemnych

Próbki wód pobrane zostały z zachowaniem wszelkich zasad sztuki i obowiązujących standardów, z wykorzystaniem odpowiednich specjalistycznych próbników.

Ogółem pobrano 6 próbek wód powierzchniowych i podziemnych, w tym:

- 3 próbki wód technologicznych w formie płynnej mieszaniny odpadów z wodami technologicznymi, z której odfiltrowano osad;
- 1 próbkę sklarowanych wód technologicznych ze zbiornika na wierzchowinie składowiska w rejonie wlotu do mnicha przelewowego,
- 1 próbkę wód zrzucanych z kompleksu składowiska w kierunku rzeki Wisły, bezpośrednio z kanału zrzutowego,
- 1 próbkę wód podziemnych z piezometru nr P-20 (południowo-zachodnia część kompleksu składowisk) po jego wyczyszczeniu (z gruzu i śmieci) oraz odpowiednim odpompowaniu metodą „łyżkowania” próbnikiem rurowym.

Próbki zostały pobrane do umytych i przepłukanych w wodzie destylowanej specjalistycznych butelek szklanych o pojemności 1 litra. Próbki zostały niezwłocznie w czasie około 2-3 godzin przetransportowane do Laboratorium Hydrogeochemicznym Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, posiadającym akredytację PCA nr AB 1050. Próbki zostały przefiltrowane przez filtr 0,25 µm (mikrometra) i zmierzono w nich parametry nietrwałe (tj. odczyn pH, potencjał redox – metodami elektrochemicznymi oraz zawartość form węglanowych – metodą miareczkowania ze wskaźnikiem, wszystkie zgodnie z odpowiednimi normatywami). Pozostała część próbek została przekazana dla potrzeb oznaczeń poszczególnych składników lub pierwiastków chemicznych z wykorzystaniem, zgodnych z normatywami w zakresie analityki laboratoryjnej, wykorzystując metodę spektrometrii masowej z plazmą wzbudzaną indukcyjnie ICP-MS (PN-EN ISO 17294-2:2006) oraz spektrometrii masowej emisyjnej z plazmą wzbudzaną emisyjnie ICP-OES (PN-EN ISO 11885:2009) tj. metody uznawane za najlepsze dostępne obecnie (BAT).

Tylko dla potrzeb oznaczenia chlorków oraz zasadowości wykorzystana została zgodna z normatywami metody specyficzne, wymienione w zakresie akredytacji laboratorium.

Wyniki badań składu chemicznego dla wszystkich 6 próbek wód powierzchniowych i podziemnych przedstawiono w zbiorczej tabeli (Tab. 3).

Tab. 3. Wyniki badań próbek wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie kompleksu składowisk odpadów metalurgicznych AMP w Krakowie

Lokalizacja	Y1 woda podziemna, piezometr nr P-20 przy południowo-wschodniej granicy	Y2 zbiornik wodny, woda sklarowana przy odpływie	Y3 woda technologiczna kanał zrzutowy w kierunku Wisły	YX4 woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	YX5 woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	YX6 woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej
pH [-]	6.61	7.36	6.17	11.15	11.46	10.53
EC [mS/cm]	2.47	3.98	4.00	4.88	5.25	4.75
Eh [mV]	322	336	324	108	93	137
Cl	436.05	949.29	953.35	1325.12	1295.34	1243.23
HCO ₃	379.12	181.98	177.84	28.79		791.78
OH				623.04	792.96	1798.32
CO ₃					56.17	
SO ₄	45.14	186.17	219.61	257.82	259.37	255.25
NO ₃	39.5	<0.02	40			
NO ₂	300.0	17.2	400.0			
Ca	89.49	164.82	176.46	325.00	401.33	358.89
Mg	29.47	43.69	46.25	0.71	0.21	0.14
Na	259.56	439.09	463.59	666.58	671.03	667.90
K	19.00	62.20	65.89	112.74	119.90	118.46
Ag	0.00074	0.00050	0.00050	0.00003	0.00001	0.00001
Al	0.00931	0.12425	0.03984	0.09846	0.04893	0.00719
As	0.00256	0.00644	0.00372	0.00443	0.00496	0.00091
B	0.09964	0.26940	0.26096	0.43092	0.48241	0.43338
Ba	0.12684	0.28465	0.28610	0.01074	0.01063	0.00604
Be	0.00010	0.00013	0.00010	0.00001	0.00058	0.00001
Bi	0.01471	0.00273	0.00045	0.00006	0.00048	0.00001
Br	1.63883	3.38849	3.51342	7.68727	7.59748	1.76463
Cd	0.00013	0.00078	0.00011	0.00052	0.00077	0.00013
Co	0.00038	0.00073	0.00134	0.00031	0.00037	0.00007
Cr	0.00010	0.00507	0.00235	0.07088	0.02009	0.04301
Cs	0.00005	0.17553	0.15766	0.16369	0.16417	0.04172
Cu	0.00130	0.00185	0.00134	0.01455	0.02391	0.00323
Fe	0.26462	0.06132	6.22508	0.27913	0.18604	0.13895
Ga	0.00217	0.00615	0.00415	0.00106	0.00770	0.00024
Hg	0.01000	0.02974	0.07537	2.53127	0.20436	0.08514
I	0.02304	0.66101	0.98067	0.08175	0.10346	0.01000
Li	0.03067	0.13136	0.14381	0.08078	0.07571	0.01991
Mn	0.88054	0.01483	0.17147	0.00367	0.00341	0.00251
Mo	0.00046	0.00854	0.00309	0.13467	0.20931	0.01387
Ni	0.00150	0.00378	0.00491	0.00281	0.00398	0.00120
P	13.87951	1.13732	0.89711	0.00246	0.02451	0.00100
Pb	0.00103	0.00195	0.00058	0.00080	0.00168	0.00057
Rb	0.00977	0.77912	0.78171	0.63678	0.62733	0.15996

Tab. 3 cd. Wyniki badań próbek wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie kompleksu składowisk odpadów metalurgicznych AMP w Krakowie

Lokalizacja	Y1	Y2	Y3	YX4	YX5	YX6
	woda podziemna, piezometr nr P-20 przy południowo-wschodniej granicy	zbiornik wodny, woda sklarowana przy odpływie	woda technologiczna kanał zrzutowy w kierunku Wisły	woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	woda technologiczna po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej
Sb	0.00007	0.00489	0.00201	0.00064	0.00072	0.00018
Se	0.00685	0.02049	0.01990	0.04099	0.04455	0.00812
Si	14.16159	5.91578	6.34431	1.38773	1.18423	1.41739
Sn	0.00001	0.00002	0.00001	0.00010	0.00251	0.00010
Sr	0.65877	1.25000	1.35281	0.93771	0.91133	0.87537
Te	0.00001	0.00002	0.00002	0.00006	0.00018	0.00001
Ti	0.00034	0.01139	0.01168	0.01590	0.01300	0.00173
Tl	0.00001	0.00028	0.00007	0.00024	0.00003	0.00010
U	0.00007	0.00765	0.00241	0.00001	0.00001	0.00001
V	0.00029	0.02613	0.00119	0.00078	0.00171	0.00001
W	0.00010	0.00455	0.00066	0.02175	0.11536	0.00437
Y	0.00004	0.00004	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000
Zn	0.03770	0.11819	0.18591	0.06607	0.06416	0.01289
Zr	0.00006	0.00005	0.00000	0.00006	0.00044	0.00001

stężenia składników i pierwiastków chemicznych podano w [mg/L]

4 Podsumowanie i wnioski

- I. Zgodnie z dostępnymi danymi w zakresie składu chemicznego odpadów metalurgicznych zgromadzonych na terenie kompleksu składowisk Arcelor Mittal Poland S.A. Oddział w Krakowie, stwierdzono, że badane próbki zawierają: bardzo wysokie stężenia cynku (1,8-7,7%) oraz wysokie zawartości ołowiu (0,1-0,2%) i manganu (0,1-0,8%) a ponadto inne szkodliwe pierwiastki metaliczne i śladowe (m.in. Al, Cd, Cr, Cu i Ni).
- II. Średnie stężenia Zn, Pb i Mn w badanych próbkach odpadów wyniosły odpowiednio 4,40%, 0,19% oraz 0,36%. Zawartości cynku są interesujące z czysto komercyjnego punktu widzenia pod warunkiem opracowania opłacalnej technologii odzysku tego pierwiastka z odpadów.
- III. Konieczne są dokładne badania form występowania pierwiastków w badanych próbkach odpadów, w tym w szczególności ich rozpuszczalnych w wodach specjacji, stwarzających największe zagrożenie dla środowiska wodnego.
- IV. Konieczne są dokładne badania zawartości związków organicznych typowych dla terenów znajdujących się pod wpływem przemysłu metalurgicznego tj. węglowodorów aromatycznych (benzen, toluen, etylobenzen, ksylen), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), fenoli, AOX oraz przede wszystkim dioksyn.
- V. Stan techniczny sieci piezometrów w rejonie kompleksu składowisk jest bardzo zły. Wiele otworów jest zniszczonych lub jest otwarta i nie posiada zamkniętej głowicy a bardzo często jest wypełniona gruzem i śmieciami (!!!).
- VI. Sieć piezometrów badawczych jest zaprojektowana wadliwie tj. otwory są za płytkie i skupione tylko wokół składowiska, co nie daje wiarygodnych i reprezentatywnych informacji o skali i zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych. Mając powyższe na uwadze konieczne jest wykonanie nawet 5-10 nowych piezometrów w większej odległości od kompleksu składowisk w kierunku na wschód.
- VII. W trakcie łezkowania piezometru nr P-20 stwierdzono objawy długotrwałej stagnacji wód w otworze tj. szlam organiczny i żelazisty oraz silny zapach siarkowodoru. Świadczy to o braku odpowiedniego przepompowywania otworów. W zakresie potencjalnych możliwości opróżniania piezometrów konieczne jest podjęcie prac w celu oczyszczenia piezometrów i realizacji pompowań oczyszczających przekraczających istotnie standardowe 2-3 wymiany słupa wody zgromadzone w otworze. Zasadniczo najważniejsze pod względem metodycznym działania powinny polegać na intensywnym przepompowaniu bez uwzględniania kryterium wymian wody aż do czasu ustalenia się mierzonych w terenie nietrwałych parametrów fizykochemicznych (tj. temperatura, odczyn pH, potencjał redox – Eh oraz przewodność elektrolityczna właściwa).
- VIII. Planowane badania składu chemicznego wód podziemnych pochodzących z piezometrów powinny dotyczyć wszystkich dostępnych otworów, przy czym poza składnikami nieorganicznymi ich zakres należy rozszerzyć o substancje organiczne, typowe dla terenów znajdujących się pod wpływem przemysłu metalurgicznego tj. węglowodorów aromatycznych (benzen, toluen, etylobenzen, ksylen), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), fenoli, AOX oraz przede wszystkim dioksyn. Konieczne w tym celu jest uzyskanie zgody właściciela piezometrów.

- IX. Wody technologiczne na terenie składowiska w tym używane w hydrotransporcie są szkodliwe dla roślinności gdyż mają odczyn pH na poziomie 10,5 – 11,5. Nie powinny być zrzucane bezpośrednio do odbiorników powierzchniowych ani też odprowadzane na tereny pokryte roślinnością.
- X. Woda podziemna z opróbowanego piezometru nr P-20 wykazuje objawy zanieczyszczenia substancjami pochodzącymi z kompleksu składowisk, jest to woda złej jakości (klasa V).
- XI. W wodach odprowadzanych z kompleksu składowisk w kierunku rzeki Wisły (kanał zrzutowy) stwierdzono bardzo wysokie zawartości związków azotowych (w tym azotynów) oraz chlorków, bromków a także istotne zawartości rtęci. Najwyższe zawartości rtęci są odnotowywane w wodach technologicznych o odczynie alkalicznym (pH 10,5 – 11,5), co jest logiczne gdyż mobilność (rozpuszczalność) rtęci rośnie istotnie dla odczynu $\text{pH} > 9 - 9,5$. Mając powyższe na uwadze należy podjąć zaawansowane badania dla potrzeb określenia procesów odpowiedzialnych za potencjalną akumulację rtęci (np. sorpcja na wodorotlenkach żelaza, współstrącanie) oraz możliwości jej uwalniania do wód technologicznych zrzucanych do Wisły.
- XII. W związku z droбноziarnistą postacią odpadów i brakiem odpowiednich zabezpieczeń przed pyleniem możliwe jest ich roznośzenie i rozpraszanie w otoczeniu kompleksu składowisk, co z racji wysokich zawartości toksycznych składników w tym wybranych metali ciężkich stanowi istotny czynnik narażenia zdrowotnego okolicznych mieszkańców. W szczególności duże ryzyko związane jest z występującymi w bezpośrednim sąsiedztwie składowisk uprawami roślin jadalnych.
- XIII. Kolejne etapy badawcze związane z bardziej szczegółowymi badaniami odpadów oraz środowiska gruntowo-wodnego w rejonie kompleksu składowisk odpadów metalurgicznych Arcelor Mittal Poland S.A. Oddział Kraków będą podejmowane w latach 2019-2020.

Załączniki

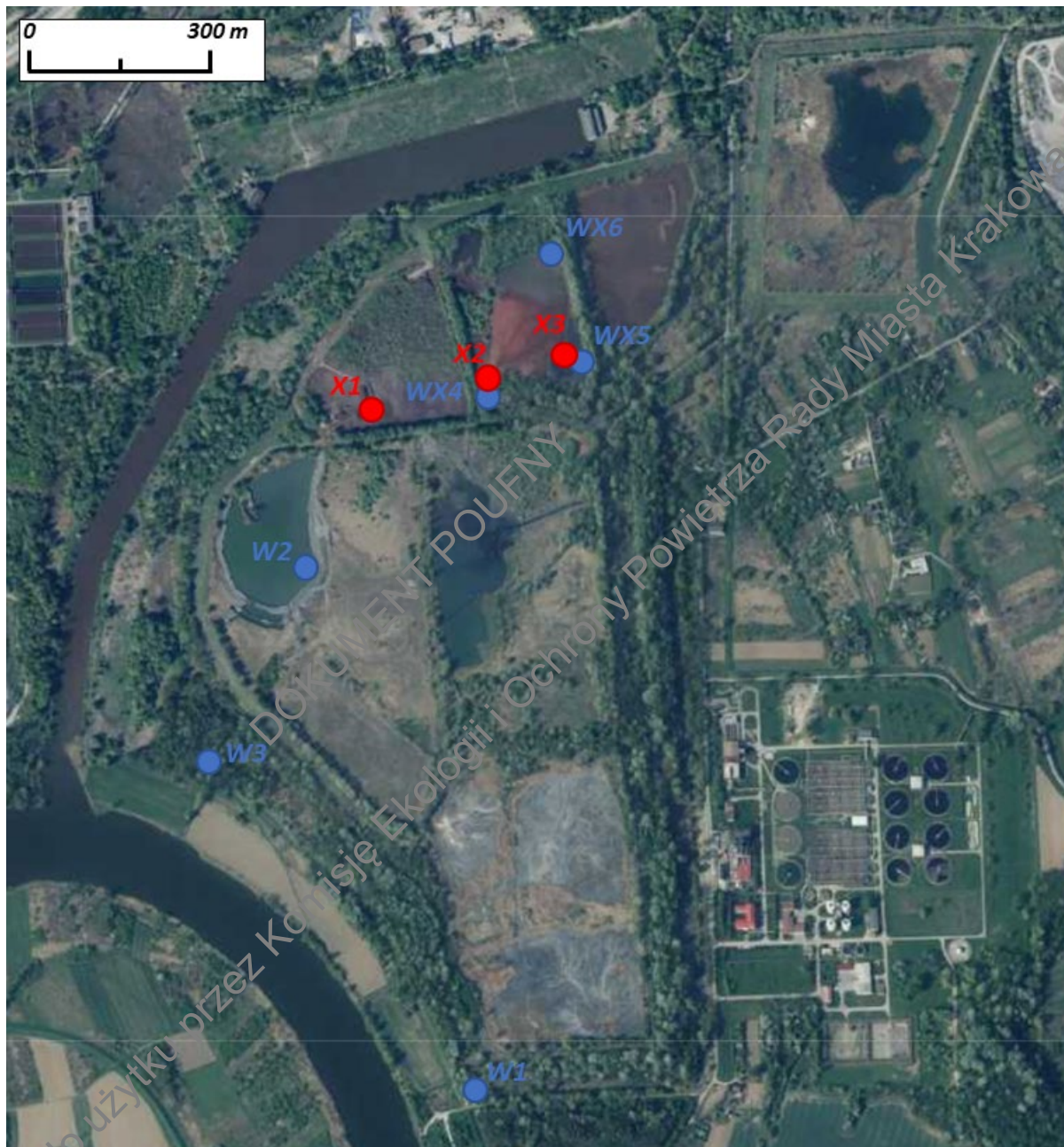
DOKUMENT POUFNY

tylko do użytku przez Komisję Ekologii i Ochrony Powietrza Rady Miasta Krakowa

Załącznik 1. Współrzędne punktów opróbowania odpadów oraz wód powierzchniowych i podziemnych

Lp.	Symbol próby	X [m] układ 1992	Y [m] układ 1992	Rodzaj próby	Charakterystyka próby	Data poboru próby
1	W1	243000,90	578451,40	wody podziemne	piezometr nr P-20 przy południowo-wschodniej granicy	01.06.2018
2	W2	243854,30	578183,40	wody powierzchniowe (technologiczne)	zbiornik wodny, woda technologiczna, sklarowana przy odpływie	01.06.2018
3	W3	243599,40	578026,30	wody powierzchniowe (technologiczne)	woda technologiczna, kanał zrzutowy w kierunku rzeki Wisły	01.06.2018
4	WX4	244155,00	578509,20	szlam z systemu hydrotransportu (mieszanina wody i odpadu)	woda technologiczna, po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	06.05.2018
5	WX5	244214,80	578646,20	szlam z systemu hydrotransportu (mieszanina wody i odpadu)	woda technologiczna, po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	06.05.2018
6	WX6	244407,40	578592,30	szlam z systemu hydrotransportu (mieszanina wody i odpadu)	woda technologiczna, po oddzieleniu zawiesiny ilasto-żelazistej	06.05.2018
7	X1	244110,40	578224,80	odpady stałe	czarny osad stały, twardy, zwarty, minimalna wilgotność	01.06.2018
8	X2	244203,00	578497,30	odpady stałe	ceglasto-szaro-czerwony osad stały ilasto-żelazisty, wilgotny	01.06.2018
9	X3	244242,70	578634,90	odpady stałe	ceglasto-czerwony osad stały ilasto-żelazisty, wilgotny	01.06.2018
10	X4	244155,00	578509,20	zawiesina stała ze szlamu	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu	06.05.2018
11	X5	244214,80	578646,20	zawiesina stała ze szlamu	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu	06.05.2018
12	X6	244407,40	578592,30	zawiesina stała ze szlamu	zawiesina rdzawa, ilasto-żelazista z próbek szlamu	06.05.2018

Załącznik 2. Mapa pogładowa z lokalizacją punktów opróbowania odpadów oraz wód powierzchniowych i podziemnych



Załącznik 3. Karty pomiarów i badań terenowych dla próbek wód powierzchniowych i podziemnych (6 szt.)

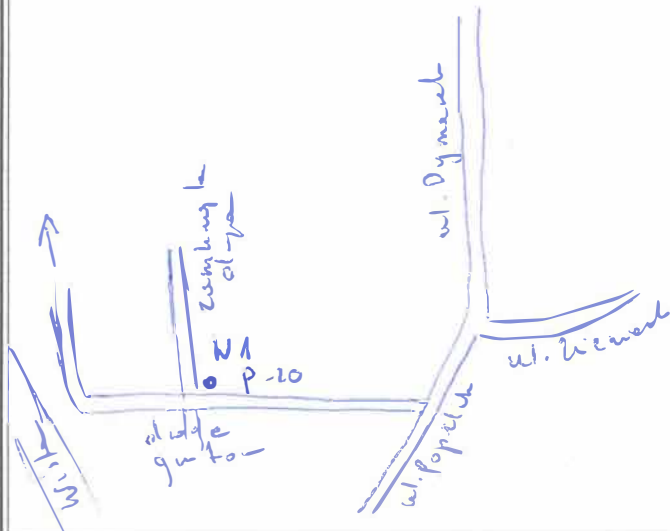
DOKUMENT POUFNY

tylko do użytku przez Komisję Ekologii i Ochrony Powietrza Rady Miasta Krakowa

PROTOKÓŁ POMIARU STUDNI / PIEZOMETRÓW WIERCONYCH

REPORT OF THE DRILLING WELLS / PIEZOMETERS MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:



DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:

DATE:

2018.06.01

SYMBOL STUDNI:

SYMBOL OF WELL:

W1 (piezometr p-20)

MIEJSCOWOŚĆ:

PLACE:

Kraków

ADRES:

ADDRESS:

ul. Dymarska

WŁAŚCICIEL:

OWNER:

AMP Kraków

DANE KONTAKTOWE:

CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:

GPS COORDINATES:

X

243000,90 (1992)

Y

575451,40 (1992)

UŻYTKOWANIE OTWORU
BOREHOLE USAGE



UŻYWANA
ACTIVE



RZADKO UŻYWANA
RARELY USED



NIEUŻYWANA
NON-ACTIVE

WYKORZYSTANIE WODY:
WATER USAGE



WODA PITNA
DRINKING WATER



INNE CELE
OTHER PURPOSES

piezometr
do pomiaru

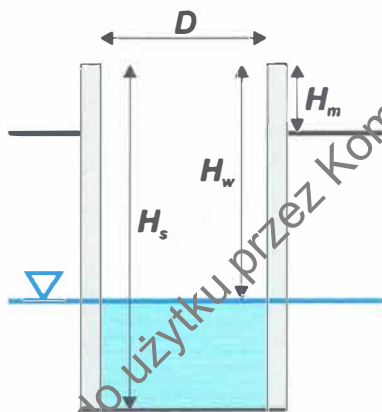
ORIENTACYJNY POBÓR WODY:
AVERAGE WATER DISCHARGE

m³/d

LICZBA UŻYTKOWNIKÓW
NUMBER OF CONSUMERS

POMIARY STUDNI

MEASUREMENTS OF DUG WELL



wykopało
"fryzowane"
3 V

otwór
unb. dany
(pomiar
orientacyjny)

POMIARY PRÓBKII WODY

MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLY MIERNIKÓW

MEASURING DEVICES SYMBOLS

CH 1

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

18,6

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

2,18

ODCZYŃ pH
pH

-

5,85

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

-

ZESPÓŁ POMIAROWY:

FIELD TEAM:

MC2

Ju, PB

UWAGI:

REMARKS:

pomiar Eh tylko
w laboratorium;
otwór uszkodzony, bez
głowicy, w rękach górn.
i innych (niezabezpieczony)



AGH
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE

SYMBOL MIERNIKA
MEASURING DEVICE SYMBOL

SOL

PROTOKÓŁ POMIARU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

REPORT OF SURFACE WATER MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:



DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:
DATE:

2018-06-01

SYMBOL PUNKTU:
SYMBOL OF POINT:

W2

MIEJSCOWOŚĆ:
PLACE:

Kraków

ADRES:
ADDRESS:

ul. Dymarska

WŁAŚCICIEL:
OWNER:

AMP o/kraków

DANE KONTAKTOWE:
CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:
GPS COORDINATES:

X 233854,30 (1992)

Y 578183,4 (1992)

RODZAJ PUNKTU:
TYPE OF POINT:

☐ ŹRÓDŁO, WYSIEK, WYPŁYW
SPRING, SEEPAGE, OUTFLOW

☒ ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR

☐ CIEK
COURSE

CHARAKTER PRZEJAWU:
NATURE OF WATER APPEARANCE:

☐ NATURALNY
NATURAL

☒ SZTUCZNY
UNNATURAL

23.06.2018
technologia

ORIENTACYJNY PRZEPŁYW (WYDAJNOŚĆ):
AVERAGE WATER FLOW (YIELD):

L/s

SPOSÓB POMIARU:
MEASURING PROCEDURE:

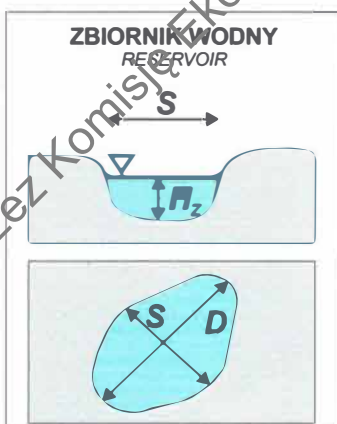
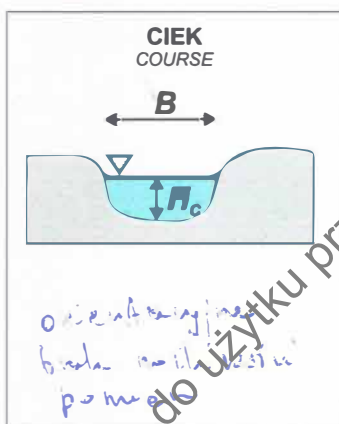
☐ MŁYNEK HYDROMETRYCZNY
HYDROMETRIC CURRENT METER

☐ METODA WOLUMETRYCZNA
VOLUMETRIC METHOD

☐ WARTOŚĆ OCZACOWANA
ESTIMATED VALUE

POMIARY CIEKU/ZBIORNIKA

MEASUREMENTS OF COURSE/RESERVOIR



SZEROKOŚĆ CIEKU
COURSE WIDTH

B

GŁĘBOKOŚĆ CIEKU
COURSE DEPTH

H_c

SZEROKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR WIDTH

S

~ 150 m

DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR LENGTH

D

~ 250 m

GŁĘBOKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR DEPTH

H₂

?

SYMBOL MIERNIKA:
MEASURING DEVICE SYMBOL:

—

POMIARY PRÓBKİ WODY

MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLE MIERNIKÓW
MEASURING DEVICES SYMBOLS

C41

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

21,5

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

3,55

ODCZYŃ pH
pH

-

6,95

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

—

ZESPÓŁ POMIAROWY:
FIELD TEAM:

MC2

JU, PB

UWAGI:
REMARKS:

pomiar Eh tylko w
laboratorium



AGH
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STĄSICA
W KRAKOWIE

PROTOKÓŁ POMIARU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

REPORT OF SURFACE WATER MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:

DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:
DATE:

2018.06.01

SYMBOL PUNKTU:
SYMBOL OF POINT:

W3

MIEJSCOWOŚĆ:
PLACE:

Kraków

ADRES:
ADDRESS:

ul. Dymarska

WŁAŚCICIEL:
OWNER:

AMP Kraków

DANE KONTAKTOWE:
CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:
GPS COORDINATES:

X 243579,40 (1992)

Y 518026,30 (1992)

RODZAJ PUNKTU:
TYPE OF POINT:

☐ ŹRÓDŁO, WYSIEK, WYPŁYW
SPRING, SEEPAGE, OUTFLOW

☐ ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR

☒ CIEK
COURSE

CHARAKTER PRZEJAWU:
NATURE OF WATER APPEARANCE:

☐ NATURALNY
NATURAL

☒ SZTUCZNY
UNNATURAL

Kanalizacja technologiczna

ORIENTACYJNY PRZEPŁYW (WYDAJNOŚĆ):
AVERAGE WATER FLOW (YIELD):

100 L/s

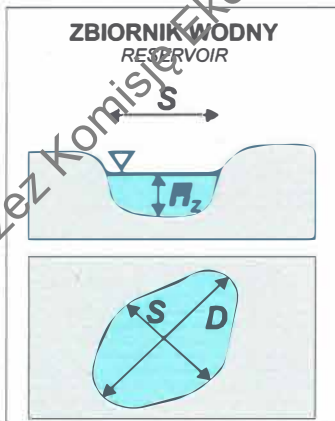
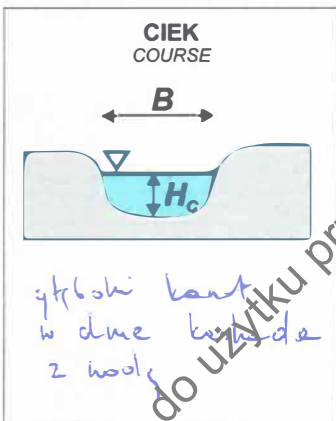
SPOSÓB POMIARU:
MEASURING PROCEDURE:

☐ MŁYNEK HYDROMETRYCZNY
HYDROMETRIC CURRENT METER

☐ METODA WOLUMETRYCZNA
VOLUMETRIC METHOD

☒ WARTOŚĆ OCZACOWANA
ESTIMATED VALUE

POMIARY CIEKU/ZBIORNIKA
MEASUREMENTS OF COURSE/RESERVOIR



SZEROKOŚĆ CIEKU COURSE WIDTH	B	~ 2m
GLEBOKOŚĆ CIEKU COURSE DEPTH	H _c	brak możliwości pomiaru
SZEROKOŚĆ ZBIORNIKA RESERVOIR WIDTH	S	
DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA RESERVOIR LENGTH	D	
GLEBOKOŚĆ ZBIORNIKA RESERVOIR DEPTH	H ₂	

SYMBOL MIERNIKA:
MEASURING DEVICE SYMBOL:

POMIARY PRÓBKI WODY
MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLE MIERNIKÓW
MEASURING DEVICES SYMBOLS

CH1

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

14,7

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

3,69

ODCZYŃ pH
pH

-

6,05

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

-

ZESPÓŁ POMIAROWY:
FIELD TEAM:

MC2

Ju, PB

UWAGI:
REMARKS:

pomiar Eh tylko w laboratorium

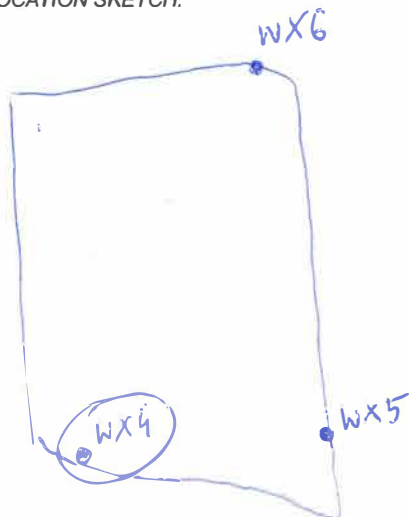


AGH
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE

PROTOKÓŁ POMIARU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

REPORT OF SURFACE WATER MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:



DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:

DATE:

06.05.2018

SYMBOL PUNKTU:

SYMBOL OF POINT:

WX4

MIEJSCOWOŚĆ:

PLACE:

Kraków

ADRES:

ADDRESS:

ul. Dymarek

WŁAŚCICIEL:

OWNER:

AMP o/s Kraków

DANE KONTAKTOWE:

CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:

GPS COORDINATES:

X

244155,00 (1992)

Y

578509,2 (1992)

RODZAJ PUNKTU:

TYPE OF POINT:



ŹRÓDŁO, WYSIEK, WYPŁYW
SPRING, SEEPAGE, OUTFLOW



ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR



CIEK
COURSE

CHARAKTER PRZEJAWU:

NATURE OF WATER APPEARANCE:



NATURALNY
NATURAL



SZTUCZNY
UNNATURAL

wypływ z mury
systemu hydrotęplotu

ORIENTACYJNY PRZEPŁYW (WYDAJNOŚĆ):

AVERAGE WATER FLOW (YIELD):

20 L/s

SPOSÓB POMIARU:

MEASURING PROCEDURE:



MŁYNEK HYDROMETRYCZNY
HYDROMETRIC CURRENT METER



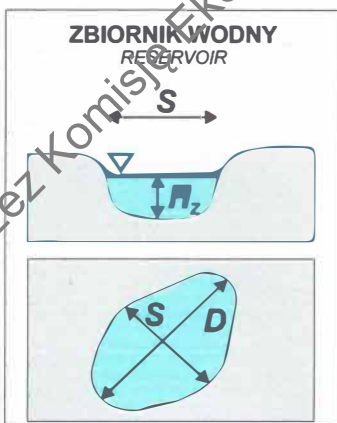
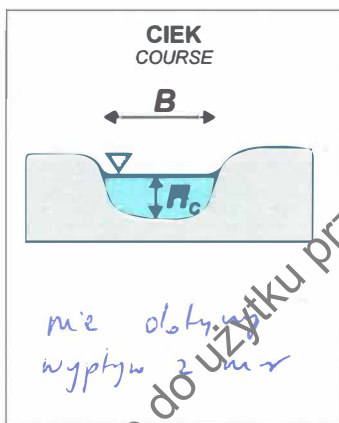
METODA WOLUMETRYCZNA
VOLUMETRIC METHOD



WARTOŚĆ OCZACOWANA
ESTIMATED VALUE

POMIARY CIEKU/ZBIORNIKA

MEASUREMENTS OF COURSE/RESERVOIR



SZEROKOŚĆ CIEKU
COURSE WIDTH

B

GŁĘBOKOŚĆ CIEKU
COURSE DEPTH

H_c

SZEROKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR WIDTH

S

DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR LENGTH

D

GŁĘBOKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR DEPTH

H₂

SYMBOL MIERNIKA:

MEASURING DEVICE SYMBOL:

POMIARY PRÓBKİ WODY

MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLE MIERNIKÓW

MEASURING DEVICES SYMBOLS

CH1

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

15,5

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

4,85

ODCZYN pH
pH

-

12,6

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

—

ZESPÓŁ POMIAROWY:

FIELD TEAM:

MC2

JU, PB

UWAGI:

REMARKS:

pomiar Eh tylko w
warunkach laboratoryjnych



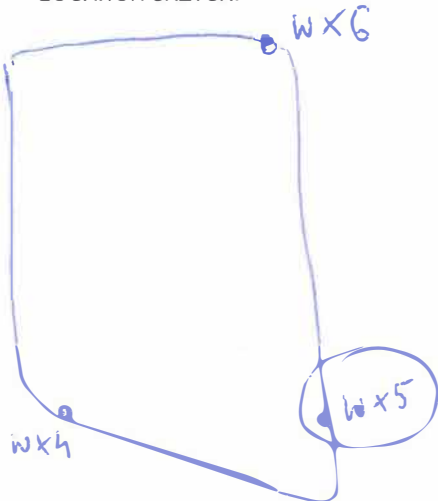
AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE

PROTOKÓŁ POMIARU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

REPORT OF SURFACE WATER MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:



DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:

DATE:

06.05.2018

SYMBOL PUNKTU:

SYMBOL OF POINT:

WX5

MIEJSCOWOŚĆ:

PLACE:

Kraków

ADRES:

ADDRESS:

ul. Dymek

WŁAŚCICIEL:

OWNER:

AMP o/krakow

DANE KONTAKTOWE:

CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:

GPS COORDINATES:

X

244 214,80 (1992)

Y

57 6646,2 (1992)

RODZAJ PUNKTU:

TYPE OF POINT:



ŹRÓDŁO, WYSIĘK, WYPŁYW
SPRING, SEEPAGE, OUTFLOW



ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR



CIĘK
COURSE

CHARAKTER PRZEJAWU:

NATURE OF WATER APPEARANCE:



NATURALNY
NATURAL



SZTUCZNY
UNNATURAL

nowy sygnal ma
hydrotransportu
z podłoża - ujęcie

ORIENTACYJNY PRZEPŁYW (WYDAJNOŚĆ):

AVERAGE WATER FLOW (YIELD):

15 L/s

SPOSÓB POMIARU:

MEASURING PROCEDURE:



MŁYNEK HYDROMETRYCZNY
HYDROMETRIC CURRENT METER



METODA WOLUMETRYCZNA
VOLUMETRIC METHOD



WARTOŚĆ OCZACOWANA
ESTIMATED VALUE

POMIARY CIEKU/ZBIORNIKA

MEASUREMENTS OF COURSE/RESERVOIR

CIĘK
COURSE

B



ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR

S



SZEROKOŚĆ CIEKU
COURSE WIDTH

B

GŁĘBOKOŚĆ CIEKU
COURSE DEPTH

Hc

SZEROKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR WIDTH

S

DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR LENGTH

D

GŁĘBOKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR DEPTH

H_z

SYMBOL MIERNIKA:

MEASURING DEVICE SYMBOL:

POMIARY PRÓBK WODY

MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLE MIERNIKÓW

MEASURING DEVICES SYMBOLS

CH 1

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

17,2

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

5,10

ODCZYŃ pH
pH

-

11,85

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

—

ZESPÓŁ POMIAROWY:

FIELD TEAM:

MC_z

UWAGI:

REMARKS:

pomiar Eh w laboratorium



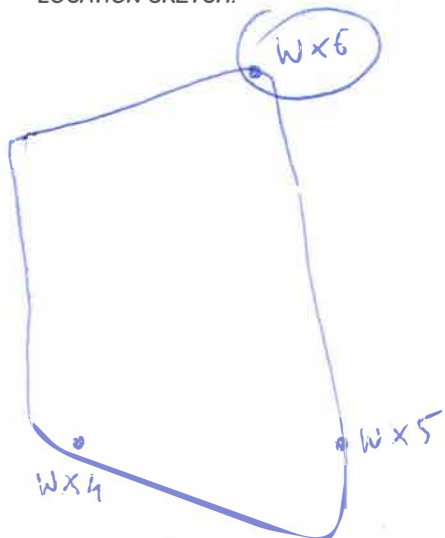
AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STĄSZICA
W KRAKOWIE

PROTOKÓŁ POMIARU WÓD POWIERZCHNIOWYCH

REPORT OF SURFACE WATER MEASUREMENTS

SZKIC LOKALIZACJI:
LOCATION SKETCH:



DANE PODSTAWOWE
GENERAL DATA

DATA POMIARU:
DATE:

06.05.2018

SYMBOL PUNKTU:
SYMBOL OF POINT:

WX6

MIEJSCOWOŚĆ:
PLACE:

Kraków

ADRES:
ADDRESS:

ul. Dymarek

WŁAŚCICIEL:
OWNER:

AMP o/km

DANE KONTAKTOWE:
CONTACT DETAILS:

WSPÓŁRZĘDNE GPS:
GPS COORDINATES:

X 244407,40 (1992)

Y 518592,30 (1992)

RODZAJ PUNKTU:
TYPE OF POINT:

☐ ŹRÓDŁO, WYSIĘK, WYPŁYW
SPRING, SEEPAGE, OUTFLOW

☐ ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR

☒ CIEK
COURSE

CHARAKTER PRZEJAWU:
NATURE OF WATER APPEARANCE:

☐ NATURALNY
NATURAL

☒ SZTUCZNY
UNNATURAL

ORIENTACYJNY PRZEPŁYW (WYDAJNOŚĆ): 70 L/s
AVERAGE WATER FLOW (YIELD):

SPOSÓB POMIARU:
MEASURING PROCEDURE:

☐ MŁYNEK HYDROMETRYCZNY
HYDROMETRIC CURRENT METER

☐ METODA WOLUMETRYCZNA
VOLUMETRIC METHOD

☒ WARTOŚĆ OCZACOWANA
ESTIMATED VALUE

POMIARY CIEKU/ZBIORNIKA

MEASUREMENTS OF COURSE/RESERVOIR

CIEK
COURSE

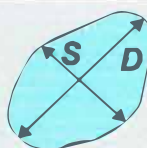
B



we obrotu
wypływu
z m...

ZBIORNIK WODNY
RESERVOIR

S



SZEROKOŚĆ CIEKU
COURSE WIDTH

B

GŁĘBOKOŚĆ CIEKU
COURSE DEPTH

H_c

SZEROKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR WIDTH

S

DŁUGOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR LENGTH

D

GŁĘBOKOŚĆ ZBIORNIKA
RESERVOIR DEPTH

H_z

SYMBOL MIERNIKA:
MEASURING DEVICE SYMBOL:

POMIARY PRÓBKII WODY

MEASUREMENTS OF WATER SAMPLE

SYMBOLE MIERNIKÓW
MEASURING DEVICES SYMBOLS

C41

TEMPERATURA
TEMPERATURE

°C

18,3

PRZEWODNOŚĆ ELEKTR.
ELECTRICAL CONDUCTIVITY

mS/cm

4,45

ODCZYNN pH
pH

-

11,2

POTENCJAŁ REDOX (Eh)
REDOX POTENTIAL (Eh)

mV

-

ZESPÓŁ POMIAROWY:
FIELD TEAM:

MC2

JU, PB

UWAGI:
REMARKS:

pojemnik Eh tylko w lab



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STĄSZICA
W KRAKOWIE