



Żmigród, 10.12.2013 r.

OPINIA TECHNICZNA

IBDiM/TW-2/OP-36813/W-2744

dotycząca mieszanki popiołowo-żuźłowej do zimowego utrzymania dróg
dla firmy

Polski Beton Sp. z o.o., ul. Konduktorska 39a, 40-155 Katowice

1 Przedmiot i cel Opinii

Przedmiotem Opinii Technicznej jest kruszywo oznaczone przez Zlecającego jako mieszanka popiołowo-żuźłowa EkoBeton do posypek na oblodzone nawierzchnie dróg i chodników.

Celem Opinii Technicznej jest określenie możliwości stosowania kruszywa zwanego dalej mieszanką popiołowo-żuźłową EkoBeton z przeznaczeniem jako materiał uszorstniający do usuwania śliskości zimowej ubitego śniegu w odniesieniu do „Wytycznych zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, 2006 r.

2 Dokumenty wykorzystane przy opracowaniu Opinii Technicznej

- [D1] Umowa 724/TW/2013 z dn. 04.11.2013 r. (W-2744) dot. „Badania przydatności oraz wydanie opinii technicznej dla mieszanki popiołowo-żuźłowej do zimowego utrzymania dróg”.
- [D2] „Wytyczne zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, Warszawa 2006 r.
- [D3] Wyniki badań IBDiM wg zakresu badań zawarte w sprawozdaniu z badań NR -148/13/TW-2 z dn. 10.12.2013 r. pt. „Wykonanie badań przydatności mieszanki popiołowo-żuźłowej do zimowego utrzymania dróg”, IBDiM – Filia Wrocław.

3 Polskie Normy, Procedury Badawcze, Specyfikacje Techniczne i rozporządzenia wykorzystane w Opinii Technicznej

- [1] PN-EN 933-1:2012 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 1: Oznaczanie składu ziarnowego - Metoda przesiewania
- [2] PN-EN 933-3:2012 Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
- [3] PN-EN 1097-2:2010 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
- [4] PN-EN 1097-3:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
- [5] PN-EN 12457-4:2006 Charakteryzowanie odpadów. Wymywanie. Badanie zgodności w odniesieniu do wymywania ziarnistych materiałów odpadowych i osadów, Część 4: Jednostopniowe badanie porcjowe przy stosunku cieczy do fazy stałej 10 l/kg w przypadku materiałów o wielkości cząstek poniżej 10 mm (bez redukcji lub z redukcją wielkości).
- [6] PN-ISO 8288:2002 Jakość wody - Oznaczanie kobaltu, niklu, miedzi, cynku, kadmu i ołowiu - Metody atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu
- [7] PN-ISO 9964-3:1994 Jakość wody. Oznaczanie sodu i potasu. Oznaczanie sodu i potasu metodą emisyjnej spektrometrii płomieniowej
- [8] PN-ISO 9964-3/Ak:1997 Jakość wody. Oznaczanie sodu i potasu. Oznaczanie sodu i potasu w ściekach metodą emisyjnej spektrometrii płomieniowej
- [9] PN-ISO 10523:2012 Jakość wody – Oznaczanie pH.

- [10] PN-ISO 9297:1994 Jakość wody. Oznaczanie chlorków. Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (Metoda Mohra).
- [11] PN-ISO 9280:2002 Jakość wody. Oznaczanie siarczanów(VI). Metoda grawimetryczna z chlorkiem baru.
- [12] PN-ISO 1233:2000 Jakość wody. Oznaczanie chromu. Metody absorpcyjnej spektrometrii atomowej.
- [13] PN-ISO 11885:2009 Jakość wody – Oznaczanie wybranych pierwiastków metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-OES).
- [14] PN-C-04566:1974 Woda i ścieki. Badania zawartości siarki i jej związków. Oznaczanie niezdysonowanego siarkowodoru
- [15] PB/FCH/4/B:05.03.2012 Chemiczne zapotrzebowanie tlenu - ChZT-Cr Metoda miareczkowa
- [16] PN-78/B-01101 Kruszywa sztuczne. Podział, nazwy i określenia
- [17] PN-G-11010 Górnictwo - Materiały do podszadzki hydraulicznej - Wymagania i badania
- [18] Ogólne Specyfikacje Techniczne D-10.10.01c Zapobieganie powstaniu i likwidacja śliskości zimowej., Branżowy Zakład Doświadczalny Budownictwa Drogowego i Mostowego Sp. z o. o., Warszawa 2007
- [19] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137, poz. 984)
- [20] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. 2009 nr 27 poz. 169)

4 Wyniki badań

Próbkę kruszywa oznaczonego jako mieszanka popiołowo-żuźłowa EkoBeton do badań Zlecający dostarczył do IBDiM-Filii Wrocław w dniu 06.11.2013 r. (z protokołem pobrania próbki bez numeru z dn. 28.10.2013 r.). W IBDiM próbkę oznaczono jako: TW-2/148/2013. Zakres badań kruszywa zawiera tablica 1. Wyniki badań zawiera Sprawozdanie z badań NR – 148/13/TW-2

Tablica 1: Zakres badań mieszanki popiołowo-żuźłowej EkoBeton

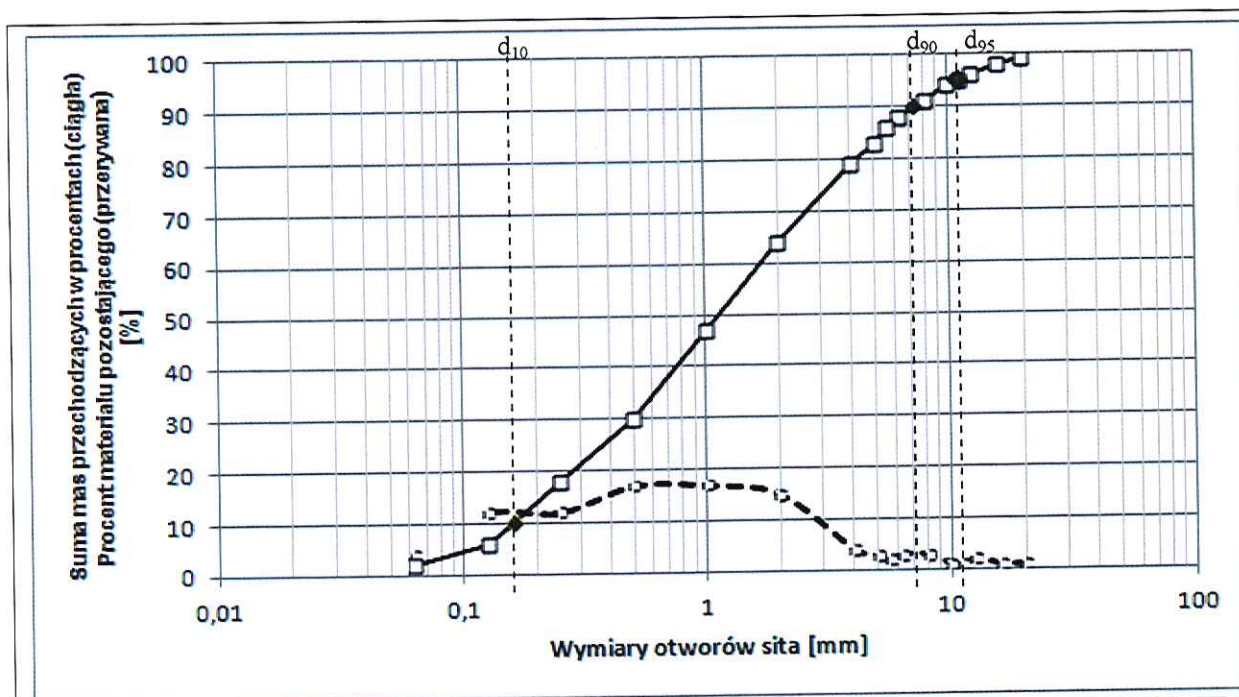
Lp.	Właściwości	Metody badań według
1	Uziarnienie	PN-EN 933-1:2012
2	Kształt ziarn -wskaźnik płaskości	PN-EN 933-3:2012
3	Gęstość nasypowa w stanie luźnym	PN-EN 1097-3:2000
4	Ścieralność w bębnie Los Angeles	PN-EN 1097-2:2010
5	Wartości podstawowych zanieczyszczeń w wyciągu wodnym w zakresie:	Przygotowanie wyciągu wodnego wg 12457-4:2006. Zakres badań wg PN-G-11010. Zgodnie z RMŚ (Dz. U. Nr 137, poz. 984 wraz ze zmianą Dz. U. 2009 nr 27 poz. 169).
	chlorki (Cl)	PN-ISO 9297:1994
	siarczany (SO ₄)	PN-ISO 9280:2002
	sód (Na)	PN-ISO 9964-3:1994, PN-ISO 9964-3/Ak:1997
	potas (K)	PN-ISO 9964-3:1994, PN-ISO 9964-3/Ak:1997
	cynk (Zn)	PN-ISO 8288:2002
	kadm (Cd)	PN-ISO 8288:2002
	miedź (Cu)	PN-ISO 8288:2002
	nikiel (Ni)	PN-ISO 8288:2002
	ołów (Pb)	PN-ISO 8288:2002
	chrom (Cr)	PN-EN 1233:2000
	bar (Ba)	PN-EN ISO 11885:2009
	siarczki (S)	PN-C-04566:1974
	Odczyn pH	PN-EN ISO 10523:2012
	Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT _{Cr})	PB/FCH/4/B:05.03.2012

Tablica 2: Wyniki badania uziarnienia próbki nr TW-2/148/2013 wg PN-EN 933-1:2012

Wymiary otworów sita	Masa materiału pozostającego (R _i)	Procent materiału pozostającego $R_i/M_i \times 100$	Suma mas przechodzących w procentach $100 - (R_i/M_i \times 100)$
[mm]	[g]	[%]	[%]
31,5	-	-	100
20	23,5	1	99
16	22,6	1	98
12,5	43,1	2	96
11,2	31,1	1	95
10	33,8	1	94
8	92,4	3	91
6,3	87	3	88
5,6	53,4	2	86
5	66,9	3	83
4	110,7	4	79
2	397,2	15	64
1	464,2	17	47
0,5	440,2	17	30
0,25	330,4	12	18
0,125	320,1	12	6
0,063	92,8	4	2
< 0,063	41,1	2	-
Suma	2650,5	100	-

Procent pyłów (f) przechodzących przez sito 63 μm = $\frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100 = 1,6 \%$

Pomiary ogólne: Całkowita sucha masa: M₁ = 2650,5 g Sucha masa po przesianiu na mokro: M₂ = 2616,1 g
 Materiał na denku P = 6,7 g R<0,063 = M₁ - M₂ + P = 34,4+6,7 = 41,1 g



Wartości odczytane z wykresu: wartość d₉₅=11,2 mm, d₉₀=7,3 mm, d₁₀=0,16 mm

Rys. 1. Graficzne przedstawienie wyników przesiewania kruszywa wg tablicy 2.

Tablica 3: Właściwości fizyczne i wyniki badań

Właściwość	Norma	Ozn.	Jedn.	Wynik
Gęstość nasypowa w stanie luźnym	PN-EN 1097-3: 2000	ρ_b	Mg/m^3	0,83; 0,85; 0,83 śr.=0,84
Kształt ziarn - wskaźnik płaskości	PN-EN 933-3:2012	FI	%	3
Odporność na rozdrabnianie kruszyw grubych: - frakcja 4-6,3-8 mm	PN-EN 1097-2:2010	LA	%	54

Tablica 4: Właściwości i wyniki badań wartości podstawowych zanieczyszczeń w wyciągu wodnym

Właściwość	Norma	Jedn.	Wynik	Wymagania *)
Chlorki jako (Cl)	PN-ISO 9297:1994	mg/dm^3	9,89	≤ 1000
Siarczany (SO ₄)	PN-ISO 9280:2002	mg/dm^3	32,9	≤ 500
Sód (Na)	PN-ISO 9964-3:1994	mg/dm^3	8,44	≤ 800
Potas (K)	PN-ISO 9964-3/Ak:1997	mg/dm^3	2,06	≤ 80
Cynk (Zn)	PN-ISO 8288:2002	mg/dm^3	< 0,05	≤ 2
Kadm (Cd)	PN-ISO 8288:2002	mg/dm^3	< 0,02	$\leq 0,05$
Miedź (Cu)	PN-ISO 8288:2002	mg/dm^3	< 0,05	$\leq 0,5$
Nikiel (Ni)	PN-ISO 8288:2002	mg/dm^3	< 0,1	$\leq 0,5$
Ołów (Pb)	PN-ISO 8288:2002	mg/dm^3	< 0,2	$\leq 0,5$
Chrom (Cr)	PN-EN 1233:2000	mg/dm^3	< 0,003	$\leq 0,5$
Bar (B)	PN-EN ISO 11885:2009	mg/dm^3	0,077	≤ 2
Siarczki (S)	PN-C-04566:1974	mg/dm^3	< 0,2	$\leq 0,2$
Odczyn pH	PN-EN ISO 10523:2012	mg/dm^3	9,0	od 6,0 do 9
ChZT _{Cr}	PB/FCH/4/B:05.03.2012	$mg O_2/dm^3$	< 10	≤ 125

*) Wymagania wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137, poz. 984 wraz ze zmianą Dz. U. 2009 nr 27 poz. 169) [19, 20]

5 Analiza przedmiotu Opinii Technicznej

Właściwości związane z ochroną środowiska i chemiczne

Kruszywo oznaczone jako mieszanka popiołowo-żuźłowa EkoBeton spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137 poz. 984 wraz ze zmianą Dz. U. 2009 nr 27 poz. 169) [19, 20] w zakresie przeprowadzonych badań wartości zanieczyszczeń podstawowych i określonych dla popiołów w normie PN-93/G-11010 [17] oraz wartości zanieczyszczeń dodatkowych określonych dla baru (Ba) (tablica 4).

Odczyn pH mieszanki popiołowo-żuźłowej EkoBeton jest zasadowy i wynosi 9 (tablica 4), przy bezpośrednim kontakcie nie ulegają korozji powierzchnie rurociągów lub rur:

- stalowych lub ulegają bardzo wolnej korozji przy bardzo wysokim stężeniu jonów wodorowych pH,
- termoplastycznych tworzyw sztucznych,
- aluminiowych.

W związku z tym, że wartość pH mieści się w zakresie 6 ÷ 9 oraz bardzo małą zawartością chlorków i siarczanów (łącznie 42,79 mg/dm^3) w wyciągu wodnym, aluminium w tym zakresie zachowuje stabilność.

Właściwości techniczne

Zgodnie z „Wytycznymi zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, 2006 r. [D2] do uszorstnienia lodu, zlodowaciałego i ubitego śniegu można stosować żużel kotłowy (paleniskowy) wg określeń PN-78/B-01101 [16] jako:

- kruszywo niesortowane o uziarnieniu do 4 mm, wg PN-78/B-01101 [16],
- kruszywo niesortowane o uziarnieniu do 8 mm (zalecane do uszorstnienia ubitego śniegu), wg PN-78/B-01101 [16],

Zgodnie z [D2] kruszywo stosowane do uszorstnienia nawierzchni nie powinno być zbyt łamliwe, nie może zawierać zanieczyszczeń ilastych, gliniastych. Jednorodność uziarnienia kruszywa zapewnia większą równomierność pokrycia drogi podczas posypywania. Duża zmienność wielkości ziaren powoduje nierównomierne posypywanie (różne odległości rozrzutu). Zawartość ziaren drobnych (< 0,075 mm) powinna być minimalna (zaleca się do 3%), ponieważ ziarna te mogą zwiększać możliwość poślizgu. Ziarna nie mogą być spłaszczone i muszą mieć kształt regularny. Materiały uszorstniające powinny wykazywać dostateczną wytrzymałość na mechaniczne ich niszczenie przez ruch (nie mogą ulegać rozdrabnianiu). Nie powinny zawierać zanieczyszczeń mogących wzmagać korozję pojazdów i konstrukcji stalowych.

Badane kruszywo oznaczone jako mieszanka popiołowo-żużlowa EkoBeton wg PN-78/B-01101 [16]:

- należy do grupy C, tj. kruszyw z odpadów przemysłowych nie poddawane dodatkowej obróbce termicznej,
- może być zaklasyfikowane jako mieszanka frakcji drobnych do 4 mm i grubych powyżej 4 mm,
- jest kruszywem lekkim.

Zgodnie z PN-78/B-01101 [16] kruszywo oznaczone jako mieszanka popiołowo-żużlowa pod względem właściwości jakościowych może być klasyfikowane wg wymagań podanych w normach przedmiotowych, w tym przypadku wg „Wytycznych zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, 2006 r. [D2].

W związku z uzyskanymi wynikami (tablica 2), badane kruszywo oznaczone jako mieszanka popiołowo-żużlowa EkoBeton nie spełnia tych wymagań pod względem zawartości nadziarna.

Kruszywo oznaczone przez Zlecającego jako mieszanka popiołowo-żużlowa EkoBeton jest ceramicznym kruszywem sztucznym - porowatym, i lekkim powstałym w temperaturze ponad 1000 °C. W związku z tym, jest kruszywem niewysadzinowym, co w odniesieniu do wymagań dla materiałów uszorstniających do posypywania nawierzchni i chodników, co pozwala stwierdzić, że kruszywo to nie zawiera zanieczyszczeń ilastych i gliniastych.

W tablicy 5 zestawiono uzyskane wyniki badań mieszanki popiołowo-żużłowej EkoBeton wraz z wymaganiami dla materiałów uszorstniających w zimowym utrzymaniu nawierzchni drogowych.

Tablica 5: Właściwości techniczne mieszanki popiołowo-żużlowej EkoBeton i wymagania dla materiałów uszorstniających (kruszywo) do posypywania nawierzchni

Lp.	Właściwość	Jedn.	Wynik	Wymaganie		
1	2	3	4	5		
A Klasyfikacja wg PN-78/B-01101 [16]						
1	Grupa	-	C; tj. kruszywa z odpadów przemysłowych nie poddawane dodatkowej obróbce termicznej	-		
2	Fracje	-	mieszanka	-		
3	Typ	-	lekkie	-		
	- gęstość nasypowa w stanie luźnym	Mg/m ³	0,84			
4	Odmiany, gatunki, klasy	-	-	1)		
B Wytoczne zimowego utrzymania dróg, GDDKiA – IBDiM, 2006 r. [D2]						
Żużel kotłowy (paleniskowy), kruszywo niesortowane wg PN-78/B-01101 [16] o uziarnieniu:			do 4 mm	do 8 mm	do 4 mm	do 8 mm
1	Uziarnienie:	-	-	-	-	-
	- zawartość nadziarna	%	21	9	(0) ^{*)}	(0) ^{*)}
	- zawartość frakcji 1÷4 mm	%	32		-	
	- zawartość ziarn < 0,075 mm	%	< 1,6		(≤5) ^{*)}	(≤8) ^{*)}
2	Kształt ziarn - wskaźnik płaskości	%	3		-	
3	Odporność na rozdrabnianie kruszyw grubych: - frakcja 4-6,3-8 mm	%	54		-	
4	Korozyjność w odniesieniu do konstrukcji aluminiowych i stalowych:	-	-		-	
	- odczyn pH (korozja elektrochemiczna)	pH	9		(6,5 – 9,5) ^{*)}	
	- łączna zawartość chlorków i siarczanów w wyciągu wodnym (korozja wżerowa)	mg/dm ³	42,79		-	
5	Wilgotność	-	stan powietrzno-suchy		-	
1)	W zależności od cech technicznych, kruszywo sztuczne można dzielić na odmiany, gatunki, klasy według wymagań podanych w normach przedmiotowych.					
*) W wymaganiach w nawiasach podano wartości dostosowane do kruszywa oznaczonego jako mieszanka popiołowo-żużłowa EkoBeton dla zastosowania do zimowego utrzymania dróg oraz typowe dla braku korozji lub dla konstrukcji niezabezpieczonych antykorozyjnie.						

6 Treść Opinii Technicznej

Na podstawie przeprowadzonych badań kruszywa oznaczonego jako mieszanka popiołowo-żużłowa EkoBeton [D3] i przedstawionych powyżej ich wyników Instytut Badawczy Dróg i Mostów – Filia Wrocław potwierdza przydatność tego kruszywa jako materiału uszorstniającego do usuwania śliskości zimowej ubitego śniegu wg „Wytocznych zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, 2006 r. [D2, 18].

W zakresie ochrony środowiska i chemicznym:

1. Kruszywo spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz. U. Nr 137 poz. 984) w zakresie badanych wartości zanieczyszczeń podstawowych określonych w normie PN-93/G-11010 dla mieszanin popiołowo-żużłowych oraz innych wartości zanieczyszczeń dodatkowych.
2. Kruszywo nie wpływa istotnie na korozyjność niezabezpieczonych antykorozyjnie konstrukcji stalowych i aluminiowych.

Pod względem technicznym kruszywo jest kruszywem lekkim, ceramicznym (powstającym w temperaturze powyżej 1000 °C). Dlatego też, frakcje drobne i pyłaste jako pozbawione składników glino-podobnych wpływają korzystnie na uszorstnianie oblodzeń i ubitego śniegu. Zawartość nadziarna i zawartość frakcji drobnych determinuje powyżej określony zakres zastosowania. Przy czym należy podkreślić, że kruszywo ma niską zawartość ziarn wydłużonych i płaskich, oraz charakteryzuje się dużą ścieralnością, co w powiązaniu z dużą porowatością frakcji żuźlowych będzie prowadzić do rozkruszania się przede wszystkim frakcji grubych w pierwszej kolejności narażonych na obciążenia od ruchu pieszych i pojazdów samochodowych.

W przypadku dostosowania uziarnienia do wymagań zawartych „Wytycznych zimowego utrzymania dróg”, GDDKiA – IBDiM, 2006 r. [D2, 18] i w tablicy 5 oraz kontroli uziarnienia możliwe będzie stosowanie mieszanki popiołowo-żuźłowej EkoBeton jako materiału uszorstniającego do usuwania śliskości zimowej nawierzchni drogowych.

Specjalista

ADIUNKT

dr inż. Andrzej Duszyński

Kierownik Pracowni

**KIEROWNIK
PRACOWNI BETONÓW I KRUSZYW**

mgr inż. Aneta Pryga-Szulc

Kierownik Filii

**KIEROWNIK OŚRODKA
BADAŃ MOSTÓW, BETONÓW I KRUSZYW**

dr Wiktor Jasiński

