

BADANIE TOKSYKOLOGICZNE WYPEŁNIEŃ GUMOWYCH, STOSOWANYCH NA BOISKACH ZE SZTUCZNĄ TRAWĄ

1. Geneza badań

W związku z doniesieniami medialnymi, wskazującymi na potencjalną szkodliwość tych boisk ze sztuczną trawą, na których zastosowano granulaty gumowy uzyskany z recyklingu opon, ówczesne Ministerstwo Sportu od wielu lat analizowało niniejsze zagadnienie. W pierwszym rządzie zweryfikowano wyniki badań w przedmiotowym zakresie, w szczególności te zrealizowane przez rządy Holandii oraz USA, a także wynik prac Europejskiej Agencji ds. Chemikaliów, będącej wyspecjalizowaną agendą KE.

Analiza powyższych dokumentów nie wykazała istotnego ryzyka związanego z użytkowaniem boisk zbudowanych z użyciem granulatu z recyklingu. Z uwagi jednak zasadę przezorności oraz możliwość wystąpienia pewnych odrębnych specyfik krajowych dotyczących charakterystyki stosowanych w Polsce granulatów, zdecydowano o zleceniu badania 50 boisk pod kątem bezpieczeństwa toksykologicznego ich użytkowania.

2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań była zawartość: kadmu (Cd), ftalanów: di(2-etyloheksylu) (DEHP), dibutyli (DBP), benzylobutyl (BBP), diizobutyli (DIBP) i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA): benzo[a]pirenu (BaP), benzo[e]pirenu (BeP), benzo[a]antracenu (BaA), chryzenu (CHR), benzo[b]fluorantenu (BbF), benzo[j]fluorantenu (BjF), benzo[k]fluorantenu (BkF), dibenzo[a,h]antracenu (DBahA) oraz migracja pierwiastków: glinu (Al), antymonu (Sb), arsenu (As), baru (Ba), boru (B), kadmu (Cd), chromu trójwartościowego (Cr III), chromu sześciwartościowego (Cr VI), kobaltu (Co), miedzi (Cu), ołowiu (Pb), manganu (Mn), rtęci (Hg), niklu (Ni), selenu (Se), strontu (Sr), cyny (Sn), cynku (Zn) i związków cynoorganicznych z próbek granulatów pobranych z nawierzchni 50 boisk ze sztuczną trawą zlokalizowanych na terenie Polski.

Listę boisk ze sztuczną trawą objętych badaniami z uwzględnieniem rodzajów granulatów podano w poniższej tabeli.

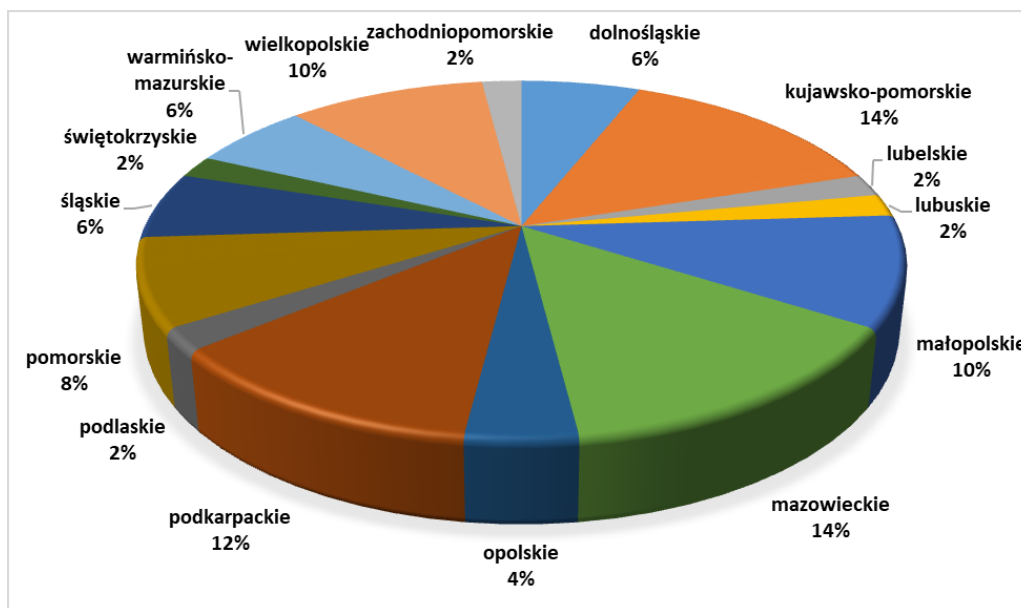
Lp.	Województwo	Nazwa boiska	Lokalizacja boiska	Rodzaj granulatu
1.	dolnośląskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 10 z Oddziałem Sportowy w Bielawie, ul. Gen. G. Roweckiego 6	SBR z recyklingu
2.	dolnośląskie	boisko SCSE	Strzelińskie Centrum Sportowo-Edukacyjne w Strzelinie, ul. gen. L. Okulickiego 10	SBR
3.	dolnośląskie	MOJE BOISKO ORLIK 2012	Hala Sportowa przy Szkole Podstawowej nr 3 w Złotoryi, ul. Bolesława Krzywoustego	SBR pierwotny
4.	kujawsko-pomorskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 66 im. Misji Pokojowych ONZ w Bydgoszczy, ul. Filedorfa Nila 3	SBR „GUM PRO”
5.	pomorskie	Boisko Orlik	Rumia, ul. Świętopełka 24	SBR
6.	kujawsko-pomorskie	Boisko Orlik Wielka Łąka	Kowalewo Pomorskie	SBR
7.	kujawsko-pomorskie	Boisko Orlik – Stadion Centralny	Grudziądz, ul. Piłsudskiego 14	SBR z recyklingu
8.	kujawsko-pomorskie	Boisko „Orlik”	Szkoła Podstawowa nr 1 w Gniewkowie, ul. Toruńska 40	SBR z recyklingu
9.	kujawsko-pomorskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa SP nr 2 w Nowem, ul. Myśliwska 2B	EPDM
10.	kujawsko-pomorskie	BOISKO „ORLIK 2012”	Toruń, ul. Rydygiera 1-7	SBR
11.	kujawsko-pomorskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. Fryderyka Chopina w Turznie, ul. Parkowa 4	SBR z recyklingu opon i gumy TRIO MAS
12.	lubelskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 4 w Biłgoraju, ul. Polna 3	SBR z recyklingu opon i gumy
13.	lubuskie	boisko wielofunkcyjne OSIR	Świebodzin, Park Chopina 1	SBR z recyklingu opon samochodowych

Lp.	Województwo	Nazwa boiska	Lokalizacja boiska	Rodzaj granulatu
14.	mazowieckie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa w Łazach, ul. ks. H. Słojewskiego 1	SBR z recyklingu (Orzeł S.A.)
15.	mazowieckie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa w Lesznowoli, ul. Szkolna 6	SBR z recyklingu (Orzeł S.A.)
16.	małopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 1 w Miechowie, ul. M. Konopnickiej 13	SBR
17.	małopolskie	Boisko Orlik	Bukowno, ul. Spacerowa 1	SBR z recyklingu
18.	małopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 5 im. Orła Białego w Oświęcimiu, ul. Kalicińskiego 5	SBR z recyklingu
19.	małopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. J. Korczaka w Kowalowej, Kowalowa 10	SBR z recyklingu
20.	małopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. B. Czecha w Pleśnej, Pleśna 228	SBR
21.	mazowieckie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa w Mrokwie, ul. M. Świątkiewicz 2a	SBR z recyklingu (ORZEŁ S.A.)
22.	mazowieckie	boisko OSiR	Bemowski Ośrodek Piłki Nożnej w Warszawie, ul. Obrońców Tobruku 11	SBR z recyklingu
23.	mazowieckie	boisko MCER	Mareckie Centrum Edukacyjno-Rekreacyjne w Markach, ul. Wspólna 40	EPDM z recyklingu
24.	opolskie	MOJE BOISKO ORLIK 2012	Obiekt Sportowy MOJE BOISKO ORLIK 2012 w Kędzierzynie-Koźlu, Al. Partyzantów	EPDM
25.	opolskie	boisko OSiR	Ośrodek Kultury i Sportu w Prószkowie, ul. Sportowa 3	SBR z recyklingu opon samochodowych
26.	podkarpackie	boisko MOSiR	MOSiR w Dębicy, ul. Kraszewskiego	SBR
27.	podkarpackie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 4 im. Stefana Żeromskiego w Jarosławiu, ul. Żeromskiego 4	SBR INFILL 1-3 mm Orzeł

Lp.	Województwo	Nazwa boiska	Lokalizacja boiska	Rodzaj granulatu
28.	podkarpackie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. Sług Bożych Rodziny Ulmów w Markowej, Markowa 1351	SBR z recyklingu
29.	mazowieckie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa i m. Kawalerów Orderu Uśmiechu w Żabiej Woli, ul. Mazowiecka 1	EPDM
30.	podkarpackie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 1 im. gen. Bronisława Prugara - Ketlinga w Sanoku, Aleja Szwajcarii 5	SBR z recyklingu
31.	podkarpackie	boisko szkolne	Publiczna Szkoła Podstawowa z Oddziałami Integracyjnymi im. Mikołaja Kopernika w Stalowej Woli, ul. gen. Leopolda Okulickiego 14	SBR z recyklingu
32.	podlaskie	Boisko ORLIK	Choroszcz, ul. Żółtkowska 1	SBR
33.	pomorskie	Boisko ORLIK	Żukowo ul. Ksiąząt Pomorskich	EPDM z recyklingu
34.	pomorskie	boisko OSiR	Stadion Gryf w Słupsku ul. Zielona 9	SBR
35.	pomorskie	boisko wielofunkcyjne MOSiR	MOSiR w Rumi, ul. Bukowa	SBR (Charles Lawrence Ltd.)
36.	śląskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. Tadeusza Kościuszki w Żarkach, ul. Myszkowska 50	SBR
37.	podkarpackie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 4 im. ks. Zdzisława Jastrzębiec - Peszkowskiego w Sanoku, ul. Sadowa 12	SBR/EPDM
38.	śląskie	boisko MOSiR	MOSiR w Radzionkowie, ul. Księżogórska 90	SBR z recyklingu
39.	śląskie	boisko szkolne	Zespół Szkół w Łękawicy, ul. Sportowa 5	SBR z recyklingu (Orzeł S.A.)
40.	świętokrzyskie	boisko MOSiR	MOSiR w Kielcach, ul. Ściegiennego 8	EPDM z recyklingu
41.	warmińsko - mazurskie	boisko szkolne	Zespół Szkół Sportowych w Ełku, ul. Suwalska 15	SBR

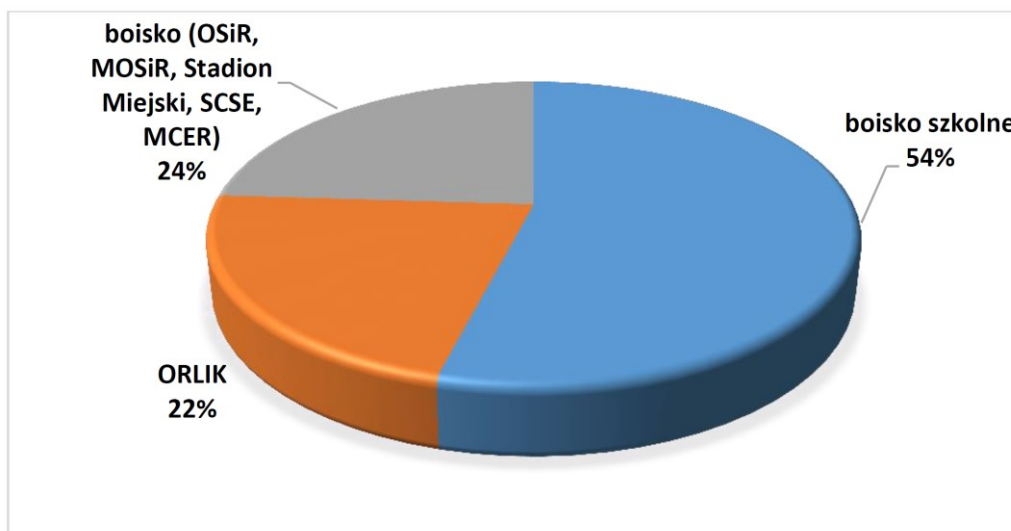
Lp.	Województwo	Nazwa boiska	Lokalizacja boiska	Rodzaj granulatu
42.	warmińsko - mazurskie	boisko - Stadion Miejski	Stadion Miejski w Iławie, ul. Sienkiewicza 1	EPDM VIRGIN 0,5-2,5 mm szary pierwotny
43.	warmińsko - mazurskie	boisko szkolne	Zespół Szkół im. Marii Curie Skłodowskiej w Kętrzynie, ul. Wojska Polskiego 12	SBR
44.	wielkopolskie	MOJE BOISKO ORLIK 2012	Obiekt Sportowy MOJE BOISKO ORLIK 2012 w Kaliszu, ul. Graniczna 56-58	SBR z recyklingu
45.	wielkopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa im. Władysława Umińskiego w Przedczu, ul. Szkolna 5	SBR z recyklingu
46.	wielkopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 6 im. Macieja Rataja w Ostrowie Wielkopolskim, ul. Staroprzygodzka 112	EPDM INFILL GRANULE/UNIRIBBER
47.	wielkopolskie	boisko OSiR	OSiR w Pobiedziskach, Pomarzanowice	SBR z recyklingu
48.	wielkopolskie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 1 im. Tytusa i Jana Działyńskich w Plewiskach, ul. Szkolna 64	SBR z recyklingu
49.	mazowieckie	boisko szkolne	Szkoła Podstawowa nr 1 im. Jana Dobrogosta Krasińskiego w Węgrowie, ul. K. Szamoty 35	SBR z recyklingu
50.	zachodniopomorskie	boisko szkolne	Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Krzywoustego w Kamieniu Pomorskim	WINNER 60/140 SBR oraz TRIOFILL SBR INFILL z recyklingu opon

Boiska objęte badaniem znajdowały się w 16 województwach. Udziały procentowe liczby boisk z poszczególnych województw w ogólnej liczbie badanych próbek granulatów przedstawiono na rys. 1.



Rys 1. Udziały procentowe liczby boisk z poszczególnych województw w ogólnej liczbie badanych próbek granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą

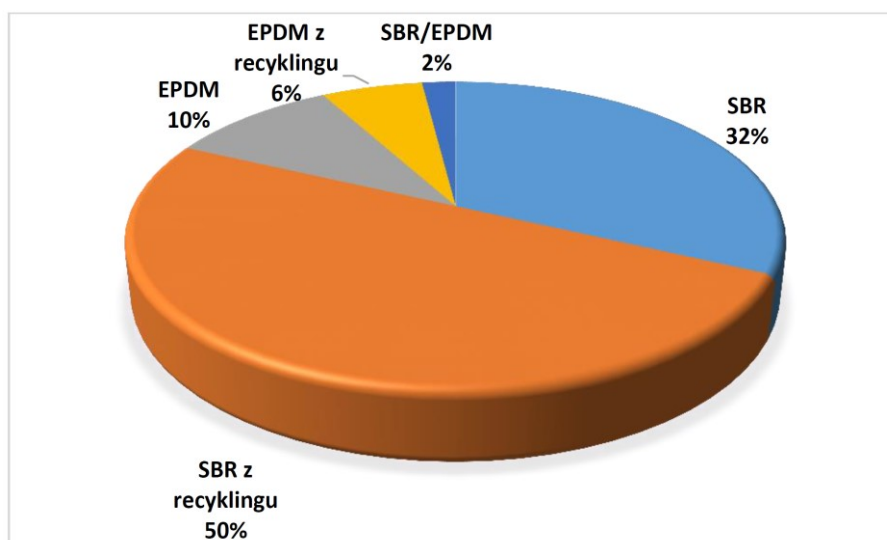
Granulaty pobrano z boisk szkolnych, Orlików i innych (OSiR, MOSiR, Stadion Miejski, SCSE, MCER) ze sztuczną trawą. Udziały procentowe liczby poszczególnych rodzajów boisk w ogólnej liczbie badanych próbek granulatów przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Udziały procentowe liczby poszczególnych rodzajów boisk w ogólnej liczbie badanych próbek granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą

Badania przeprowadzono dla granulatów: SBR, SBR z recyklingu, SBR/EPDM, EPDM, EPDM z recyklingu. Udziały procentowe liczby próbek poszczególnych rodzajów

granulatów w ogólnej liczbie badanych próbek granulatów z boisk ze sztuczną trawą przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Udziały procentowe liczby próbek poszczególnych rodzajów granulatów w ogólnej liczbie badanych granulatów z boisk ze sztuczną trawą

3. Cel badań

Celem badań była ocena 50 próbek granulatów stanowiących wypełnienie nawierzchni boisk ze sztuczną trawą w zakresie wymagań dotyczących zawartości kadmu (Cd), ftalanów: DEHP, DBP, BBP, DIBP oraz migracji pierwiastków: Al, Sb, As, Ba, B, Cd), Cr III, Cr VI, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, Sr, Sn, Zn) i związków cynoorganicznych, jak również określenie zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA): BaP, BeP, BaA, CHR, BbF, BjF, BkF, DBaH_A.

4. Zakres badań

Zakres badań przeprowadzonych dla próbek granulatu obejmował oznaczenie:

- zawartości kadmu (Cd) metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES),
- zawartości ftalanów: di(2-etyloheksylu) (DEHP), dibutyłu (DBP), benzylobutyłu (BBP), diizobutyłu (DIBP) metodą chromatografii gazowej z detekcją spektrometrią mas (GC-MS),

- zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA): benzo[a]pirenu (BaP), benzo[e]pirenu (BeP), benzo[a]antracenu (BaA), chryzenu (CHR), benzo[b]fluorantenu (BbF), benzo[j]fluorantenu (BjF), benzo[k]fluorantenu (BkF), dibenzo[a,h]antracenu (DBahA), metodą chromatografii gazowej z tandemową spektrometrią mas (GC-MS/MS),
- migracji pierwiastków: glinu (Al), antymonu (Sb), arsenu (As), baru (Ba), boru (B), kadmu (Cd), chromu trójwartościowego (Cr III), chromu sześciowartościowego (Cr VI), kobaltu (Co), miedzi (Cu), ołowiu (Pb), manganu (Mn), rtęci (Hg), niklu (Ni), seleniu (Se), strontu (Sr), cyny (Sn), cynku (Zn) oraz związków cynoorganicznych metodami: spektrometrii mas, z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS) i wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas, z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (HPLC-ICP-MS).

5. Wartości dopuszczalne

Do oceny wyników badań granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą przyjęto wartości dopuszczalne podane dla:

- zawartości kadmu (Cd) w pkt. 23 Załącznika XVII do Rozporządzenia REACH,
- zawartości ftalanów w pkt. 51 ww. załącznika do Rozporządzenia REACH,
- migracji pierwiastków i związków cynoorganicznych w normie PN-EN 71-3:2019-07.

Zestawienie wartości dopuszczalnych przyjętych do oceny wyników badań granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną podano w tabeli poniżej.

Lp.	Nazwa substancji chemicznej	Wartości dopuszczalne zawartości [%wag]	Wartości dopuszczalne migracji [mg/kg]
1.	kadm (Cd)	0,01	-
2.	di(2-etyloheksyl) (DEHP)	0,1 Σ DEHP, DBP, BBP, DIBP	-
3.	dibutyl (DBP)		-
4.	benzylobutyl (BBP)		-
5.	diizobutyl (DIBP)		-
6.	glin (Al)		-
7.	antymon (Sb)	-	560
8.	arsen (As)	-	47
9.	bar (Ba)	-	18 750
10.	bor (B)	-	15 000
11.	kadm (Cd)	-	17

Lp.	Nazwa substancji chemicznej	Wartości dopuszczalne zawartości [%wag]	Wartości dopuszczalne migracji [mg/kg]
12.	chrom trójwartościowy (Cr III)	-	460
13.	chrom sześciwartościowy (Cr VI)	-	0,053
14.	kobalt (Co)	-	130
15.	miedź (Cu)	-	7 700
16.	ołów (Pb)	-	23
17.	mangan (Mn)	-	15 000
18.	rtęć (Hg)	-	94
19.	nikiel (Ni)	-	930
20.	selen (Se)	-	460
21.	stront (Sr)	-	56 000
22.	cyna (Sn)	-	180 000
23.	cynk (Zn)	-	46 000
24.	związki cynoorganiczne	-	12

Tabela 2. Wartości dopuszczalne zawartości kadmu (Cd) i ftalanów oraz migracji pierwiastków i związków cynoorganicznych dla granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą [źródło: Rozporządzenie REACH, PN-EN 71-3]

W przypadku zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w próbkach granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą, interpretacja wyników jest znacznie bardziej złożona, co ma swoje źródło m. in. w niejednoznaczności przepisów. Obecne stężenie graniczne obowiązujące w odniesieniu do powszechnej sprzedaży ustalane jest na poziomie 100 mg/kg w przypadku dwóch WWA (BaP i DBaH_a) oraz 1000 mg/kg w przypadku pozostałych sześciu WWA (BeP, BaA, CHR, BbFA, BjFA, BkFA). Wynika to z faktu uznawania granulatów do wypełniania boisk za tzw. mieszaniny. Takie podejście ze strony KE należy uznać za dyskusyjne i nie zapewniające bezpieczeństwa w przypadku gdy użytkownicy boisk wchodzi w intensywną interakcję z granulem, co ma miejsce w trakcie aktywności sportowej na boisku. Z uwagi na fakt, że aktualnie finalizowane są prace legislacyjne w ramach KE, których celem jest radykalne zaostrzenie limitów WWA dla granulatów do poziomu 20mg/kg (łącznie limit dla 8 WWA), resort sportu uznaje tą wartość za referencyjną i tak interpretowało otrzymane od wykonawcy wyniki badań.

6. Analiza wyników badań próbek granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą

Analiza wyników badań wykazała, że zawartość kadmu (Cd) i ftalanów: di(2-etyloheksylu) (DEHP), dibutyłu (DBP), benzylobutyl (BBP), diizobutyłu (DIBP) oraz migracja pierwiastków: glinu (Al), antymonu (Sb), arsenu (As), baru (Ba), boru (B), kadmu (Cd), chromu trójwartościowego (Cr III), chromu sześciwartościowego (Cr VI), kobaltu (Co), miedzi (Cu), ołowiu (Pb), manganu (Mn), rtęci (Hg), niklu (Ni), selenu (Se), strontu (Sr), cyny (Sn), cynku (Zn) i związków cynoorganicznych dla 50 badanych próbek granulatów z nawierzchni boisk ze sztuczną trawą nie przekraczała wartości dopuszczalnych podanej w pkt. 5 niniejszej informacji.

Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w większości próbek badanych granulatów (88%) wynosiła poniżej 0,1 mg/kg.

W kilku próbkach granulatów: SBR oraz SBR z recyklingu stwierdzono zawartość chryzenu (CHR) wynoszącą od 7,6 do 11,2 mg/kg, oraz benzo[b]fluorantenu (BbF) wynoszącą od 3,1 do 4,8 mg/kg.

Należy jednak podkreślić, że dla żadnego z boisk nie przekroczono przyszłych limitów, które prawdopodobnie zostaną zastrzone do poziomu 20mg/kg, łącznie dla wszystkich 8 WWA ujętych w REACH).

7. Ocena wyników badań próbek granulatów z boisk ze sztuczną trawą w świetle wartości dopuszczalnych

Na podstawie analizy wyników badań można stwierdzić, że wszystkie zbadane próbki granulatów z 50 boisk ze sztuczną trawą spełniły wymagania:

- Rozporządzenia REACH dotyczące zawartości kadmu (Cd) i ftalanów: di(2-etyloheksylu) (DEHP), dibutyłu (DBP), benzylobutyl (BBP), diizobutyłu (DIBP), jak również w zakresie 8 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA),
- normy PN-EN 71-3:2019-07, dotyczące migracji pierwiastków: glinu (Al), antymonu (Sb), arsenu (As), baru (Ba), boru (B), kadmu (Cd), chromu trójwartościowego (Cr III), chromu sześciwartościowego (Cr VI), kobaltu (Co), miedzi (Cu), ołowiu (Pb),

manganu (Mn), rtęci (Hg), niklu (Ni), selenu (Se), strontu (Sr), cyny (Sn), cynku (Zn) oraz związków cynoorganicznych.

8. Literatura

1. PN-EN 71-3 (2019): PN-EN 71-3:2019-07 *Bezpieczeństwo zabawek. Część 3: Migracja określonych pierwiastków.*
2. Rozporządzenie REACH (2006): *Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH), utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE, Dz.U. L 396 z 30/12/2006, str. 1-794 z późn. zm.*