

Requirements for the content of harmful substances in market products of plastics and rubber. Part III. Electrical and electronic equipment, batteries and accumulators

Dorota Kolasa^{1), *} (ORCID ID: 0000-0002-0224-9809), Jakub Lach¹⁾ (0000-0002-3542-7544), Kamil Wróbel¹⁾ (0000-0002-6356-0780), Katarzyna Samsonowska²⁾ (0000-0002-4381-2223), Alicja Kaszuba²⁾, Aneta Stępkowska³⁾ (0000-0003-4562-520X), Justyna Wróbel³⁾ (0000-0001-7927-7966)

DOI: <https://doi.org/10.14314/polimery.2023.1.5>

Abstract: The article is a continuation of the existing legal acts review on the safety of products placed on the European Union market. The review, in part III concerning the provisions on the control of harmful substances in electrical and electronic equipment as well as batteries and accumulators, covers both EU legal acts and national acts transposing EU regulations into Polish law in this regard.

Keywords: market products, EEE equipment, batteries and accumulators, product safety, harmful substances, legal acts.

Wymagania dotyczące zawartości substancji szkodliwych w wyrobach rynkowych z tworzyw sztucznych i gumy. Cz. III. Sprzęt elektryczny i elektroniczny, baterie i akumulatory

Streszczenie: Artykuł jest kontynuacją przeglądu obowiązujących aktów prawnych dotyczących bezpieczeństwa produktów wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej. Przegląd, w części III dotyczący przepisów w zakresie kontroli substancji szkodliwych w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym oraz bateriach i akumulatorach, obejmuje zarówno akty prawne UE, jak i akty krajowe transponujące przepisy unijne do prawa polskiego w tym zakresie.

Słowa kluczowe: wyroby rynkowe, sprzęt SEE, baterie i akumulatory, bezpieczeństwo produktów, substancje szkodliwe, akty prawne.

All products placed on the European Union market must meet safety requirements, both in terms of protecting the health and safety of consumers, and – in relation to the waste generated – from the environmental protection point of view. General provisions in this regard (Directive 2001/95/EC – GPS, *General Product Safety* [1], implemented into the Polish legal order by the Act on general product safety [2]), as well as detailed regulations in the field of sectoral legislation (regarding a given group of products), specify the safety requirements of products intended for consumers and set out the obligations of business entities (producers and distributors) related to the marketing of safe products that do not pose a threat to human health and life. The applicable regulations on environmental protection, including waste

Wszystkie produkty wprowadzane na rynek Unii Europejskiej muszą spełniać wymogi bezpieczeństwa, zarówno w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa konsumentów, jak i – w odniesieniu do wytwarzanych odpadów – z punktu widzenia ochrony środowiska. Przepisy ogólne w tym zakresie (dyrektywa 2001/95/WE – GPS, *ang. General Product Safety* [1], implementowana do polskiego porządku prawnego ustawą o ogólnym bezpieczeństwie produktów [2]), a także szczegółowe regulacje z zakresu legislacji sektorowej (dotyczące danej grupy produktów), określają wymagania bezpieczeństwa produktów przeznaczonych dla konsumentów oraz ustalają obowiązki podmiotów gospodarczych (producentów i dystrybutorów) związane z wprowadzaniem do obrotu produktów bezpiecznych, niestwarzają-

¹⁾ Łukasiewicz Research Network – Industrial Chemistry Institute, ul. Rydygiera 8, 01-793 Warsaw, Poland.

²⁾ Łukasiewicz Research Network – Lodz Institute of Technology, Laboratory of Materials and Consumer Packaging Testing, ul. Konstancińska 11, 02-942 Warsaw, Poland.

³⁾ Łukasiewicz Research Network – Institute of Engineering of Polymer Materials and Dyes, ul. Maria Skłodowska-Curie 55, 87-100 Toruń, Poland.

^{*} Author for correspondence: dorota.kolasa@ichp.lukasiewicz.gov.pl

management [3, 4], assume the complete elimination or reduction of the negative impact of products (at their production stage, during and after their use) on human life and health and on the environment, *e.g.* by taking action to reduce the content of hazardous substances in products. The subject of the regulation is, *inter alia*, the content of harmful substances classified [5] as carcinogenic, mutagenic, reprotoxic (CMR) or fragrances that may cause allergies.

Among the provisions in the field of sectoral legislation, relating to specific groups of products subject to specific safety requirements, there are legal acts concerning, among others, products such as packaging (including materials and articles intended to come into contact with food), toys, electrical and electronic equipment, batteries and accumulators, vehicles and their accessories. Legal regulations concerning the control of harmful substances in plastic packaging and rubber products, in particular intended for contact with food, are the subject of our earlier publications [6, 7]. This article is a continuation of the applicable safety regulations review for products made (or containing elements) of plastics and rubber placed on the European Union market and applies to electrical and electronic equipment as well as batteries and accumulators.

Plastics used in electrical and electronic devices have a significant quantitative share and not only play the role of very good construction materials, but also have the required properties that meet the specific requirements of the function they are to perform in a given device [8]. The dynamic development of the electronics and electrical industry is accompanied by an increase in the plastics consumption and the introduction of new or modified plastics with increasingly better quality parameters. Most plastics used in electronics are engineering thermoplastics, such as polycarbonate (PC), acrylonitrile-butadiene-styrene terpolymer (ABS), poly(butylene terephthalate) (PBT), poly(ethylene terephthalate) (PET), poly(phenylene oxide) (PPO), also known as poly(phenylene ether) (PPE), polyamide (PA), as well as high impact polystyrene (HIPS) and polypropylene (PP). In order to obtain strictly defined functional properties, modified plastics (containing various types of additives: flame retardants, antistatics, stabilizers, fillers such as chalk, talc, fiberglass, *etc.*) or composite materials are used [8]. In the case of batteries and accumulators, plastics are mainly the material of housing and construction elements [usually polyethylene (PE), PP, ABS, PC, poly(vinyl chloride) (PVC), styrene-acrylonitrile copolymer (SAN)] and separators [9–11]. A separator is an element of an electrochemical cell that is inactive in electrode reactions (made of a porous material that ensures proper diffusion of the electrolyte), whose main task is to separate the electrodes from each other in order to prevent their mechanical contact and short circuit. It also acts as a barrier protecting against unwanted movement of the active substance, additionally it mechanically supports the active mass of the electrodes [9]. Polymer sepa-

cych zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi. Obowiązujące przepisy dotyczące ochrony środowiska, w tym gospodarki odpadami [3, 4] zakładają całkowite wyeliminowanie lub ograniczenie negatywnego wpływu produktów (na etapie ich wytwarzania, w trakcie i po ich użyciu) na życie i zdrowie człowieka oraz na środowisko, np. poprzez podejmowanie działań na rzecz ograniczania zawartości substancji niebezpiecznych w produktach. Przedmiotem regulacji jest m.in. zawartość substancji szkodliwych klasyfikowanych [5] jako rakotwórcze, mutagenne, reprotoksyczne (*ang.* CMR – *carcinogenic, mutagenic, reprotoxic*) czy substancji zapachowych mogących powodować alergie.

Wśród przepisów z zakresu legislacji sektorowej, odnoszących się do określonych grup produktów podlegających szczególnym wymogom bezpieczeństwa, znajdują się akty prawne dotyczące m.in. produktów takich jak opakowania (w tym materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością), zabawki, sprzęt elektryczny i elektroniczny, baterie i akumulatory, pojazdy i ich wyposażenie. Regulacje prawne dotyczące kontroli substancji szkodliwych w opakowaniach z tworzyw sztucznych i wyrobach gumowych, w szczególności przeznaczonych do kontaktu z żywnością, są przedmiotem naszych wcześniejszych publikacji [6, 7]. Artykuł jest kontynuacją przeglądu obowiązujących przepisów bezpieczeństwa dotyczących wyrobów wykonanych (lub zawierających elementy) z tworzyw sztucznych i gumy wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej i dotyczy sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz baterii i akumulatorów.

Tworzywa sztuczne stosowane w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych mają znaczny udział ilościowy i nie tylko pełnią rolę bardzo dobrych materiałów konstrukcyjnych, ale także posiadają specyficzne właściwości spełniające określone wymagania funkcji, jaką mają pełnić w danym urządzeniu [8]. Dynamicznemu rozwojowi branży elektronicznej i elektrycznej towarzyszy wzrost zużycia tworzyw sztucznych oraz wprowadzanie nowych lub modyfikowanych tworzyw o coraz lepszych parametrach jakościowych. Większość tworzyw sztucznych stosowanych w elektronice to inżynierskie tworzywa termoplastyczne, takie jak: poliwęglan (PC), terpolimer akrylonitryl-butadien-styren (ABS), poli(tereftalan butylenu) (PBT), poli(tereftalan etylenu) (PET), poli(tlenek fenylenu) (PPO), znany również jako poli(eter fenylenu) (PPE), poliamid (PA) oraz polistyren wysokoudarowy (HIPS) i polipropylen (PP). W celu uzyskania ściśle określonych właściwości użytkowych stosuje się tworzywa modyfikowane (zawierające różnego rodzaju dodatki: uniepalniacze, antystatyki, stabilizatory, napełniacze typu kreda, talk, włókno szklane itp.) lub materiały kompozytowe [8]. W przypadku baterii i akumulatorów tworzywa sztuczne są głównie materiałem obudowy i elementów konstrukcyjnych [najczęściej polietylen (PE), PP, ABS, PC, poli(chlorek winylu) (PVC), kopolimer styren-akrylonitryl (SAN)] oraz separatorów [9–11]. Separator

rators used in chemical power sources (batteries, accumulators) are usually made of one type of polymer (e.g. PE, PP, PVC, PA, cellulose) or are a mixture of different polymers (polymer blend). Sometimes they also contain modifying inorganic or organic additives [10–12]. A separate group among batteries and accumulators (especially in the area of lithium cells) are cells with solid electrolyte, including polymer matrix. The classes of solid polymer electrolytes include: solvent-free polymer electrolytes, gel polymer electrolytes (GPE) with a liquid electrolyte (solvent, lithium salt) immobilized in a polymer matrix [e.g. poly(ethylene oxide) (PEO), polyacrylonitrile (PAN), poly(methyl methacrylate) (PMMA) or poly(vinylidene fluoride) (PVDF)] and composites with ceramic materials dispersed in polymer matrices [10, 13, 14]. The use of a solid polymer electrolyte in a reversible lithium-ion cell (instead of a liquid electrolyte) allows for a significant reduction in the final size of the battery and eliminates the problem of possible electrolyte leakage [9, 15–17]. The advantage of introducing a polymer (which also acts as a separator) is also relatively high flexibility in designing the shapes and sizes of cells and matching them to devices. It expands the design possibilities related to the final shape of the battery, enabling consumer electronics manufacturers to create thin and flexible cells that fit into small portable devices. Lithium-polymer batteries now power many everyday electronic devices. They are used in many mobile devices, such as: mobile phones, portable computers, digital cameras, portable medical devices, remote-controlled models or drones, as well as power banks, MP3/MP4 audio players, multimedia players, portable GPS navigation devices and others [15–17]. Currently, a major challenge is the construction and adaptation of the current lithium-polymer batteries to power electric and hybrid vehicles [15, 17, 18].

Rubber is used as a construction material for many moving parts of machines and industrial equipment, where flexibility, tightness and resistance to friction are required [19]. In addition to the basic rubber raw material, the other components of the rubber compound are, as in the case of plastics, various types of additives, such as: flame retardants, anti-aging agents (antioxidants, anti-ozonants, UV stabilizers), plasticizers, foaming agents, fillers, coloring agents. Rubber seals (sealing rings, rubber profiles) made of appropriate rubber mixtures, which give the finished elements appropriate flexibility, degree of hardness and resistance to high temperature, as well as adverse effects of chemical substances or various weather conditions, are an important element in the construction of many machines, devices and tools used in various industries. Rubber elements in electrical and electronic equipment are made, for example, of acrylonitrile butadiene rubber (NBR), natural (NR) or synthetic (IR) isoprene rubber, styrene butadiene rubber (SBR), ethylene-propylene-diene terpolymer (EPDM), fluorine rubber (FKM/FPM), isobutylene-isoprene rubber (IIR), as well as various mixtures based on silicone rubber (MQ,

to nieaktywny w reakcjach elektrodowych element ogniwa elektrochemicznego (wykonany z porowatego materiału zapewniającego odpowiednią dyfuzję elektrolitu), którego głównym zadaniem jest oddzielenie od siebie elektrod w celu zapobieżenia ich mechanicznemu zetknięciu i zwarcia. Działa również jako bariera chroniąca przed niepożądanym przemieszczaniem się substancji aktywnej, dodatkowo podtrzymuje mechanicznie masę aktywną elektrod [9]. Stosowane w chemicznych źródłach prądu (bateriach, akumulatorach) separatory polimerowe są najczęściej wykonane z jednego rodzaju polimeru (np. PE, PP, PVC, PA, celulozy) lub stanowią mieszaninę różnych polimerów (blenda polimerowa). Niekiedy zawierają również modyfikujące dodatki nieorganiczne lub organiczne [10–12]. Osobną grupę wśród baterii i akumulatorów (zwłaszcza w obszarze ogniw litowych) stanowią ogniwa ze stałym elektrolitem, w tym z matrycą polimerową. Klasy stałych elektrolitów polimerowych obejmują: bezrozpuszczalnikowe elektrolity polimerowe, elektrolity żelowe GPE (*ang. gel polymer electrolyte*) z ciekłym elektrolitem (rozpuszczalnik, sól litu) unieruchomionym w matrycy polimerowej [np. poli(tlenku etylenu) (PEO), poliakrylonitrylu (PAN), poli(metakrylanie metylu) (PMMA) czy poli(fluorku winylidenu) (PVDF)] oraz kompozyty z materiałami ceramicznymi rozproszonymi w matrycach polimerowych [10, 13, 14]. Zastosowanie stałego elektrolitu polimerowego w ogniwie odwracalnym litowo-jonowym (zamiast elektrolitu ciekłego) pozwala na znaczne zmniejszenie ostatecznych rozmiarów akumulatora i eliminuje problem ewentualnego wycieku elektrolitu [9, 15–17]. Zaletą wprowadzenia polimeru (pełniącego jednocześnie funkcję separatora) jest również stosunkowo duża elastyczność w projektowaniu kształtów i rozmiarów ogniw oraz dopasowywaniu ich do urządzeń. Rozszerza możliwości projektowe producentom elektroniki użytkowej tworzenie cienkich i elastycznych ogniw, mieszczących się w niewielkich urządzeniach przenośnych. Baterie litowo-polimerowe zasilają obecnie wiele urządzeń elektronicznych codziennego użytku. Znajdują zastosowanie w wielu urządzeniach mobilnych, takich jak: telefony komórkowe, komputery przenośne, cyfrowe aparaty fotograficzne, przenośne urządzenia medyczne, modele zdalnie sterowane czy drony, a także powerbanki, odtwarzacze audio MP3/MP4, odtwarzacze multimedialne, przenośne urządzenia do nawigacji GPS i inne [15–17]. Obecnie dużym wyzwaniem jest konstrukcja i przystosowanie obecnych akumulatorów litowo-polimerowych do zasilania pojazdów elektrycznych i hybrydowych [15, 17, 18].

Guma stosowana jest jako materiał konstrukcyjny wielu ruchomych części maszyn i urządzeń przemysłowych, gdzie wymagana jest elastyczność, szczelność i odporność na tarcie [19]. Oprócz podstawowego surowca kauczukowego, pozostałymi składnikami mieszanki gumowej są, podobnie jak w przypadku tworzyw sztucznych, różnego rodzaju dodatki, takie jak:

VMQ, PMQ, PVMQ) [19–23]. Rubber products, *incl.* made of silicone rubber or EPDM, with increased resistance to temperature and aging under the influence of various external factors, such as sunlight, humidity (snow, rain) and ozone, are used, among others, as high-temperature gaskets (*e.g.* for oven and stove doors), as well as hoses in coffee machines, gaskets for steam cookers, small household appliances, electrical connections, protection and insulation of cables and electric coils, gaskets in electronic devices, such as ATMs, vending machines. In the case of batteries and accumulators, not only sealing elements are made of rubber, but also separators in the case of some chemical power sources [10–12]. In addition, in the field of lithium battery technology, solutions are also known in which rubber materials are used as solid electrolytes (*e.g.* NBR-based electrolyte [24]), or as binders of electroactive electrode materials [*e.g.* SBR [25] or hydrogenated acrylonitrile butadiene rubber (HNBR) [26] as electrode binders in lithium-ion batteries].

REQUIREMENTS CONCERNING THE CONTENT OF HARMFUL SUBSTANCES

Electrical and electronic equipment

According to the definition [27], ‘electrical and electronic equipment’ or ‘EEE’ means equipment which is dependent on electric currents or electromagnetic fields in order to work properly and equipment for the generation, transfer and measurement of such currents and fields and designed for use with a voltage rating not exceeding 1 000 volts for alternating current and 1 500 volts for direct current.

Electrical and electronic equipment, in accordance with Directive 2012/19/EU [28], which regulates issues related to the management of waste electrical and electronic equipment (WEEE), is classified within the categories set out in Annex III to the Directive [28]:

1. Temperature exchange equipment.
2. Screens, monitors, and equipment containing screens having a surface greater than 100 cm².
3. Lamps.
4. Large equipment (any external dimension more than 50 cm) including, but not limited to: Household appliances; IT and telecommunication equipment; consumer equipment; luminaires; equipment reproducing sound or images, musical equipment; electrical and electronic tools; toys, leisure and sports equipment; medical devices; monitoring and control instruments; automatic dispensers; equipment for the generation of electric currents. This category does not include equipment included in categories 1 to 3.
5. Small equipment (no external dimension more than 50 cm) including, but not limited to: Household appliances; consumer equipment; luminaires; equipment reproducing sound or images,

uniepalniacze, środki przeciwstarzeniowe (przeciwutleniające, antyozonanty, stabilizatory UV), plastyfikatory, środki spieniające, wypełniacze, barwniki. Uszczelki gumowe (pierścienie uszczelniające, profile gumowe) wykonane z odpowiednich mieszanek kauczukowych, które nadają gotowym elementom odpowiednią elastyczność, stopień twardości oraz odporność na wysoką temperaturę, a także niekorzystne działanie substancji chemicznych czy zróżnicowane warunki atmosferyczne, stanowią ważny element w budowie wielu maszyn, urządzeń i narzędzi stosowanych w różnych gałęziach przemysłu. Elementy gumowe w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym wykonane są np. z kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (NBR), kauczuku izoprenowego naturalnego (NR) lub syntetycznego (IR), kauczuku butadienowo-styrenowego (SBR), terpolimeru etylen-propylen-dien (EPDM), kauczuku fluorowego (FKM/FPM), kauczuku izobutenowo-izopropenowego (IIR), jak również różnych mieszanek na bazie kauczuku silikonowego (MQ, VMQ, PMQ, PVMQ) [19–23]. Wyroby gumowe, m.in. z kauczuku silikonowego lub EPDM, o zwiększonej odporności na temperaturę i starzenie pod wpływem różnych czynników zewnętrznych, takich jak światło słoneczne, wysoka wilgotność (śnieg, deszcz) oraz ozon, znajdują zastosowanie m.in. jako uszczelki wysokotemperaturowe (np. do drzwi piekarników i pieców), wężyki w ekspresach do kawy, uszczelki do parowarów, drobnego sprzętu AGD, a także przyłącza elektryczne, zabezpieczenia i izolacje kabli oraz zwojów elektrycznych, uszczelki w urządzeniach elektronicznych, takich jak bankomaty, automaty vendingowe. W przypadku baterii i akumulatorów, z gumy wykonuje się nie tylko elementy uszczelniające, ale także separatory w przypadku niektórych chemicznych źródeł energii [10–12]. Ponadto w obszarze technologii baterii litowych znane są również rozwiązania, w których materiały gumowe są stosowane jako elektrolity stałe (np. elektrolit na bazie NBR [24]) lub jako spoiwa elektroaktywnych materiałów elektrodowych [np. SBR [25] czy uwodorniony kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (HNBR) [26] jako spoiwa elektrod w akumulatorach litowo-jonowych].

WYMAGANIA DOTYCZĄCE ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI SZKODLIWYCH

Sprzęt elektryczny i elektroniczny

Zgodnie z definicją [27], „sprzęt elektryczny i elektroniczny” lub „SEE” (*ang.* EEE – *electrical and electronic equipment*) oznacza sprzęt, którego prawidłowe działanie uzależnione jest od dopływu prądu elektrycznego lub obecności pól elektromagnetycznych, oraz sprzęt służący do wytwarzania, przesyłu oraz pomiaru prądu elektrycznego i pól elektromagnetycznych i zaprojektowany do użycia przy napięciu znamionowym nieprzekraczającym 1000 woltów dla prądu przemiennego i 1500 woltów dla prądu stałego.

musical equipment; electrical and electronic tools; toys, leisure and sports equipment; medical devices; monitoring and control instruments; automatic dispensers; equipment for the generation of electric currents. This category does not include equipment included in categories 1 to 3 and 6.

6. Small IT and telecommunication equipment (no external dimension more than 50 cm).

An exemplary list of EEE falling within the categories set out in Annex III (concerning equipment according to Article 2(1)(b) covered by the Directive [28] from 15 August 2018) is provided in Annex IV to the Directive. The categories of equipment and the indicative list of EEE covered by Directive 2012/19/EU [28] during the transition period (from 13 August 2012 to 14 August 2018) are set out in Annexes I and II.

The **essential requirements** for the restriction of the certain hazardous substances use in EEE are set out in Directives 2011/65/EU (**RoHS II**) [27] and 2015/863 (**RoHS III**) [29] (as amended – Directive 2017/2102 [30]). These documents replaced the initial Directive 2002/95/EC (RoHS – *Restriction of Hazardous Substances*) [31], in force until January 2013, the purpose of which was to approximate the laws of EU Member States on the restriction of the use of hazardous substances in electrical and electronic equipment and to contribute to the protection of human health and the environmentally friendly recovery and disposal of waste electrical and electronic equipment. The RoHS Directive of 2003 [31] assumed that, from 1 July 2006, new electrical and electronic equipment placed on the EU market would not contain lead (Pb), mercury (Hg), cadmium (Cd), hexavalent chromium [Cr(VI)], and polybrominated biphenyls (PBB) or polybrominated diphenyl ethers (PBDE) used as flame retardants. The annex to the RoHS Directive [31] defined the conditionally admitted applications of Pb, Hg, Cd and Cr(VI) in EEE equipment, which were excluded from the requirements regarding the restriction of the use of hazardous substances (in subsequent years, further changes were introduced by the Commission decisions extending the list of exceptions). According to the assumptions of the RoHS Directive [31], hazardous substances used in EEE covered by its scope were to be gradually replaced with more environmentally friendly substances, ensuring at least the same level of consumer protection. Directive 2011/65/EU RoHS II [27], in force since 2013, abolishes the complete restriction of the Pb, Hg, Cd, Cr(VI), PBB and PBDE use in electrical and electronic equipment (covered by the Directive [27]), assuming the maximum permitted content of restricted substances in EEE (Annex II to the Directive [27], subject to Article 4 [27] and subsequent amendments – Directive 2017/2102 [30]). List [27], in accordance with the provisions of Art. 2 of the RoHS III Directive [29], was extended from July 22, 2019 with new substances: bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), butyl benzyl phthalate (BBP), dibutyl phthalate (DBP) and diisobutyl phthalate (DIBP), used as plasticizers. The restriction of DEHP, BBP, DBP and

Sprzęt elektryczny i elektroniczny, zgodnie z dyrektywą 2012/19/UE [28], która reguluje kwestie związane z gospodarowaniem użytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym (*ang.* WEEE – *waste electrical and electronic equipment*), klasyfikowany jest w ramach kategorii określonych w załączniku III do dyrektywy [28]:

1. Sprzęt działający na zasadzie wymiany temperatury.
2. Ekrany, monitory i sprzęt zawierający ekrany o powierzchni większej niż 100 cm².
3. Lampy.
4. Sprzęt wielkogabarytowy (którykolwiek z wymiarów zewnętrznych przekracza 50 cm), w tym m.in.: Urządzenia gospodarstwa domowego; sprzęt informatyczny i telekomunikacyjny; sprzęt konsumencki; oprawy oświetleniowe; sprzęt do odtwarzania dźwięku lub obrazu, sprzęt muzyczny; narzędzia elektryczne i elektroniczne; zabawki, sprzęt rekreacyjny i sportowy; wyroby medyczne; przyrządy stosowane do monitorowania i kontroli; automaty wydające; sprzęt do wytwarzania prądu elektrycznego. Niniejsza kategoria nie obejmuje sprzętu ujętego w kategoriach 1–3.
5. Sprzęt małogabarytowy (żaden z wymiarów zewnętrznych nie przekracza 50 cm), w tym m.in.: Urządzenia gospodarstwa domowego; sprzęt konsumencki; oprawy oświetleniowe; sprzęt do odtwarzania dźwięku lub obrazu, sprzęt muzyczny; narzędzia elektryczne i elektroniczne; zabawki, sprzęt rekreacyjny i sportowy; wyroby medyczne; przyrządy stosowane do monitorowania i kontroli; automaty wydające; sprzęt do wytwarzania prądu elektrycznego. Niniejsza kategoria nie obejmuje sprzętu ujętego w kategoriach 1–3 i 6.
6. Małogabarytowy sprzęt informatyczny i telekomunikacyjny (żaden z wymiarów zewnętrznych nie przekracza 50 cm).

Przykładowy wykaz EEE należącego do kategorii określonych w załączniku III (dotyczy sprzętu zgodnie z art. 2 ust. 1 lit. b) objętego dyrektywą [28] od dnia 15 sierpnia 2018 r.) znajduje się w załączniku IV do dyrektywy. Kategorie sprzętu i przykładowy wykaz EEE objętego dyrektywą 2012/19/UE [28] w okresie przejściowym (od dnia 13 sierpnia 2012 r. do dnia 14 sierpnia 2018 r.) określono w załącznikach I i II.

Zasadnicze wymagania dotyczące ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w EEE zostały określone w dyrektywach 2011/65/EU (**RoHS II**) [27] i 2015/863 (**RoHS III**) [29] (z późniejszymi zmianami – dyrektywa 2017/2102 [30]). Dokumenty te zastąpiły pierwotną, obowiązującą do stycznia 2013 roku, dyrektywę 2002/95/WE (RoHS – *ang.* *Restriction of Hazardous Substances*) [31], której celem było zbliżenie ustawodawstw państw członkowskich UE w zakresie ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym oraz przyczynienie się do ochrony zdrowia ludzi i przyjaznego dla środowiska



Fig. 1. Examples of products subject to the RoHS directive [32]
Rys. 1. Przykładowe wyroby podlegające dyrektywie RoHS [32]

DIBP applies to medical devices, including *in vitro* medical devices, and monitoring and control instruments, including industrial monitoring and control instruments, from 22 July 2021. The restriction does not apply to medical devices and monitoring and control instruments placed on the market before 22 July 2021, nor does it apply to cables or spare parts for the repair, the reuse, the updating of functionality or upgrading of capacity of EEE placed on the market before 22 July 2019 [29].

The type of devices covered by the RoHS II Directive [27, 30] and the scope of its application are defined in Art. 2 of the Directive [27]. The categories of EEE covered by the RoHS II Directive are, according to Annex I [27]:

1. Large household appliances.
2. Small household appliances.
3. IT and telecommunications equipment.
4. Consumer equipment.
5. Lighting equipment.
6. Electrical and electronic tools.
7. Toys, leisure and sports equipment.
8. Medical devices.
9. Monitoring and control instruments, including industrial monitoring and control instruments.
10. Automatic dispensers.
11. Other EEE not covered by any of the categories above.

Annex II [27], as amended by Directive 2015/863 [29], defines the restricted substances in EEE (according to Article 4 of the RoHS II Directive [27, 30]) and their permissible content in homogeneous materials – see Table 1.

The restriction of DEHP, BBP and DBP does not apply to toys which are subject to the restriction imposed on these substances by Regulation (EC) No 1907/2006 (Annex XVII item 51) [33]. Specific toy safety requirements are laid down in Directive 2009/48/EC [34].

Excluded from the restrictions given in Table 1 are the uses set out in Annexes III and IV to the RoHS II Directive [27]. Since its publication, a number of exemptions have been added to the list through individual delegated acts adopted by the Commission; many of them have expired and are no longer valid. The lists of exemptions are updated on an ongoing basis so that they are adapted to

odzysku i unieszkodliwiania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Dyrektywa RoHS z 2003 roku [31] zakładała, że od 1 lipca 2006 roku nowy sprzęt elektryczny i elektroniczny wprowadzany na rynek UE nie będzie zawierał ołowiu (Pb), rtęci (Hg), kadmu (Cd) i chromu sześciowartościowego [Cr(VI)], oraz polibromowanych bifenyli (PBB) lub polibromowanych eterów difenylowych (PBDE) stosowanych jako środki zmniejszające palność. W załączniku do dyrektywy RoHS [31] zdefiniowano warunkowo dopuszczone zastosowania Pb, Hg, Cd i Cr(VI) w sprzęcie EEE, które zostały wyłączone z wymagań dotyczących ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych (w latach następnych, decyzjami Komisji wprowadzono kolejne zmiany rozszerzające listę odstępstw). Zgodnie z założeniami dyrektywy RoHS [31] substancje niebezpieczne stosowane w EEE objętym jej zakresem miały być stopniowo zastępowane substancjami bardziej przyjaznymi dla środowiska, zapewniającymi co najmniej taki sam poziom ochrony konsumentów. Obowiązująca od 2013 roku dyrektywa 2011/65/UE RoHS II [27] znosi całkowite ograniczenie stosowania Pb, Hg, Cd, Cr(VI), PBB i PBDE w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (objętym dyrektywą [27]), przyjmując maksymalną dopuszczalną zawartość w EEE substancji objętych ograniczeniami (załącznik II do dyrektywy [27], z zastrzeżeniem art. 4 [27] i późniejszymi zmianami – dyrektywa 2017/2102 [30]). Wykaz [27], zgodnie z postanowieniami art. 2 dyrektywy RoHS III [29], został rozszerzony z dniem 22 lipca 2019 r. o nowe substancje: ftalan di-2-etyloheksylu (DEHP), ftalan benzylu butylu (BBP), ftalan dibutylu (DBP) i ftalan diizobutylu (DIBP), stosowane jako plastyfikatory. Ograniczenie, którym objęto DEHP, BBP, DBP i DIBP ma zastosowanie do wyrobów medycznych, w tym do wyrobów medycznych do diagnostyki *in vitro*, oraz do przyrządów do nadzoru i kontroli, w tym przyrządów do nadzoru i kontroli w obiektach przemysłowych, od dnia 22 lipca 2021 r. Ograniczenie nie dotyczy wyrobów medycznych oraz przyrządów do nadzoru i kontroli wprowadzonych do obrotu przed 22 lipca 2021 r., nie ma też zastosowania do przewodów lub części zamiennych służących do naprawy, ponownego użycia, aktualizacji funkcjonalności lub zwiększenia możliwości EEE wprowadzonego do obrotu przed dniem 22 lipca 2019 r. [29].

Rodzaj urządzeń objętych dyrektywą RoHS II [27, 30] oraz zakres jej stosowania określa art. 2 dyrektywy [27]. Kategorie EEE objętego dyrektywą RoHS II to zgodnie z załącznikiem I [27]:

1. Wielkogabarytowe urządzenia gospodarstwa domowego.
2. Małogabarytowe urządzenia gospodarstwa domowego.
3. Sprzęt informatyczny i telekomunikacyjny.
4. Sprzęt konsumencki.
5. Sprzęt oświetleniowy.
6. Narzędzia elektryczne i elektroniczne.
7. Zabawki, sprzęt rekreacyjny i sportowy.

T a b l e 1. Restricted substances in EEE and their permissible content in homogeneous materials in accordance with the RoHS II [27, 30] and RoHS III [29] directives

T a b e l a 1. Substancje objęte ograniczeniem w EEE i ich dopuszczalna zawartość w materiałach jednorodnych zgodnie z dyrektywami RoHS II [27, 30] i RoHS III [29]

Restricted substance	Maximum allowable content in homogeneous materials ¹⁾ wt %
Lead (Pb)	0.1
Mercury (Hg)	0.1
Cadmium (Cd)	0.01
Hexavalent chromium [Cr(VI)]	0.1
Polybrominated biphenyls (PBB)	0.1
Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)	0.1
Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	0.1
Butyl benzyl phthalate (BBP)	0.1
Dibutyl phthalate (DBP)	0.1
Diisobutyl phthalate (DIBP)	0.1

¹⁾ 'homogeneous material' means one material of uniform composition throughout or a material, consisting of a combination of materials, that cannot be disjointed or separated into different materials by mechanical actions such as unscrewing, cutting, crushing, grinding and abrasive processes.

¹⁾ „materiał jednorodny” oznacza pojedynczy materiał o jednolitym składzie lub materiał będący kombinacją materiałów, których nie można rozłączyć ani rozdzielić na poszczególne materiały składowe za pomocą działań mechanicznych, takich jak odkręcanie, cięcie, kruszenie, mielenie, ścieranie.

scientific and technical progress. The list of derogations introduced by delegated acts (more than 70 directives so far) includes *e.g.* exclusions (related to the thematic scope of this review) regarding the use of:

- lead as a thermal stabiliser in polyvinyl chloride (PVC) used in certain *in vitro* diagnostic medical devices for the analysis of blood and other body fluids and body gases [35, 36];

- lead, cadmium, hexavalent chromium, and polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in spare parts recovered from and used for the repair or refurbishment of medical devices or electron microscopes [37];

- bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in rubber components in engine systems, designed for use in equipment that is not intended solely for consumer use and provided that no plasticised material comes into contact with human mucous membranes or into prolonged contact with human skin (*i.e.* continuous contact lasting more than 10 minutes or intermittent contact over a period of 30 minutes, per day) and the concentration value of bis(2-ethylhexyl) phthalate does not exceed [38]:

- a) 30% by weight of the rubber for gasket coatings, solid-rubber gaskets or rubber components included in assemblies of at least three components using electrical,

- 8. Wyroby medyczne.

- 9. Przyrządy do nadzoru i sterowania, włącznie z przyrządami do nadzoru i sterowania w obiektach przemysłowych.

- 10. Automaty wydające.

- 11. Inne EEE nieobjęte żadną z powyższych kategorii.

W załączniku II [27], zmienionym dyrektywą 2015/863 [29], określono substancje objęte ograniczeniem w EEE (zgodnie z art. 4 dyrektywy RoHS II [27, 30]) oraz ich dopuszczalną zawartość w materiałach jednorodnych – patrz Tabela 1.

Ograniczenie, którym objęto DEHP, BBP i DBP nie ma zastosowania do zabawek, które podlegają ograniczeniu, którym objęto te substancje za sprawą rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 (załącznik XVII poz. 51) [33]. Szczegółowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa zabawek określa dyrektywa 2009/48/WE [34].

Z podanych w Tabeli 1 ograniczeń wyłączone są zastosowania określone w załącznikach III i IV do dyrektywy RoHS II [27]. Od czasu jej opublikowania do wykazu dodano szereg wyłączeń w drodze indywidualnych aktów delegowanych przyjętych przez Komisję; wiele z nich wygasło i są już nieaktualne. Wykazy wyłączeń są na bieżąco aktualizowane, tak aby były dostosowane do postępu naukowo-technicznego. Lista odstępstw wprowadzonych aktami delegowanymi (do tej pory ponad 70 dyrektyw) obejmuje m.in. wyłączenia (związane z zakresem tematycznym niniejszego przeglądu) dotyczące stosowania:

- ołowiu jako stabilizatora termicznego w polichloroku winylu (PVC) stosowanym w niektórych wyrobach medycznych używanych do diagnostyki *in vitro* do analizy krwi i innych płynów ustrojowych oraz gazów ustrojowych [35, 36];

- ołowiu, kadmu, chromu sześciowartościowego i polibromowanych eterów difenylowych (PBDE) w częściach zamiennych odzyskanych i używanych do naprawy lub regeneracji wyrobów medycznych lub mikroskopów elektronowych [37];

- ftalanu di-2-etyloheksylu (DEHP) w elementach gumowych układów silnika, przeznaczonych do stosowania w urządzeniach, które nie są przeznaczone wyłącznie do użytku przez konsumentów i pod warunkiem że żaden z materiałów z dodatkiem plastyfikatorów nie wchodzi w kontakt z błonami śluzowymi człowieka ani w długotrwały kontakt ze skórą człowieka (tj. ciągły kontakt trwający ponad 10 minut lub kontakt przerywany przez okres 30 minut dziennie), a zawartość ftalanu di-2-etyloheksylu nie przekracza [38]:

- a) 30% masy gumy w/w w przypadku pokryć uszczelnień, uszczelnień z pełnej gumy lub gumowych elementów w zespołach składających się z co najmniej trzech elementów, wykorzystujących do pracy energię elektryczną, mechaniczną lub hydrauliczną i przymocowanych do silnika;

- b) 10% masy gumy w/w w przypadku elementów zawierających gumę, innych niż wymieniono w lit. a).

mechanical or hydraulic energy to do work, and attached to the engine;

b) 10% by weight of the rubber for rubber-containing components not referred to in point (a).

– bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), butyl benzyl phthalate (BBP), dibutyl phthalate (DBP) and diisobutyl phthalate (DIBP) in spare parts recovered from and used for the repair or refurbishment of medical devices [39];

– bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in plastic components in magnetic resonance imaging (MRI) detector coils [40].

Conformity assessment

Products subject to the RoHS directive that meet the safety and quality requirements set by the European Union must bear the **CE marking** (Fig. 2) presented in Annex II to Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council [41].

The CE marking (Fr. *Conformité Européenne*) affixed to the product proves the product's compliance with the applicable requirements of the relevant EU harmonization legislation specifying the conditions for such marking. It is a manufacturer's declaration that the marked product meets the requirements of the applicable New Approach directives [42], including the requirements for conformity assessment procedures. The CE marking shall be affixed, in accordance with Art. 30 of Regulation 765/2008 [41], only to products to which its affixing is provided for by specific Community harmonization legislation, and shall not be affixed to any other products. In the case of EEE (a product subject to CE marking) the manufacturer is obliged to ensure that the EEE complies with the applicable regulations [43, 44] before affixing the CE marking (and placing the goods on the market). He should [27, 45] draw up the required technical documentation of the product and, on the basis of the applicable conformity assessment procedure, issue an appropriate **declaration of conformity** [46]. This document (confirming that the product meets EU requirements) is the basis for affixing the CE marking to the product placed on the market. In the case of products imported from non-EU countries, the importer must provide an appropriate declaration of conformity and the required documents guaranteeing that the manufacturer meets the requirements set out in the regulations, and the EEE imported by him must bear the required CE marking [27, 45]. Annex I to

– ftalanu di-2-etyloheksylu (DEHP), ftalanu benzylu butylu (BBP), ftalanu dibutylu (DBP) i ftalanu diizobutylu (DIBP) w częściach zamiennych odzyskanych i używanych do naprawy lub regeneracji wyrobów medycznych [39];

– ftalanu di-2-etyloheksylu (DEHP) w elementach z tworzyw sztucznych w cewkach detekcyjnych w skanerach rezonansu magnetycznego (MRI) [40].

Ocena zgodności

Produkty podlegające dyrektywie RoHS spełniające wymagania bezpieczeństwa i jakości określone przez Unię Europejską muszą posiadać **oznakowanie CE** (rys. 2) przedstawione w załączniku II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 [41].

Oznakowanie CE (*franc. Conformité Européenne*) umieszczone na wyrobie świadczy o zgodności produktu z obowiązującymi wymaganiami odnośnego unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego określającego warunki takiego znakowania. Stanowi deklarację producenta, że oznakowany wyrób spełnia wymagania obowiązujących dyrektyw Nowego Podejścia (*New Approach* [42]), w tym wymagania dotyczące procedur oceny zgodności. Oznakowanie CE może być umieszczone, zgodnie z art. 30 rozporządzenia 765/2008 [41], wyłącznie na produktach, dla których jest to przewidziane na mocy szczegółowych wspólnotowych przepisów harmonizacyjnych oraz nie może być umieszczone na żadnych innych produktach. W przypadku EEE (wyrób podlegający oznakowaniu CE) producent zobowiązany jest przed umieszczeniem oznakowania CE (i wprowadzeniem towaru do obrotu) do zapewnienia zgodności EEE z obowiązującymi regulacjami [43, 44]. Powinien [27, 45] sporządzić wymaganą dokumentację techniczną wyrobu oraz na podstawie obowiązującej procedury oceny zgodności wystawić odpowiednią **deklarację zgodności** [46]. Dokument ten (potwierdzający, że wyrób spełnia wymagania UE) jest podstawą do umieszczenia oznakowania CE na wprowadzanym do obrotu produkcie. W przypadku wyrobów importowanych z krajów spoza UE importer musi dostarczyć odpowiednią deklarację zgodności oraz wymagane dokumenty gwarantujące spełnienie przez producenta wymagań określonych w przepisach, a sprawdzany przez niego EEE musi być opatrzony wymaganym oznakowaniem CE [27, 45]. Załącznik I do decyzji wykonawczej Komisji (UE) 2020/659 [47] zawiera odniesienie do normy zharmonizowanej EN IEC 63000:2018 [48] (opracowanej na potrzeby RoHS II [27]) dotyczącej dokumentacji technicznej wymaganej do oceny materiałów, elementów składowych oraz sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Norma EN IEC 63000:2018, zgodnie z art. 1 decyzji [47], zastąpiła obowiązującą wcześniej EN 50581:2012 (norma wycofana z dniem 18 listopada 2021 r.); jej krajowym odpowiednikiem jest PN-EN IEC 63000:2019-01 – wersja angielska *Dokumentacja techniczna*



Fig. 2. CE marking [41]

Rys. 2. Oznakowanie CE [41]

Commission Implementing Decision (EU) 2020/659 [47] references the harmonized standard EN IEC 63000:2018 [48] (drafted in support of RoHS II [27]) for the technical documentation required for assessing materials, components and electrical and electronic equipment. EN IEC 63000:2018 standard, in accordance with Art. 1 of the Decision [47], replaced the previously applicable EN 50581:2012 (standard withdrawn on November 18, 2021); its Polish equivalent is PN-EN IEC 63000:2019-01 *Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances*.

Electrowaste management

Issues related to the management of waste electrical and electronic equipment (WEEE) are regulated by Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council [28], closely related to the provisions of the RoHS II Directive [27]. It lays down measures to protect the environment and human health by preventing or reducing the adverse impacts of the generation and management of waste from electrical and electronic equipment (e-waste) and by reducing overall impacts of resource use and improving the efficiency of such use in accordance with Articles 1 and 4 of Directive 2008/98/EC on waste [49], thereby contributing to sustainable development. In order to minimize the disposal of WEEE as unsorted municipal waste, EEE placed on the market must be marked with the symbol indicating separate collection (symbol consisting of a crossed-out wheeled bin – Fig. 3) provided in Annex IX to the Directive [28].

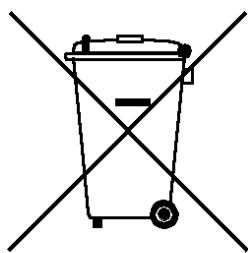


Fig. 3. Symbol of e-waste separate collection [28]

Rys. 3. Symbol selektywnego zbierania e-odpadów [28]

In the case of waste electrical and electronic equipment, proper treatment of all separately collected WEEE must be ensured. In particular, this applies to temperature exchange equipment containing ozone-depleting substances and fluorinated greenhouse gases, fluorescent lamps containing mercury, photovoltaic panels and small equipment as referred to in categories 5 and 6 in Annex III to Directive 2012/19/EU [28].

Implementation of EU regulations into Polish law

Implementation into the Polish legal order of the EU Directives RoHS II [27], RoHS III [29] (as amended – Directive 2017/2102 [30]) and Directive 2012/19/EU [28], which are

do oceny produktów elektrycznych i elektronicznych w odniesieniu do ograniczenia substancji niebezpiecznych.

Gospodarowanie elektroodpadami

Kwestie związane z gospodarowaniem użytym sprzętem elektrycznym i elektronicznym (WEEE) reguluje ściśle powiązana z postanowieniami RoHS II [27] dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/19/UE [28]. Ustanawia ona środki mające na celu ochronę środowiska i zdrowia ludzkiego poprzez zapobieganie lub zmniejszanie niekorzystnego wpływu wytwarzania i gospodarowania odpadami pochodzącymi ze sprzętu elektrycznego i elektronicznego (e-odpady) oraz poprzez zmniejszanie ogólnego wpływu wykorzystania zasobów i poprawę wydajności takiego wykorzystania zgodnie z art. 1 i 4 dyrektywy 2008/98/WE w sprawie odpadów [49], przyczyniając się w ten sposób do zrównoważonego rozwoju. W celu zminimalizowania pozbywania się WEEE jako nieposortowanych odpadów komunalnych, wprowadzany do obrotu EEE musi być oznaczony symbolem wskazującym na selektywną zbiórkę (symbol składający się z przekreślonego kołowego kontenera na odpady – rys. 3) zamieszczonym w załączniku IX do dyrektywy [28].

W przypadku użytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego należy zapewnić właściwe przetwarzanie całego selektywnie zebranego WEEE. W szczególności dotyczy to sprzętu działającego na zasadzie wymiany temperatury, zawierającego substancje zubożające warstwę ozonową i fluorowane gazy cieplarniane, lamp fluorescencyjnych zawierających rtęć, paneli fotowoltaicznych oraz sprzętu małogabarytowego, o którym mowa w kategoriach 5 i 6 w załączniku III do dyrektywy 2012/19/UE [28].

Implementacja przepisów unijnych do prawa polskiego

Wdrożenie do polskiego porządku prawnego unijnych dyrektyw RoHS II [27] i RoHS III [29] (z późniejszymi zmianami – dyrektywa 2017/2102 [30]) oraz dyrektywy 2012/19/UE [28], mających na celu poprawę ochrony zdrowia ludzi i środowiska na wszystkich etapach życia produktu, w tym na etapie odzysku i unieszkodliwiania użytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego, nastąpiło poprzez rozporządzenia [50–53] oraz regulującą kwestie dotyczące gospodarowania WEEE ustawę o użytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym [54]. W sprawach dotyczących postępowania ze użytym sprzętem w zakresie nieuregulowanym w ustawie [54] stosuje się przepisy ustawy o odpadach [55].

Baterie i akumulatory

Wytyczne dyrektywy RoHS nie mają zastosowania do baterii i akumulatorów używanych w sprzęcie EEE. Obowiązujące ograniczenia dotyczące zawartości sub-

aimed at improving the protection of human health and protection of the environment at all stages of a product's life, including the stage of recovery and disposal of waste electrical and electronic equipment, took place through the Regulations [50-53] and the Act on waste electrical and electronic equipment [54]. In matters concerning the handling of waste equipment to the extent not regulated in the Act [54], the provisions of the Act on waste [55] shall apply.

Batteries and accumulators

The RoHS guidelines do not apply to batteries and accumulators used in EEE. The applicable restrictions on the content of hazardous substances (mainly mercury, cadmium, lead) in batteries and accumulators used to power various types of electrical and electronic devices are set out in **Directive 2006/66/EC** [56], as amended (Directive 2008/12/EC [57], 2008/103/EC [58], 2013/56/EU [59], 2018/849 [60]). The rules apply to all types of batteries and accumulators (subject to Article 2(2) of the Directive [56]), irrespective of their shape, capacity, weight, material composition or use.

Directive 2006/66/EC [56], implemented into Polish law by the Act [61], does not apply to batteries and accumulators used in:

- equipment connected with the protection of EU Member States' essential security interests, arms, munitions and war material, with the exclusion of products that are not intended specifically for military purposes;
- equipment designed to be sent into space.

According to the definition – Art. 3 of the Directive [56] – ‘battery’ or ‘accumulator’ means any source of electrical energy generated by direct conversion of chemical energy and consisting of one or more primary battery cells (non-rechargeable) or consisting of one or more secondary battery cells (rechargeable).

Among the batteries and accumulators, the following are distinguished [56, 61]:

- portable batteries or accumulators – this term is understood [56] as any battery, button cell, battery pack or accumulator that is sealed, and can be hand-carried, and is neither an industrial battery or accumulator nor an automotive battery or accumulator; ‘button cell’ means any small round portable battery or accumulator whose diameter is greater than its height and which is used for special purposes such as hearing aids, watches, small portable equipment and back-up power;
- industrial batteries or accumulators – batteries or accumulators designed for exclusively industrial or professional uses or used in any type of electric vehicle;
- automotive batteries or accumulators – batteries or accumulators used for automotive starter, lighting or ignition power.

In EU Member States, in accordance with Art. 4 of Directive 2006/66/EC [56] (as amended – Directive 2013/56/EU [59] amending, *i.a.* the previous provisions of Art. 4 regarding the placing on the market of cells with

stancji niebezpiecznych (głównie rtęci, kadmu, ołowiu) w bateriach i akumulatorach stosowanych do zasilania różnego rodzaju urządzeń elektrycznych i elektronicznych określa **dyrektywa 2006/66/WE** [56] wraz z późniejszymi zmianami (dyrektywy 2008/12/WE [57], 2008/103/WE [58], 2013/56/UE [59], 2018/849 [60]). Przepisy stosuje się do wszystkich rodzajów baterii i akumulatorów (z zastrzeżeniem art. 2 ust. 2 dyrektywy [56]), niezależnie od ich kształtu, pojemności, masy, składu materiałowego lub użycia.

Dyrektywa 2006/66/WE [56], implementowana do prawa polskiego ustawą [61], nie ma zastosowania do baterii i akumulatorów używanych w:

- sprzęcie związanym z ochroną podstawowych interesów bezpieczeństwa państw członkowskich UE, broni, amunicji i sprzęcie wojennym, z wyjątkiem produktów, które nie są przeznaczone specjalnie do celów wojskowych;
- sprzęcie przeznaczonym do wysłania w przestrzeń kosmiczną.

Zgodnie z definicją – art. 3 dyrektywy [56] – „bateria” lub „akumulator” oznacza każde źródło energii elektrycznej wytwarzanej przez bezpośrednie przetwarzanie energii chemicznej i składające się z jednego lub kilku pierwotnych ogniw baterii (nienadających się do powtórnego naładowania) lub składające się z jednego lub kilku wtórnych ogniw baterii (nadających się do powtórnego naładowania).

Wśród baterii i akumulatorów wyróżnia się [56, 61]:

- baterie przenośne, akumulatory przenośne – pod tym pojęciem rozumie się [56] każdą baterię, ogniwo guzikowe, zestaw baterii lub akumulator, które są szczelnie zamknięte i mogą być przenoszone w ręku oraz nie stanowią baterii przemysłowej lub akumulatora przemysłowego albo baterii samochodowej lub akumulatora samochodowego; „ogniwo guzikowe” oznacza małą okrągłą baterię przenośną lub akumulator przenośny o średnicy większej niż wysokość, które są wykorzystywane do specjalnych celów, w szczególności do zasilania aparatów słuchowych, zegarków, małych urządzeń przenośnych lub urządzeń do zasilania rezerwowego;
- baterie przemysłowe, akumulatory przemysłowe – baterie i akumulatory przeznaczone wyłącznie do celów przemysłowych lub zawodowych lub używane w jakimkolwiek typie pojazdu elektrycznego;
- baterie samochodowe, akumulatory samochodowe – baterie i akumulatory używane do rozruszników, oświetlenia lub inicjowania zapłonu w pojazdach.

W państwach członkowskich UE, zgodnie z art. 4 dyrektywy 2006/66/WE [56] (z późniejszymi zmianami – dyrektywa 2013/56/UE [59] zmieniająca m.in. wcześniejsze przepisy art. 4 dotyczące wprowadzania do obrotu ogniw o zawartości rtęci do 2%), zakazuje się wprowadzania do obrotu:

- baterii i akumulatorów, wmontowanych do urządzeń lub nie, zawierających więcej niż 0,0005% mas. rtęci;

a mercury content of up to 2%), it is prohibited to place on the market:

- all batteries or accumulators, whether or not incorporated into appliances, that contain more than 0.0005% of mercury by weight;

- portable batteries or accumulators, including those incorporated into appliances, that contain more than 0.002% of cadmium by weight; the prohibition do not apply to portable batteries and accumulators intended for use in emergency and alarm systems, including emergency lighting, and medical equipment.

In Polish law in 2010, the previously binding regulation of the Minister of Economy of 2002 allowing for a higher content of harmful metals in batteries and accumulators produced and placed on the market was repealed [62].

According to the applicable regulations [56, 61] batteries, accumulators and button cells containing more than 0.0005% mercury, more than 0.002% cadmium or more than 0.004% lead by weight, shall be marked with the chemical symbol of the metal concerned: **Hg**, **Cd** or **Pb**. The symbol indicating the metal for which the limit value has been exceeded shall be placed beneath the 'separate collection' symbol shown in Annex II to Directive 2006/66/EC [56]. This symbol (in the form of a crossed-out wheeled bin symbol) indicates that used batteries and accumulators must not be disposed of as unsorted municipal waste in normal bins.

Directive 2006/66/EC [56], which aims to improve the overall environmental performance of batteries and accumulators throughout their entire life cycle, recommends (Art. 5) the development and placing on the market of batteries and accumulators containing less hazardous substances or pollutants, in particular as substitutes for mercury, cadmium and lead. As part of the actions taken to protect the environment, changes initiated by battery manufacturers in the mid-1980s led to a significant reduction in the amount of mercury in new zinc-carbon and alkaline batteries in a short time (Fig. 4) [63]. European and global data on the market of accumulators and batteries [64–66] indicate a decreasing share of batteries containing cadmium and nickel (NiCd, NiMH) among electrochemical power sources in recent years. They are largely being replaced by lithium batteries and accumulators. In recent years, the production of lithium-ion batteries and accumulators (powering most modern computer technology devices) has been gradually increasing (Fig. 5). A further increase in industrial applications of lead-acid batteries is also expected in the near future [65, 67].

The regulations on batteries and accumulators [56, 61] recommend the development of new, environmentally friendly technologies for the treatment and recycling of waste batteries and accumulators (in accordance with the requirements of the applicable law on waste management [49, 55]). The rules for dealing with used batteries and accumulators set out in the documents assume their separate collection (by type) in order to facilitate their processing and recycling using environmentally

- baterii i akumulatorów przenośnych zawierających więcej niż 0,002% mas. kadmu, w tym tych, które są wmontowane do urządzeń; zakaz nie dotyczy baterii i akumulatorów przenośnych przeznaczonych do użytku w systemach awaryjnych i alarmowych, w tym w oświetleniu awaryjnym, oraz w sprzęcie medycznym.

W polskim prawie w 2010 roku uchylone zostało [62] obowiązujące wcześniej rozporządzenie Ministra Gospodarki z 2002 roku zezwalające na wyższą zawartość metali szkodliwych w wytwarzanych i wprowadzanych do obrotu bateriach i akumulatorach.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [56, 61] baterie, akumulatory i ogniwa guzikowe zawierające powyżej 0,0005% mas. rtęci, powyżej 0,002% mas. kadmu lub powyżej 0,004% mas. ołowiu powinny być oznakowane symbolem chemicznym danego metalu: **Hg**, **Cd** lub **Pb**. Symbol metalu, dla którego wartość graniczna została przekroczona umieszcza się pod symbolem „selektywnego zbierania” przedstawionym w załączniku II do dyrektywy 2006/66/WE [56]. Symbol ten (w postaci przekreślonego symbolu pojemnika na kółkach) oznacza, że zużytych baterii i zużytych akumulatorów nie wolno wyrzucać do zwykłych pojemników razem z nieposortowanymi odpadami komunalnymi.

Dyrektywa 2006/66/WE [56], mająca na celu poprawę ogólnej wydajności ekologicznej baterii i akumulatorów w całym ich cyklu życia, zaleca (art. 5) opracowywanie i wprowadzanie do obrotu baterii i akumulatorów zawierających mniejsze ilości substancji niebezpiecznych lub zawierających mniej substancji zanieczyszczających, w szczególności jako zamienników dla rtęci, kadmu i ołowiu. W ramach podejmowanych działań na rzecz ochrony środowiska, zapoczątkowane przez producentów baterii w połowie lat osiemdziesiątych XX w. zmiany doprowadziły w krótkim czasie do znaczącej redukcji ilości rtęci w nowych bateriach cynkowo-węglowych i alkalicznych (rys. 4) [63]. Europejskie i światowe dane dotyczące rynku akumulatorów i baterii [64–66] wskazują na malejący na przestrzeni ostatnich lat udział wśród elektrochemicznych źródeł prądu, akumulatorów zawierających kadm i nikiel (NiCd, NiMH). W dużej mierze są one zastępowane bateriami i akumulatorami litowymi. W ostatnich latach produkcja baterii i akumulatorów litowo-jonowych (zasilających większość współczesnych urządzeń techniki komputerowej) sukcesywnie wzrasta (rys. 5). W najbliższej przyszłości spodziewany jest również dalszy wzrost przemysłowych zastosowań akumulatorów kwasowo-ołowiowych [65, 67].

Przepisy dotyczące baterii i akumulatorów [56, 61] zalecają rozwój nowych, przyjaznych dla środowiska technologii przetwarzania i recyklingu zużytych baterii i akumulatorów (zgodnie z wymogami obowiązującego prawa gospodarki odpadami [49, 55]). Określone w dokumentach zasady postępowania ze zużytymi bateriami i zużytymi akumulatorami zakładają ich selektywne zbieranie (według rodzaju) w celu ułatwienia ich przetwarzania i recyklingu z wykorzystaniem przyjaznych

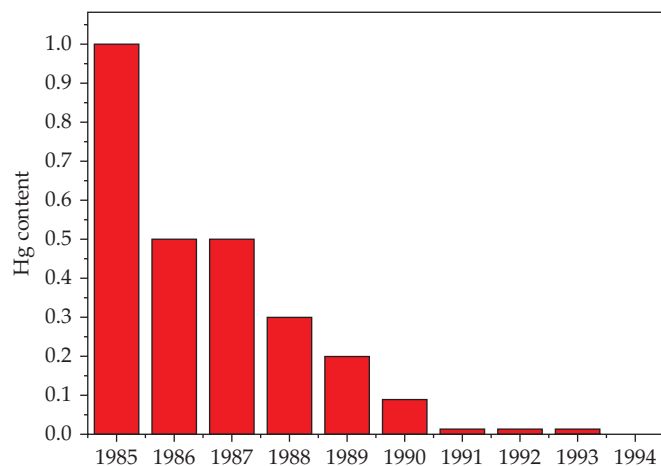


Fig. 4. Change in mercury content in alkaline batteries in 1985–1994 [63]

Rys. 4. Zmiana zawartości rtęci w bateriach alkalicznych w latach 1985–1994 [63]

friendly technologies and installations for the treatment and recycling of specific types of waste batteries or waste accumulators [68]. In Polish law, detailed requirements for waste lead-acid batteries and accumulators, regarding their processing and installations for the recycling of lead and its compounds or recycling of plastics, are set out in the Regulation [69]. According to its content (§ 2 section 1), the processing of waste batteries and waste accumulators in relation to plastic components includes – within five successive stages – separation (stage two) of waste batteries and accumulators into fractions (including plastics fractions) and subsequent (stage five) recycling of plastics (recovery process R3 listed in Annex II of the Waste Directive [49]).

Draft amendment to the EU regulations on batteries and accumulators

In connection with the implementation of the European Green Deal and activities related to the EU's Circular Economy Action Plan [70], the European Commission submitted a legislative proposal [71] to the European Parliament and the Council for a regulation on batteries and waste batteries, which would replace the 2006 Battery Directive [56]. In March 2022, the Council of Europe adopted a general approach on a proposal for a regulation to strengthen EU legislation on batteries and waste batteries [72]. The new rules will promote the development of sustainable and safe battery production chains throughout their life cycle and create a level playing field on the internal market. The draft amendment provides for a change in the classification of batteries and the introduction of a new category of batteries – for “light means of transport” (e-bikes, scooters) [73] in addition to “electric vehicle batteries” (currently included [56, 61] in the category of industrial batteries). It will join the already existing categories of batteries and accumula-

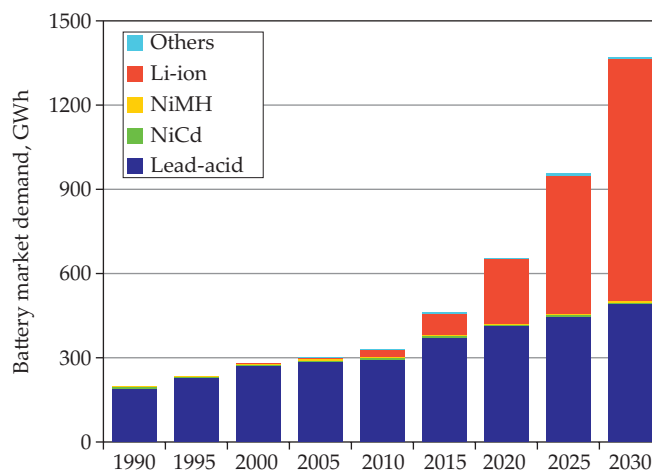


Fig. 5. Rechargeable batteries (accumulators) market in the world with a forecast for 2030 [64, 65]

Rys 5. Rynek baterii ładowalnych (akumulatorów) na świecie z prognozą na rok 2030 [64, 65]

dla środowiska technologii oraz instalacji do przetwarzania i recyklingu określonych rodzajów zużytych baterii lub zużytych akumulatorów [68]. W prawie polskim szczegółowe wymagania w odniesieniu do zużytych baterii i akumulatorów kwasowo-ołowiowych, dotyczące procesu ich przetwarzania oraz instalacji do recyklingu ołowiu i jego związków lub recyklingu tworzyw sztucznych określa rozporządzenie [69]. Zgodnie z jego treścią (§ 2 ust. 1), przetwarzanie zużytych baterii i zużytych akumulatorów w odniesieniu do elementów z tworzyw sztucznych obejmuje – w ramach pięciu następujących po sobie etapów – rozdzielanie (etap drugi) zużytych baterii i akumulatorów na frakcje (w tym frakcje tworzyw sztucznych) oraz późniejszy (etap piąty) recykling tworzyw sztucznych (proces odzysku R3 wymieniony w załączniku II do dyrektywy w sprawie odpadów [49]).

Projekt nowelizacji unijnych przepisów o bateriach i akumulatorach

W związku z realizacją Europejskiego Zielonego Ładu (*ang. European Green Deal*) oraz działaniami związanymi z unijnym planem dotyczącym gospodarki o obiegu zamkniętym (*ang. Circular Economy Action Plan*) [70], Komisja Europejska przedłożyła Parlamentowi Europejskiemu i Radzie wniosek ustawodawczy [71] dotyczący rozporządzenia w sprawie baterii i zużytych baterii, które zastąpiłoby dyrektywę baterijną z 2006 roku [56]. W marcu 2022 r. Rada Europy przyjęła podejście ogólne do wniosku dotyczącego rozporządzenia, które ma wzmocnić prawodawstwo UE dotyczące baterii i zużytych baterii [72]. Nowe przepisy będą sprzyjać rozwojowi zrównoważonych i bezpiecznych łańcuchów produkcji baterii w całym ich cyklu życia oraz stworzą równe warunki działania na rynku wewnętrznym. Projekt nowelizacji przewiduje zmianę klasyfikacji baterii i wprowadzenie obok „akumulatorów pojazdów

tors: portable, industrial and automotive [56], which have been included in the Polish law in the Act [61]. The new regulation defines the requirements for the production and use of batteries in a manner consistent with the principle of sustainable development and safety. It provides (Article 6) for restrictions on the use of hazardous substances in batteries, in particular mercury and cadmium, and set out (Article 7) rules on the carbon footprint of batteries. In addition (Article 8) it contains provisions on the recycled content in batteries (requirements regarding the minimum levels of recovery of cobalt, lead, lithium and nickel from waste for reuse in the battery production process). The battery labelling, marking and information requirements are contained in Chapter III of the Regulation. According to the draft regulation, batteries will be marked with a special label and QR code to provide the information necessary to identify the batteries and their main characteristics.

The new Regulation is intended to replace the current Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators [56] and to complement existing legislation, in particular on waste management.

elektrycznych” (zaliczanych obecnie [56, 61] do kategorii akumulatorów przemysłowych) nowej kategorii baterii – do „lekkich środków transportu” (e-rowerów, hulajnóg) [73]. Dołączy ona do istniejących już kategorii baterii i akumulatorów: przenośnych, przemysłowych i samochodowych [56], które w prawie polskim zostały ujęte w ustawie [61]. Nowe rozporządzenie określa wymagania dotyczące produkcji i użytkowania baterii w sposób zgodny z zasadą zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa. Przewiduje (art. 6) ograniczenia stosowania w bateriach substancji niebezpiecznych, w szczególności rtęci i kadmu, oraz określa (art. 7) zasady dotyczące śladu węglowego baterii. Ponadto (art. 8) zawiera zapisy dotyczące zawartości w bateriach materiałów pochodzących z recyklingu (wymagania dotyczące minimalnych poziomów odzysku kobaltu, ołowiu, litu i niklu z odpadów do ponownego wykorzystania w procesie produkcji baterii). Wymagania dotyczące etykietowania, oznakowania i informacji o bateriach zawarte są w rozdziale III rozporządzenia. Zgodnie z projektem rozporządzenia baterie będą oznaczane specjalną etykietą i kodem QR w celu zapewnienia informacji niezbędnych do identyfikacji baterii i ich głównych właściwości.

Nowe rozporządzenie ma zastąpić obecną dyrektywę 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów [56] oraz uzupełnić istniejące prawodawstwo, w szczególności dotyczące gospodarowania odpadami.

REFERENCES

- [1] Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council of 3 December 2001 on general product safety, *OJ L 11, 15.1.2002, p. 4*, as amended.
- [2] Ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów, t.j. *Dz.U.* 2021, poz. 222 [consolidated text: *Journal of Laws* of 2021, item 222].
- [3] Kolasa D., Łukomska A.: *Przem. Chem.* **2021**, 100(7), 622.
<https://doi.org/10.15199/62.2021.7.2>
- [4] Kolasa D., Lach J., Wróbel K., Soszko M.: *Przem. Chem.* **2022**, 101(1), 8.
<https://doi.org/10.15199/62.2022.1.1>
- [5] Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006, *OJ L 353, 31.12.2008, p. 1*, as amended.
- [6] Kolasa D., Samsonowska K., Kaszuba A. *et al.*: *Polimery* **2022**, 67(6), 241.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2022.6.1>
- [7] Kolasa D., Stępkowska A., Wróbel J. *et al.*: *Polimery* **2022**, 67(9), 407.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2022.9.1>
- [8] Praca zbiorowa (red. Kozłowski M., Rydarowski H.): „Recykling odpadów polimerowych z elektroniki i pojazdów”, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego, Radom, 2012.
<https://www.yumpu.com/xx/document/view/10649333/recykling-odpadow-polimerowych-z-elektroniki-i-pojazdow>
- [9] Czerwiński A.: „Akumulatory, baterie, ogniwa”, WKŁ, Warszawa 2005.
- [10] Broussely M., Pistoia G. (Eds.): „Industrial Applications of Batteries. From Cars to Aerospace and Energy Storage”, Elsevier, Amsterdam 2007.
- [11] Linden D., Reddy T.B. (Eds.): „Handbook of Batteries”, McGraw-Hill, New York 2002.
- [12] Osińska-Broniarz M., Martyła A., Kopczyk M.: *Polimery* **2019**, 64(3), 181.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2019.3.3>
- [13] Song J.Y., Wang Y.Y., Wan C.C.: *J. Power Sources* **1999**, 77(2), 183.
[https://doi.org/10.1016/S0378-7753\(98\)00193-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7753(98)00193-1)
- [14] Yao P., Yu H., Ding Z. *et al.*: *Front. Chem.* **2019**, 7, 522.
<https://doi.org/10.3389/fchem.2019.00522>
- [15] <https://inzynieria.com/energetyka/wiadomosci/64653,akumulatory-litowo-polimerowe-budowa-i-zastosowanie,zastosowanie-akumulatorow-litowo-polimerowych> (access date 28.11.2022)
- [16] <https://wamtechnik.pl/produkty/technologie-litowe/>

- akumulatory-litowo-polimerowe-li-poly/ [https://wamtechnik.pl/en/products/lithium-technology/batteries-lithium-polymer-li-poly/] (access date 28.11.2022)
- [17] https://techweek.pl/bateria-litowo-polimerowa.html (access date 28.11.2022)
- [18] Wegmann R., Döge V., Sauer D.U.: *J. Energy Storage* **2018**, *18*, 175.
https://doi.org/10.1016/j.est.2018.05.001
- [19] https://globegeek.pl/technologie/rola-i-znaczenie-gumy-we-wspolczesnym-przemysle (access date 28.11.2022)
- [20] https://plytygumowe.pl (access date 28.11.2022)
- [21] https://rubberpro.eu/pl [https://rubberpro.eu/en/] (access date 28.11.2022)
- [22] https://powerrubber.com/ [https://powerrubber.com/en/] (access date 28.11.2022)
- [23] https://www.plastech.pl/guma-i-kauczuki (access date 28.11.2022)
- [24] Shi Y., Yang N., Niu J. *et al.*: *Adv. Sci.* **2022**, *9*(16), 2200553.
https://doi.org/10.1002/advs.202200553
- [25] Buga H., Holzapfel M., Krumeich F. *et al.*: *J. Power Sources* **2006**, *161*(1), 617.
https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2006.03.073
- [26] Verdier N., El Khakani S., Lepage D. *et al.*: *J. Power Sources* **2019**, *440*, 227111.
https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.227111
- [27] Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast), *OJ L 174*, *1.7.2011*, p. 88 (RoHS II).
- [28] Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE) (recast), *OJ L 197*, *24.7.2012*, p. 38, amended by Directive (EU) 2018/849 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018, *OJ L 150*, *14.6.2018*, p. 93, as amended.
- [29] Commission Delegated Directive (EU) 2015/863 of 31 March 2015 amending Annex II to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards the list of restricted substances, *OJ L 137*, *4.6.2015*, p. 10 (RoHS III).
- [30] Directive (EU) 2017/2102 of the European Parliament and of the Council of 15 November 2017 amending Directive 2011/65/EU on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, *OJ L 305*, *21.11.2017*, p. 8.
- [31] Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment, *OJ L 37*, *13.2.2003*, p. 19 (RoHS), as amended.
- [32] https://www.ce-polska.pl/201165ue-dyrektywa-rohs (access date 28.11.2022)
- [33] Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC, *OJ L 396*, *30.12.2006*, p.1, as amended.
- [34] Directive 2009/48/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the safety of toys, *OJ L 170*, *30.6.2009*, p. 1, as amended.
- [35] Commission Delegated Directive (EU) 2015/573 of 30 January 2015 amending, for the purposes of adapting to technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for lead in polyvinyl chloride sensors in *in-vitro* diagnostic medical devices, *OJ L 94*, *10.4.2015*, p. 4.
- [36] Commission Delegated Directive (EU) 2020/366 of 17 December 2019 amending, for the purposes of adapting to scientific and technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for lead as a thermal stabiliser in polyvinyl chloride used in certain *in-vitro* diagnostic medical devices for the analysis of blood and other body fluids and body gases, *OJ L 67*, *5.3.2020*, p. 129.
- [37] Commission Delegated Directive (EU) 2016/585 of 12 February 2016 amending, for the purposes of adapting to technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for lead, cadmium, hexavalent chromium, and polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in spare parts recovered from and used for the repair or refurbishment of medical devices or electron microscopes, *OJ L 101*, *16.4.2016*, p. 12.
- [38] Commission Delegated Directive (EU) 2019/1845 of 8 August 2019 amending, for the purposes of adapting to scientific and technical progress, Annex III to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in certain rubber components used in engine systems, *OJ L 283*, *5.11.2019*, p. 38.
- [39] Commission Delegated Directive (EU) 2021/1978 of 11 August 2021 amending, for the purposes of adapting to scientific and technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for the use of bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP), butyl benzyl phthalate (BBP), dibutyl phthalate (DBP) and diisobutyl phthalate (DIBP) in spare parts recovered from and used for the repair or refurbishment of medical devices, *OJ L 402*, *15.11.2021*, p. 65.

- [40] Commission Delegated Directive (EU) 2021/1979 of 11 August 2021 amending, for the purposes of adapting to scientific and technical progress, Annex IV to Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council as regards an exemption for the use of bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in plastic components in magnetic resonance imaging (MRI) detector coils, *OJ L 402*, 15.11.2021, p. 69.
- [41] Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and market surveillance relating to the marketing of products and repealing Regulation (EEC) No 339/93, *OJ L 218*, 13.8.2008, p. 30, amended by Regulation (EU) 2019/1020 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019, *OJ L 169*, 25.6.2019, p. 1.
- [42] <https://www.ce-polska.pl/dyrektywy-nowego-podejscia.html> (access date 28.11.2022)
- [43] <https://www.biznes.gov.pl/pl/portal/00143> (access date 28.11.2022)
- [44] https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_pl.htm [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_en.htm] (access date 28.11.2022)
- [45] Decision No 768/2008/EC of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 on a common framework for the marketing of products, and repealing Council Decision 93/465/EEC, *OJ L 218*, 13.8.2008, p. 82.
- [46] <https://www.ce-polska.pl/deklaracja-zgodnosci> (access date 28.11.2022)
- [47] Commission Implementing Decision (EU) 2020/659 of 15 May 2020 on the harmonised standard for the technical documentation required for assessing materials, components and electrical and electronic equipment drafted in support of Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council, *OJ L 155*, 18.5.2020, p. 12.
- [48] EN IEC 63000:2018 Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances.
- [49] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, *OJ L 312*, 22.11.2008, p. 3, as amended.
- [50] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, t.j. *Dz.U.* 2021 poz. 1513, z późn. zm. [consolidated text: *Journal of Laws* of 2021, item 1513, as amended].
- [51] Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 11 października 2021 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, *Dz.U.* 2021 poz. 1924 [*Journal of Laws* of 2021, item 1924].
- [52] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 24 czerwca 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, *Dz.U.* 2022 poz. 1361 [*Journal of Laws* of 2022, item 1361].
- [53] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 27 września 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, *Dz.U.* 2022 poz. 2017 [*Journal of Laws* of 2022, item 2017].
- [54] Ustawa z dnia 11 września 2015 r. o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym, t.j. *Dz.U.* 2022, poz. 1622 [consolidated text: *Journal of Laws* of 2022, item 1622].
- [55] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, t.j. *Dz.U.* 2022, poz. 699, z późn. zm. [consolidated text: *Journal of Laws* of 2022, item 699, as amended].
- [56] Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council of 6 September 2006 on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators and repealing Directive 91/157/EEC, *OJ L 266*, 26.9.2006, p. 1, as amended.
- [57] Directive 2008/12/EC of the European Parliament and of the Council of 11 March 2008 amending Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators, as regards the implementing powers conferred on the Commission, *OJ L 76*, 19.3.2008, p. 39.
- [58] Directive 2008/103/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 amending Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators as regards placing batteries and accumulators on the market, *OJ L 327*, 5.12.2008, p. 7.
- [59] Directive 2013/56/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 amending Directive 2006/66/EC of the European Parliament and of the Council on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators as regards the placing on the market of portable batteries and accumulators containing cadmium intended for use in cordless power tools, and of button cells with low mercury content, and repealing Commission Decision 2009/603/EC, *OJ L 329*, 10.12.2013, p. 5.
- [60] Directive (EU) 2018/849 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directives 2000/53/EC on end-of-life vehicles, 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators, and 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment, *OJ L*

- 150, 14.6.2018, p. 93.
- [61] Ustawa z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach, t.j. *Dz.U.* 2022, poz. 1113 [consolidated text: *Journal of Laws* of 2022, item 1113].
- [62] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 maja 2010 r. uchylające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać wytwarzane i wprowadzane do obrotu baterie i akumulatory, *Dz.U.* 2010, nr 117, poz. 784 [*Journal of Laws* of 2022, No 117, item 784].
- [63] Rogulski Z., Czerwiński A.: *Przem. Chem.* **2014**, 93(5), 709.
DOI: dx.medra.org/10.12916/przemchem.2014.709
- [64] Pillot Ch.: "EU battery demand and supply (2019-2030) in a global context", Avicenne Energy, 2020.
https://www.eurobat.org/wp-content/uploads/2021/05/Avicenne_EU_Market_-_summary_110321.pdf (access date 28.11.2022)
- [65] Pillot Ch.: „The Rechargeable Battery Market and Main Trends 2018-2030”, Avicenne Energy, 2019.
https://rechargebatteries.org/wp-content/uploads/2019/02/Keynote_2_AVICENNE_Christophe-Pillot.pdf (access date 28.11.2022)
- [66] Pillot Ch.: „Current Status and Future Trends of the Global Li-ion Battery Market”, Avicenne Energy, 2018.
<https://assets.niobium.tech/-/media/niobiumtech/documentos/charles-hatchett-awards-website-2021/current-status-and-future-trends-of-the-global-li-ion-battery-market.pdf> (access date 28.11.2022)
- [67] Wróbel J., Wróbel K., Lach J., Czerwiński A.: *Przem. Chem.* **2020**, 99(3), 467.
<https://doi.org/10.15199/62.2020.3.21>
- [68] Kolasa D., Łukomska A., Sołtysiak J. *et al.*: *Polimery* **2019**, 64(6), 442.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2019.6.8>
- [69] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących procesu przetwarzania zużytych baterii samochodowych kwasowo-ołowiowych, zużytych akumulatorów samochodowych kwasowo-ołowiowych, zużytych baterii przemysłowych kwasowo-ołowiowych lub zużytych akumulatorów przemysłowych kwasowo-ołowiowych oraz instalacji prowadzących recykling ołowiu i jego związków lub recykling tworzyw sztucznych, *Dz.U.* 2017, poz. 1474 [*Journal of Laws* of 2017, item 1474].
- [70] <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20210128STO96607/how-the-eu-wants-to-achieve-a-circular-economy-by-2050> [<https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20210128STO96607/jak-ue-chce-osiagnac-gospodarke-o-obiegu-zamkniety-m-do-2050-r>] (access date 28.11.2022)
- [71] Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning batteries and waste batteries, repealing Directive 2006/66/EC and amending Regulation (EU) No 2019/1020
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52020PC0798> [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A52020PC0798>] (access date 28.11.2022)
- [72] <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/03/17/sustainable-batteries-member-states-ready-to-start-negotiations-with-parliament/> (access date 28.11.2022)
- [73] <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-7103-2022-REV-1/en/pdf> (access date 28.11.2022)

Received 28 XI 2022

Rapid Communications

Przypominamy Autorom, że publikujemy artykuły typu **Rapid Communications** – **prace oryginalne wyłącznie w języku angielskim** (o objętości 4–5 stron maszynopisu z podwójną interlinią, zawierające 2–3 rysunki lub 1–2 tabele), którym umożliwiamy szybką ścieżkę druku (do 3 miesięcy od chwili ich otrzymania przez Redakcję). Artykuł należy przygotować wg wymagań redakcyjnych zamieszczonych we wskazówkach dla P.T. Autorów.

* * *

We remind Authors that we publish articles of the **Rapid Communications** type – **the original papers, in English only** (with a volume of 4-5 pages of double-spaced typescript, containing 2–3 figures or 1–2 tables), which allow a fast print path (up to 3 months from when they are received by the Editorial Board). The article should be prepared according to the editorial requirements included in the Guide for Authors.