

Requirements for the content of harmful substances in market products of plastics and rubber. Part V. Vehicles and their equipment

DOI: <https://doi.org/10.14314/polimery.2024.7.6>

Dorota Kolasa^{1), *)} (ORCID ID: 0000-0002-0224-9809), **Aneta Stępkowska**²⁾ (0000-0003-4562-520X), **Justyna Wróbel**²⁾ (0000-0001-7927-7966), **Katarzyna Samsonowska**³⁾ (0000-0002-4381-2223), **Alicja Kaszuba**³⁾ (0009-0000-5441-6931), **Kamil Wróbel**¹⁾ (0000-0002-6356-0780), **Jakub Lach**¹⁾ (0000-0002-3542-7544)

Abstract: This article continues the review of applicable regulations on the safety of products placed on the European Union (EU) market. Part V regarding the regulations on the control of hazardous substances in vehicles, including their components and equipment made of plastics and rubber, covers EU regulations and national acts adapting Polish law to EU legislation in this area.

Keywords: market products, vehicles, product safety, harmful substances, legal acts.

Wymagania dotyczące zawartości substancji szkodliwych w wyrobach rynkowych z tworzyw sztucznych i gumy. Część V. Pojazdy i ich wyposażenie

Streszczenie: Artykuł stanowi kontynuację przeglądu obowiązujących przepisów dotyczących bezpieczeństwa produktów wprowadzanych na rynek Unii Europejskiej (UE). Część V dotycząca przepisów w zakresie kontroli substancji niebezpiecznych w pojazdach, w tym ich elementach i wyposażeniu wykonanych z tworzyw sztucznych i gumy, obejmuje regulacje unijne oraz akty krajowe dostosowujące prawo polskie do prawodawstwa UE w tym zakresie.

Słowa kluczowe: wyroby rynkowe, pojazdy, bezpieczeństwo produktów, substancje szkodliwe, akty prawne.

All products placed or made available on the European Union (EU) market must meet requirements to protect the health and safety of consumers. Framework provisions – General Product Safety Directive (GPSD) 2001/95/EC [1], implemented into the Polish legal system by the Act on general product safety [2], and the new Regulation (EU) 2023/988 [3] intended to replace Directive 2001/95/EC after the transitional period (in December 2024) define the basic safety requirements for products intended for consumer use. Directive 2001/95/EC [1] sets out general safety requirements for products [within the meaning of Article 2(a)] placed on the EU market, establishes the obligations of economic operators (including producers and distributors) regarding product safety and market surveillance procedures in order to ensure a high level of consumer health and safety protection (in the case of products subject to special safety requirements, the

Wszystkie produkty wprowadzane lub udostępniane na rynku Unii Europejskiej (UE) muszą spełniać wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa konsumentów. Przepisy ramowe – dyrektywa GPSD (*ang. General Product Safety Directive*) 2001/95/WE [1], wdrożona do polskiego porządku prawnego ustawą o ogólnym bezpieczeństwie produktów [2], oraz nowe rozporządzenie (UE) 2023/988 [3] mające zastąpić dyrektywę 2001/95/WE po okresie przejściowym (w grudniu 2024 r.) określają podstawowe wymagania dotyczące bezpieczeństwa produktów przeznaczonych do użytku konsumentów. Dyrektywa 2001/95/WE [1] określa ogólne wymagania bezpieczeństwa dla produktów [w rozumieniu art. 2 lit. a)] wprowadzanych na rynek UE, ustanawia obowiązki podmiotów gospodarczych (w tym producentów i dystrybutorów) w zakresie bezpieczeństwa produktów oraz procedury nadzoru rynku w celu zapewnienia

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

²⁾ Łukasiewicz Research Network – Institute of Engineering of Polymer Materials and Dyes, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Torun, Poland.

³⁾ Łukasiewicz Research Network – Lodz Institute of Technology, Laboratory of Materials and Consumer Packaging Testing, ul. Konstancinska 11, 02-942 Warsaw, Poland.

*) Author for correspondence: dorota.kolasa@ichp.lukasiewicz.gov.pl

GPSD applies only to the extent that it is not regulated by separate regulations). New Regulation (EU) 2023/988 – GPSR (General Product Safety Regulation) [3], published by the European Commission in May 2023 and intended to replace from December 13, 2024 the current Directives 2001/95/EC [1] and 87/357/EEC [4], aims to improve the functioning of the internal market while providing for a high level of consumer protection, also in the case of products placed or made available on the market through distance selling (e.g. online sales). All products placed on the EU market must meet safety requirements both in terms of protecting the health and safety of consumers and protecting the environment, including with regard to waste generated. EU framework legal acts [5–7], incorporated into Polish law, among others: through laws [8–10], define the basic principles of environmental protection policy, including waste management. The applicable regulations [7, 10] assume the complete elimination or reduction of the negative impact of waste on the environment and human life and health (at the stage of manufacturing products, during their use and after their use) through activities aimed at reducing the content of hazardous substances in products and the development of environmentally friendly waste recovery and disposal methods. Issues related to ensuring rational waste management are regulated by framework legal acts and detailed sectoral regulations [11, 12]. Detailed sectoral legislation relating to specific types of waste is part of the harmonization legislation (Annex I to Regulation (EU) 2019/1020 [13]). These include, among others: regulations on packaging waste – Directive 94/62/EC [14], waste electrical and electronic equipment (WEEE) – Directive 2012/19/EU [15], end-of-life vehicles (ELVs) – Directive 2000/53/EC [16], waste batteries and accumulators – Directive 2006/66/EC [17], repealed by the new Regulation (EU) 2023/1542 concerning batteries and waste batteries [18] (most of the provisions [18] apply from February 18, 2024, those from Chapter VIII on the management of waste batteries, in accordance with Article 96, are to apply from August 18, 2025). The harmonized provisions also apply to the safety of individual groups of products covered by sectoral legislation specifying uniform requirements applicable when placing a given type of products on the EU market. Such product groups include packaging, electrical and electronic equipment (EEE), batteries and accumulators, toys, cosmetic products, construction products and others. Regulations regarding safety requirements for plastic packaging and rubber products (in particular those intended for contact with food), EEE products, batteries and accumulators, and toys have been the subject of our previous publications [19–22]. Part V of the review presents regulations regarding vehicles (cars, light means of transport – LMT, *i.e.* wheeled vehicles that can be powered by an electric motor alone or by a combination of motor and human power [18], e.g. electric bicycles, scooters) and their equipment elements made of plastics and rubber.

wysokiego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa konsumentów (w przypadku wyrobów podlegających szczególnym wymaganiom bezpieczeństwa dyrektywa GPSD ma zastosowanie jedynie w zakresie, w którym nie jest to regulowane odrębnymi przepisami). Nowe rozporządzenie (UE) 2023/988 w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów – GPSR (*ang.* *General Product Safety Regulation*) [3], opublikowane przez Komisję Europejską w maju 2023 r. i mające zastąpić od 13 grudnia 2024 r. obecne dyrektywy 2001/95/WE [1] i 87/357/EWG [4], ma na celu poprawę funkcjonowania rynku wewnętrznego przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu ochrony konsumentów, także w przypadku produktów wprowadzanych lub udostępnianych na rynku poprzez sprzedaż na odległość (np. sprzedaż internetowa). Wszystkie produkty wprowadzane na rynek UE muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa zarówno w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa konsumentów, jak i ochrony środowiska, również w odniesieniu do powstających odpadów. Ramowe akty prawne UE [5–7], włączone do prawa polskiego m.in. poprzez ustawy [8–10], określają podstawowe zasady polityki ochrony środowiska, w tym gospodarki odpadami. Obowiązujące przepisy [7, 10] zakładają całkowitą eliminację lub ograniczenie negatywnego wpływu powstających odpadów na środowisko oraz życie i zdrowie ludzi (na etapie wytwarzania wyrobów, w trakcie ich użytkowania i po ich użyciu) poprzez działania w kierunku zmniejszania zawartości substancji niebezpiecznych w produktach oraz rozwój przyjaznych dla środowiska metod odzysku i unieszkodliwiania odpadów. Kwestie dotyczące zapewnienia racjonalnej gospodarki odpadami regulują ramowe akty prawne oraz szczegółowe przepisy sektorowe [11, 12]. Szczegółowe przepisy z obszaru legislacji sektorowej odnoszące się do konkretnych rodzajów odpadów stanowią część prawodawstwa harmonizacyjnego (załącznik I do rozporządzenia (UE) 2019/1020 [13]). Należą do nich m.in.: przepisy dotyczące odpadów opakowaniowych – dyrektywa 94/62/WE [14], zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (*ang.* *WEEE – waste electrical and electronic equipment*) – dyrektywa 2012/19/UE [15], pojazdów wycofanych z eksploatacji (*ang.* *ELVs – end-of-life vehicles*) – dyrektywa 2000/53/WE [16], zużytych baterii i akumulatorów – dyrektywa 2006/66/WE [17], uchylona nowym rozporządzeniem (UE) 2023/1542 w sprawie baterii i zużytych baterii [18] (większość przepisów [18] ma zastosowanie od 18 lutego 2024 r., te z rozdziału VIII dotyczącego gospodarowania użytymi bateriami, zgodnie z art. 96, mają obowiązywać od dnia 18 sierpnia 2025 r.). Przepisy zharmonizowane dotyczą także bezpieczeństwa poszczególnych grup wyrobów objętych prawodawstwem sektorowym określającym jednolite wymagania obowiązujące przy wprowadzaniu danego rodzaju wyrobów na rynek UE. Do takich grup produktów zaliczają się opakowania, sprzęt elektryczny i elektroniczny (*ang.* *EEE – electrical and electronic equipment*), baterie i akumulatory, zabawki, produkty kosmetyczne,

Plastics

Plastics have an increasing share in the construction of cars. In terms of weight, they are the second largest material used [23, 24]. This is mainly related to the lower weight of the vehicle achieved without reducing its safety level. Based on data from 2016 and 2018 (Fig. 1), it is estimated that the share of polymers in the car's weight is over 12% [24]. Polymer materials are used primarily in vehicle interior equipment (car seats, dashboards, upholstery), but also in the bodywork, chassis structure, drive systems and electronic equipment. Plastics used in the automotive industry are mainly polypropylene (PP), polyethylene (PE), polyurethane (PUR), polyamide (PA), acrylonitrile-butadiene-styrene terpolymer (ABS), styrene-acrylonitrile copolymer (SAN), poly(vinyl chloride) (PVC), polystyrene (PS), poly(methyl methacrylate) (PMMA), polycarbonate (PC), polybutylene terephthalate (PBT), polyethylene terephthalate (PET) and polyoxymethylene (POM) [23–27]. In practice, polymer mixtures or composites with the addition of modifiers, fillers and other auxiliary substances are used [23]. Moreover, manufacturers are increasingly using composite materials based on natural fibers to build cars, which makes the vehicles not only more economical, but also safer and more environmentally friendly.

Rubber

Components made of rubber play an important role in motor vehicles. Although they are used in many industries, it is the automotive industry that uses them the most [28–31]. It is estimated that the automotive sector consumes over 75% of global rubber production. Rubber parts (tires, technical hoses and cables, timing belts and V-belts, shock absorbing elements, body gaskets and seals, engine parts, chassis, *etc.*) due to their flexibility, tightness, resistance to high and low temperatures, chemicals (engine oils, fuels, coolants, windshield washer fluids, *etc.*) and abrasive properties, fulfill extremely important

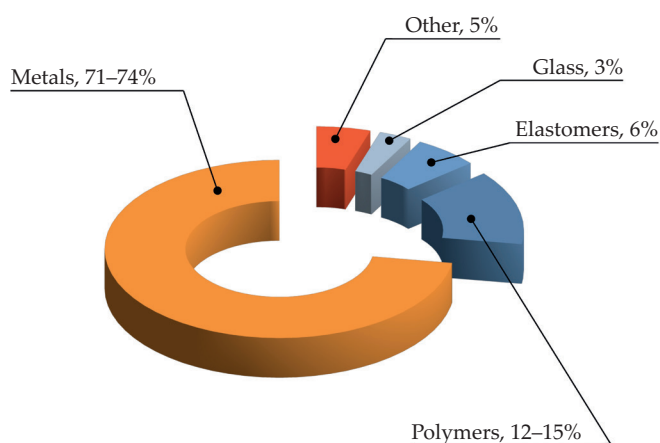


Fig. 1. Share of materials used in cars (2015) [24]

Rys. 1. Materiały stosowane w samochodach (2015 r.) [24]

wyroby budowlane i inne. Przepisy dotyczące wymagań bezpieczeństwa dla opakowań z tworzyw sztucznych i wyrobów gumowych (w szczególności przeznaczonych do kontaktu z żywnością), sprzętu EEE, baterii i akumulatorów oraz zabawek były przedmiotem naszych poprzednich publikacji [19–22]. W części V przeglądu przedstawiono regulacje dotyczące pojazdów (samochody, lekkie środki transportu – LMT, *ang. light means of transport*, tj. pojazdy kołowe, które mogą być napędzane wyłącznie silnikiem elektrycznym lub poprzez kombinację siły silnika i siły ludzkiej [18], np. rowery elektryczne, hulajnogi) oraz elementów ich wyposażenia wykonanych z tworzyw sztucznych i gumy.

Tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne mają coraz większy udział w budowie samochodów. Pod względem masy są drugim co do wielkości stosowanym materiałem [23, 24]. Wiąże się to głównie z mniejszą masą pojazdu osiąganą bez obniżania poziomu jego bezpieczeństwa. Na podstawie danych z lat 2016 i 2018 (Rys. 1) szacuje się, że udział polimerów w masie samochodu wynosi ponad 12% [24]. Materiały polimerowe znajdują zastosowanie przede wszystkim w wyposażeniu wnętrza pojazdów (fotele samochodowe, deski rozdzielcze, tapicerka), ale także w nadwoziu i konstrukcji podwozia, układach napędowych oraz sprzęcie elektronicznym. Tworzywa sztuczne stosowane w przemyśle motoryzacyjnym to głównie polipropylen (PP), polietylen (PE), poliuretan (PUR), poliamid (PA), terpolimer akrylonitryl-butadien-styren (ABS), kopolimer styren-akrylonitryl (SAN), poli(chlorek winylu) (PVC), polistyren (PS), poli(metakrylan metylu) (PMMA), poliwęglan (PC), poli(tereftalan butylenu) (PBT), poli(tereftalan etylenu) (PET) i polioksymetylen (POM) [23–27]. W praktyce stosuje się mieszaniny lub kompozyty polimerowe z dodatkiem modyfikatorów, napelnaczy i innych substancji pomocniczych [23]. Ponadto, coraz częściej do budowy samochodów producenci wykorzystują materiały kompozytowe na bazie włókien naturalnych, co sprawia, że pojazdy są nie tylko bardziej ekonomiczne, ale także bezpieczniejsze i bardziej przyjazne dla środowiska.

Guma

Ważną rolę w pojazdach mechanicznych odgrywają elementy wykonane z gumy. Choć znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, to właśnie przemysł motoryzacyjny wykorzystuje ich najwięcej [28–31]. Szacuje się, że sektor motoryzacyjny zużywa ponad 75% światowej produkcji gumy. Części gumowe (opony, węże techniczne i przewody, paski rozrządu i paski klinowe, elementy amortyzujące, uszczelki i uszczelnienia karoserii, części silnika, podwozia itp.) ze względu na elastyczność, szczelność, odporność na wysoką i niską temperaturę, chemikalia (oleje silnikowe, paliwa, płyny

functions and determine the technical level, comfort and driving safety. Elements made of elastomers constitute approximately 6% of the car's weight. The largest share in car parts made of rubber are tires and body seals, approximately 85%. The remaining elements constitute 0.5–0.7% of the car's weight. The appropriate selection of rubber has a significant impact on the quality and safety of use of rubber elements.

Rubbers used in the automotive industry can be divided into three main groups [32]:

- General purpose rubbers, used mainly for the production of tires, characterized by good mechanical properties, but low resistance to aging and sensitivity to oils. This group includes natural rubber (NR), butadiene rubber (BR) and styrene-butadiene rubber (SBR);

- Special rubbers, characterized by good resistance to oils and atmospheric aging. This group includes acrylonitrile-butadiene rubber (NBR), ethylene-propylene-diene rubber (EPDM), chloroprene rubber (CR);

- Specialized rubbers with unique properties. This group includes silicones (MVQ), hydrogenated acrylonitrile-butadiene rubber (HNBR), fluorine rubbers (FKM, FPM).

To produce tires, in addition to rubbers (the main raw material), soot, oil and other additives are used [33]. The composition of the rubber compound depends on the function of a given tire element. The front of the tread is made of rubber resistant to abrasion and aging, with a high coefficient of friction, and the sides are made of rubber resistant to fatigue, aging, scratches and cracks. The share of the rubber compound in the total weight of the tire is over 80%. The rest are reinforcing materials (textile and steel cords constituting the tire's skeleton, guaranteeing its shape and stiffness).

The rubber industry does not remain passive in issues related to ecology and sustainable development of the industry. Chemical and tire companies are working on new products and solutions for sustainable tire production. For example, a technology was developed for obtaining Biolsoprene in the microbial fermentation process, and ethylene produced from ethanol obtained from sugar cane was used to produce EPDM rubber. As part of the search for raw materials from renewable and sustainable sources, a wide range of vegetable oils were evaluated [34]. The tread compound uses sunflower oils and pine resins, as well as silica obtained from rice husk ash, and synthetic rubber was replaced with natural rubber [35]. An innovative solution to optimize tire production are new additives to rubber compounds, including sustainable anti-degradation agents, or water-based release agents, silicone-free [36].

Requirements regarding the content of hazardous substances

Issues related to the ecological safety of vehicles are regulated by **Directive 2000/53/EC** on end-of-life vehicles – the **ELV Directive** [16], as amended [37–52]. It speci-

chłodnicze, płyny do spryskiwaczy itp.) i właściwości ściernie, spełniają niezwykle ważne funkcje i decydują o poziomie technicznym, komforcie i bezpieczeństwie jazdy. Elementy wykonane z elastomerów stanowią ok. 6% masy samochodu. Największy udział w częściach samochodowych wykonanych z gumy mają opony i uszczelnienia karoserii, ok. 85%. Pozostałe elementy stanowią 0,5–0,7% masy samochodu. Na jakość i bezpieczeństwo użytkowania elementów gumowych istotny wpływ ma odpowiedni dobór kauczuku.

Kauczuki stosowane w przemyśle motoryzacyjnym można podzielić na trzy główne grupy [32]:

- Kauczuki ogólnego przeznaczenia, stosowane głównie do produkcji opon, charakteryzujące się dobrymi właściwościami mechanicznymi, ale niską odpornością na starzenie i wrażliwością na oleje. Do tej grupy zalicza się kauczuk naturalny (NR), kauczuk butadienowy (BR) i kauczuk butadienowo-styrenowy (SBR);

- Kauczuki specjalne, charakteryzujące się dobrą odpornością na oleje i starzenie atmosferyczne. Do tej grupy zalicza się kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (NBR), kauczuk etylenowo-propylenowo-dienowy (EPDM), kauczuk chloroprenowy (CR);

- Kauczuki specjalistyczne o unikatowych właściwościach. Do tej grupy zalicza się silikony (MVQ), uwodorniony kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (HNBR), kauczuki fluorowe (FKM, FPM).

Do produkcji opon, oprócz kauczuków (główny surowiec), stosowana jest sadza, olej i inne dodatki [33]. Skład mieszanki gumowej zależy od funkcji danego elementu opony. Czoło bieżnika wykonuje się z gumy odpornej na ścieranie i starzenie, o wysokim współczynniku tarcia, natomiast boki z gumy odpornej na zmęczenie, starzenie, zarysowania oraz pęknięcia. Udział mieszanki gumowej w całkowitej masie opony wynosi ponad 80%. Pozostała część to materiały wzmacniające (kordy tekstylne i stalowe stanowiące szkielet opony, gwarantujące jej kształt i sztywność).

Przemysł gumowy nie pozostaje bierny w kwestiach związanych z ekologią i zrównoważonym rozwojem przemysłu. Firmy chemiczne i oponiarskie pracują nad nowymi produktami i rozwiązaniami w zakresie zrównoważonej produkcji opon. Opracowano np. technologię otrzymywania bioizoprenu w procesie fermentacji mikrobiologicznej, a do produkcji kauczuku EPDM zastosowano etylen wytwarzany z etanolu pozyskiwanego z trzciny cukrowej. W ramach poszukiwań surowców pochodzących ze źródeł odnawialnych i zrównoważonych przebadano szeroką gamę olejów roślinnych [34]. W mieszance bieżnika zastosowano oleje słonecznikowe i żywice sosnowe oraz krzemionkę otrzymaną z popiołu z łusek ryżowych, a kauczuk syntetyczny zastąpiono kauczukiem naturalnym [35]. Innym rozwiązaniem optymalizującym produkcję opon są nowe dodatki do mieszanek gumowych, w tym zrównoważone środki przeciwdziałające degradacji, czy też środki antyadhezyjne na bazie wody, niezawierające silikonów [36].

fies actions, which are aimed primarily at the waste prevention, reuse, recycling and other forms of recovery of end-of life vehicles and their components, so as to reduce the amount of waste intended for disposal and improve the results of environmental protection activities undertaken by all of the economic operators involved in the vehicle life cycle, especially those directly involved in the treatment of end-of life vehicles. In accordance with the provisions of Article 4(1) of the ELV Directive, in order to promote the prevention of waste, Member States should encourage, in particular:

a) vehicle manufacturers, in liaison with material and equipment manufacturers, to limit the use of hazardous substances (within the meaning of Article 4 of the Directive [43]) in vehicles and to reduce them as far as possible from the conception of the vehicle onwards, so as in particular to prevent their release into the environment, make recycling easier, and avoid the need to dispose of hazardous waste;

b) the design and production of new vehicles that take into full account and facilitate the dismantling, reuse and recovery, in particular recycling, of end-of-life vehicles, their components and materials;

c) vehicle manufacturers, in liaison with material and equipment manufacturers, to integrate an increasing quantity of recycled material in vehicles and other products, in order to develop the markets for recycled materials.

Member States undertake [Article 4(2)(a) of the ELV Directive] that materials and components of vehicles put on the market after July 1, 2003 shall not contain lead, mercury, cadmium, or hexavalent chromium, except in the cases listed in Annex II under the conditions specified therein. According to Annex II, the permissible content of the substance in a homogeneous material is up to 0.1% by weight for lead, chromium(VI) and mercury and up to 0.01% by weight for cadmium. The Annex also includes a list of materials and components exempt from the provisions of Article 4(2), point (a), of Directive 2000/53/EC [16]. The Commission is empowered to adopt delegated acts in accordance with Article 9a of the Directive [16], regularly amending Annex II in order to adapt it to technical and scientific progress. Since the publication of the Directive [16], a number of changes [37, 40, 42, 44–48, 50–52] have been introduced in Annex II regarding the use of lead and its compounds, chromium(VI), mercury and cadmium in vehicle materials and components exempt from Article 4(2), point (a).

The provisions of Directive 2000/53/EC [16] have been implemented into Polish law through the **Act on the recycling of end-of-life vehicles** [53] (together with implementing acts issued on its basis [54]), specifying the rules for dealing with these vehicles in a way that ensures the protection of human life and health and environmental protection in accordance with the principle of sustainable development. The use, in accordance with the provisions of Annex II to the Directive [16], of lead, mercury, cad-

Wymagania dotyczące zawartości substancji niebezpiecznych

Kwestie związane z bezpieczeństwem ekologicznym pojazdów reguluje **dyrektywa 2000/53/WE** w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji – dyrektywa ELV, *ang. End-of-Life Vehicles Directive* [16], z późniejszymi zmianami [37–52]. Określa ona działania, których celem jest przede wszystkim zapobieganie powstawaniu odpadów, ponowne użycie, recykling i inne formy odzysku pojazdów wycofanych z eksploatacji i ich części, tak aby zmniejszyć ilość odpadów przeznaczonych do unieszkodliwienia oraz poprawić wynik działań związanych z ochroną środowiska, podejmowanych przez wszystkie podmioty gospodarcze zaangażowane w cykl życia pojazdu, a szczególnie bezpośrednio zaangażowane w przetwarzanie pojazdów wycofanych z eksploatacji. Zgodnie z zapisami art. 4 ust. 1 dyrektywy ELV, w celu zapobiegania powstawaniu odpadów Państwa Członkowskie powinny zachęcać w szczególności:

a) producentów pojazdów, współpracujących z producentami materiałów i wyposażenia, do ograniczenia stosowania w pojazdach substancji niebezpiecznych (w rozumieniu art. 4 dyrektywy [43]) w takim zakresie jak to jest możliwe, poczynawszy od koncepcji pojazdu, aby zapobiec w szczególności ich uwalnianiu do środowiska, ułatwić recykling oraz uniknąć konieczności unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych;

b) do projektowania i produkcji nowych pojazdów w taki sposób, aby w pełni uwzględnić oraz ułatwić demontaż, ponowne użycie i odzysk, w szczególności recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji, ich części i materiałów;

c) producentów pojazdów, współpracujących z producentami materiałów i wyposażenia, do włączania coraz większej ilości materiałów pochodzących z recyklingu do pojazdów i innych produktów w celu rozwoju rynku materiałów pochodzących z recyklingu.

Państwa Członkowskie postanawiają [art. 4 ust. 2 lit. a) dyrektywy ELV], że materiały i części pojazdów wprowadzanych do obrotu po dniu 1 lipca 2003 r. nie będą zawierać ołowiu, rtęci, kadmu ani chromu sześciowartościowego, poza przypadkami wymienionymi w załączniku II i na warunkach w nim określonych. Zgodnie z załącznikiem II dopuszczalna zawartość substancji w materiale jednorodnym wynosi do 0,1% mas. dla ołowiu, chromu(VI) i rtęci oraz do 0,01% mas. dla kadmu. W załączniku znajduje się także wykaz materiałów i części wyłączonych z przepisów art. 4 ust. 2 lit. a) dyrektywy 2000/53/WE [16]. Komisja jest uprawniona do przyjmowania aktów delegowanych zgodnie z art. 9a dyrektywy [16], regularnie aktualizujących załącznik II w celu dostosowania go do postępu naukowo-technicznego. Od czasu opublikowania dyrektywy [16] w załączniku II wprowadzono szereg zmian [37, 40, 42, 44–48, 50–52] dotyczących stosowania ołowiu i jego związków, chromu(VI), rtęci oraz kadmu w materiałach i częściach

mium and chromium(VI) in materials, equipment and vehicle parts is covered by one of the implementing acts to the Act [53] in the form of a regulation of the Minister of Economy of June 2, 2010 [55].

Issues related to the content of hazardous substances in materials, equipment and vehicle parts are additionally regulated by the **REACH** Regulation – (EC) No 1907/2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals [56] and the **CLP** Regulation – (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures [57], as well as: Directive 2011/65/EU – RoHS II on the restriction of the use of certain hazardous substances in **electrical and electronic equipment (EEE)** [58], as amended [59, 60], and Regulation (EU) 2023/1542 concerning **batteries and waste batteries** [18] (repealing after a transitional period Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators [17]). As with other products covered by Union harmonization legislation the guidelines apply (to the extent not regulated by specific provisions) of Regulation (EU) 2019/1020 of the European Parliament and of the Council [13] on **market surveillance and compliance of products**, amending Regulation (EC) No 765/2008 [61] (with regard to the provisions establishing the EU market surveillance framework and controls of products entering the EU market). Regulations regarding the ecological safety of EEE, batteries and accumulators are described in more detail in Part III of the review [21]. The new Regulation (EU) 2023/1542 [18] on batteries and waste batteries, applicable (in most provisions) from February 18, 2024 (the provisions on the management of waste batteries are to apply from August 18, 2025), applies to all categories of batteries, including portable batteries, starting, lighting and ignition (SLI) batteries, light means of transport (LMT) batteries, electric vehicle batteries and industrial batteries. The regulation introduces requirements in the field of sustainable development and safety. Pursuant to Article 6 (Restrictions on substances), in addition to the restrictions set out in Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 [56] and in Article 4(2), point (a), of Directive 2000/53/EC [16], batteries shall not contain substances subject to restrictions in accordance with Annex I to Regulation (EU) 2023/1542 [18] unless the conditions of that restriction are complied with. For batteries for LMT or other vehicles, in accordance with Annex I to Regulation (EU) 2023/1542 [18], restrictions apply on the content of mercury and cadmium and their compounds. This content cannot exceed 0.0005 wt% Hg and 0.002 wt% Cd. In the case of portable batteries for appliances, restrictions will also apply to lead and its compounds. The new Regulation [18], as part of the amendment to Directive 2006/66/EC [17], introduces (within a specific time horizon) requirements for calculating the carbon footprint, among others: for electric vehicle batteries and LMT batteries. It also sets targets for the coming years for the recovery of materials (cobalt, lead, lithium, nickel) from battery manufacturing

pojazdów, w stosunku do których nie obowiązuje art. 4 ust. 2 lit. a).

Przepisy dyrektywy 2000/53/WE [16] zostały wdrożone do prawa polskiego poprzez **ustawę o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji** [53] (wraz z wydanymi na jej podstawie aktami wykonawczymi [54]), określającą zasady postępowania z tymi pojazdami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Stosowanie, zgodnie z postanowieniami załącznika II do dyrektywy [16], ołowiu, rtęci, kadmu i chromu(VI) w materiałach, przedmiotach wyposażenia i częściach pojazdów reguluje jeden z aktów wykonawczych do ustawy [53] w formie rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 2 czerwca 2010 r. [55].

Kwestie związane z zawartością substancji niebezpiecznych w materiałach, przedmiotach wyposażenia i częściach pojazdów regulują dodatkowo rozporządzenie **REACH** – (WE) nr 1907/2006 w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów [56] oraz rozporządzenie **CLP** – (WE) nr 1272/2008 w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin [57], a także dyrektywa 2011/65/UE – RoHS II w sprawie ograniczenia stosowania niektórych substancji niebezpiecznych w **sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (EEE)** [58], ze zmianami [59, 60], oraz rozporządzenie (UE) 2023/1542 dotyczące **baterii i zużytych baterii** [18] (uchylające po okresie przejściowym dyrektywę 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów [17]). Podobnie jak w przypadku innych produktów objętych unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym obowiązują (w zakresie jakim nie jest to regulowane przepisami szczególnymi) wytyczne rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1020 [13] w sprawie **nadzoru rynku i zgodności produktów**, zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 765/2008 [61] (w odniesieniu do przepisów ustanawiających ramy nadzoru rynku unijnego i kontroli produktów wprowadzanych na rynek UE). Regulacje dotyczące bezpieczeństwa ekologicznego EEE oraz baterii i akumulatorów zostały szerzej opisane w części III przeglądu [21]. Nowe rozporządzenie (UE) 2023/1542 [18] w sprawie baterii i zużytych baterii, obowiązujące (w większości przepisów) od 18 lutego 2024 r. (przepisy dotyczące gospodarowania zużytymi bateriami zaczną obowiązywać od 18 sierpnia 2025 r.), ma zastosowanie do wszystkich kategorii baterii, w tym do baterii przenośnych, baterii rozruchowych, oświetleniowych i zapłonowych (SLI), baterii do lekkich środków transportu (LMT) oraz baterii do pojazdów elektrycznych i baterii przemysłowych. Rozporządzenie wprowadza wymagania w zakresie zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa. Zgodnie z art. 6 (Ograniczenia dotyczące substancji), oprócz ograniczeń określonych w załączniku XVII do rozporządzenia (WE) nr 1907/2006 [56] oraz w art. 4 ust. 2 lit. a) dyrektywy 2000/53/WE [16] baterie nie mogą zawierać substancji podlegających ogra-

waste or post-consumer waste, setting minimum levels of recycled content in industrial batteries and batteries for electric vehicles, LMT batteries and SLI batteries. In accordance with the Regulation [18], batteries will bear an appropriate label and be marked with a QR code (as set out in Annex VI) to provide the necessary information, including: about the composition and properties of batteries.

Car waste disposal

In accordance with the EU policy on environmental protection and waste management, when choosing the method of managing car waste, one should be guided by the principle of sustainable development, which requires rational waste management, guaranteeing ecological safety. The five-step waste hierarchy (Fig. 2) in accordance with the Waste Framework Directive [7] indicates the order of priorities in the law and policy regarding waste prevention and management. In accordance with the waste management strategy adopted in the EU, clearly aimed at reducing the amount of waste sent to landfills [63, 64] and increasing the level of recovery [65–67, 18], waste should first be prepared for reuse or should be recycled. If this is not possible for technological reasons or is not justified for ecological or economic reasons, the waste should be subjected to other recovery processes, e.g. energy recovery (thermal conversion of waste) using modern techniques that guarantee ecological safety and protection of human life and health.

End-of-life vehicles and used EEE equipment are a significant source of **plastic waste**. They can be subjected to mechanical recycling (this applies in particular to plastics with very good quality parameters) or raw material recycling. Energy recovery should be treated as a solution complementing recycling [23]. The currently EU-funded NONTOX project [68] aims to integrate industrial plastic waste into the circular economy and reduce unfavorable options such as landfilling and incineration. New recycling technologies developed under this project are intended to increase recycling rates of plastics, including:



Fig. 2. Waste hierarchy in accordance with the Waste Framework Directive [62]

Rys. 2. Hierarchia postępowania z odpadami zgodnie z dyrektywą ramową w sprawie odpadów [62]

niczeniom zgodnie z załącznikiem I do rozporządzenia (UE) 2023/1542 [18], chyba że spełnione są warunki tego ograniczenia. W przypadku baterii do LMT lub innych pojazdów, zgodnie z załącznikiem I do rozporządzenia (UE) 2023/1542 [18], obowiązują ograniczenia dotyczące zawartości rtęci i kadmu oraz ich związków. Zawartość ta nie może przekraczać 0,0005% mas. Hg i 0,002% mas. Cd. W przypadku baterii przenośnych do urządzeń ograniczenia mają dotyczyć także ołowiu i jego związków. Nowe rozporządzenie [18], w ramach nowelizacji dyrektywy 2006/66/WE [17], wprowadza (w określonym horyzoncie czasowym) wymogi dotyczące obliczenia śladu węglowego, m.in. dla baterii do pojazdów elektrycznych oraz baterii LMT. Określa też cele na najbliższe lata w zakresie odzysku materiałów (kobaltu, ołowiu, litu, niklu) z odpadów z wytwarzania baterii lub odpadów pokonsumenckich, ustanawiając minimalne poziomy zawartości materiałów pochodzących z recyklingu w bateriach przemysłowych oraz bateriach do pojazdów elektrycznych, bateriach LMT i bateriach SLI. Zgodnie z rozporządzeniem [18] baterie będą opatrzone odpowiednią etykietą i oznaczone kodem QR (jak określono w załączniku VI) w celu dostarczenia niezbędnych informacji, m.in. o składzie i właściwościach baterii.

Utylizacja odpadów samochodowych

Zgodnie z polityką UE dotyczącą ochrony środowiska i gospodarki odpadami, przy wyborze sposobu zagospodarowania odpadów samochodowych należy kierować się zasadą zrównoważonego rozwoju, która wymaga racjonalnej gospodarki odpadami, gwarantującej bezpieczeństwo ekologiczne. Pięciostopniowa hierarchia postępowania z odpadami (Rys. 2) zgodnie z dyrektywą ramową w sprawie odpadów [7] wskazuje kolejność priorytetów w przepisach prawa i polityce dotyczących zapobiegania powstawaniu odpadów oraz gospodarowania nimi. Zgodnie z przyjętą w UE strategią zagospodarowania odpadów, mającą jednoznacznie na celu zmniejszenie ilości odpadów kierowanych na składowiska [63, 64] oraz zwiększenie poziomu odzysku [65–67, 18], odpady należy w pierwszej kolejności przygotować do ponownego użycia lub poddać recyklingowi. Jeżeli nie jest to możliwe ze względów technologicznych lub nie jest uzasadnione ze względów ekologicznych lub ekonomicznych, odpady należy poddać innym procesom odzysku, np. odzyskowi energii (termiczne przekształcanie odpadów) z wykorzystaniem nowoczesnych technik gwarantujących bezpieczeństwo ekologiczne oraz ochronę życia i zdrowia ludzkiego.

Pojazdy wycofane z eksploatacji, jak i zużyty sprzęt EEE są znaczącym źródłem **odpadów tworzyw sztucznych**. Można je poddać recyklingowi mechanicznemu (dotyczy to w szczególności tworzyw sztucznych o bardzo dobrych parametrach jakościowych) lub surowcowemu. Odzysk energii należy traktować jako rozwiązanie uzupełniające recykling [23]. Finansowany obecnie

from WEEE and ELVs that contain hazardous substances such as flame retardants, stabilizers and fillers.

A global environmental problem is **rubber waste** from end-of-life vehicles, especially tires. The Landfill Directive 1991/31/EC [63] introduces a ban on landfilling used tires (excluding bicycle tires and tires with an outside diameter above 1 400 mm – Article 5 of the Directive [63], Article 122 of the Waste Act [10]). According to the regulations, they must be recycled or undergo another recovery process. Unlike products made of paper, glass, metal or plastic, recycling rubber products is not a simple matter [69]. In addition to rubber, the rubber compound contains active fillers (soot, silica), inactive fillers (kaolin, chalk, lithopone, *etc.*), plasticizers, anti-aging agents, flame retardants, and vulcanizing agents. Due to their construction and composition, recycling used tires requires expensive equipment and is much more difficult than recycling metals or glass, and the resulting recycle usually has worse properties than the starting material. The management of used tires [69–71] is mainly related to material recycling, energy recycling (combustion to obtain energy) or the possibility of their reuse in the automotive industry through retreading. Based on 2018 data collected by the European Tire & Rubber Manufacturers' Association (ETRMA), it is estimated that in Europe 45% of used tires are subjected to material recycling, 28% to energy recovery, 12% is trade in partially worn tires (export), and 6% are retreaded (Fig. 3) [69].

In EU countries, the obligation to collect and manage used tires (ELTs – End-of-Life Tires) is carried out through ELT management companies, the vast majority of which operate under EPR (Extended Producer Responsibility) [72]. In Poland, it is the Tire Utilization Center CUO.

Amendment of the ELV Directive

A review of the ELV Directive [16] was launched in 2021, resulting in a proposal for a new regulation in 2023 [73]. New circular rules in the automotive sector, aimed at ensuring efficient use of resources and protect-

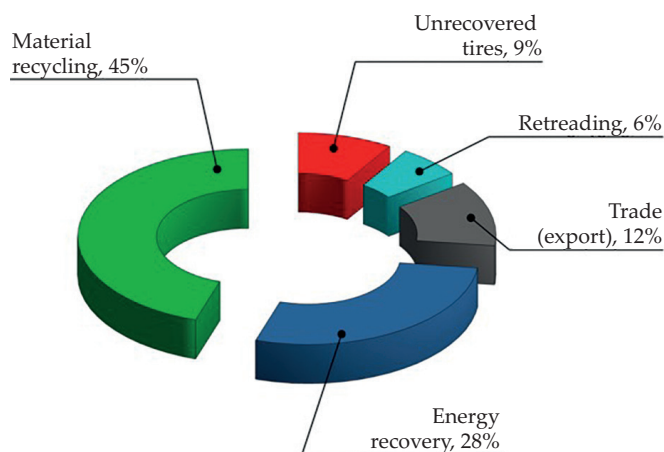


Fig. 3. Ways to manage end-of-life tires in Europe [69]

Rys. 3. Zagospodarowanie zużytych opon w Europie [69]

ze środków UE projekt NONTOX [68] ma na celu włączenie przemysłowych odpadów z tworzyw sztucznych do gospodarki o obiegu zamkniętym i ograniczenie niekorzystnych opcji, takich jak składowanie i spalanie. Nowe technologie recyklingu rozwijane w ramach tego projektu mają zwiększyć poziom recyklingu tworzyw sztucznych pochodzących m.in. z WEEE i ELV, które zawierają substancje niebezpieczne, takie jak środki zmniejszające palność, stabilizatory i napełniacze.

Globalny problem środowiskowy stanowią **odpady gumowe** pochodzące ze zużytych pojazdów, zwłaszcza opon. Dyrektywa 1991/31/WE, *ang. Landfill Directive* [63], wprowadza zakaz składowania na składowiskach zużytych opon (z wyłączeniem opon rowerowych oraz opon o średnicy zewnętrznej większej niż 1400 mm – art. 5 dyrektywy [63], art. 122 ustawy o odpadach [10]). Zgodnie z przepisami należy je poddać recyklingowi lub innemu procesowi odzysku. W przeciwieństwie do produktów wykonanych z papieru, szkła, metali czy tworzyw sztucznych recykling wyrobów gumowych nie jest sprawą prostą [69]. Oprócz kauczuku mieszanka gumowa zawiera napełniacze aktywne (sadza, krzemionka), napełniacze nieaktywne (kaolin, kreda, litopon itp.), plastyfikatory, środki przeciwstarzeniowe, antypireny (uniepalniacze) i środki wulkanizujące. Recykling zużytych opon ze względu na ich budowę i skład wymaga drogiego sprzętu i jest znacznie trudniejszy niż recykling metali czy szkła, a otrzymany recyklat ma zwykle gorsze właściwości niż materiał wyjściowy. Zagospodarowanie zużytych opon [69–71] wiąże się głównie z recyklingiem materiałowym, recyklingiem energetycznym (spalanie w celu pozyskania energii), czy też możliwością ich ponownego wykorzystania w motoryzacji poprzez ponowne bieżnikowanie. Na podstawie danych (2018 r.), zebranych przez Europejskie Stowarzyszenie Producentów Opon i Gumi (European Tyre & Rubber Manufacturers' Association – ETRMA), szacuje się, że w Europie 45% zużytych opon poddawanych jest recyklingowi materiałowemu, 28% odzyskowi energii, 12% to handel oponami częściowo zużytymi (eksport), a 6% poddaje się bieżnikowaniu (Rys. 3) [69].

W krajach UE obowiązek zbiórki i zagospodarowania zużytych opon (wycofanych z eksploatacji, *ang. ELTs – End-of-Life Tires*) realizowany jest za pośrednictwem firm zarządzających ELT, z których zdecydowana większość działa w ramach Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta ROP (*ang. EPR – Extended Producer Responsibility*) [72]. W Polsce jest to CUO – Centrum Utylizacji Opon Organizacja Odzysku S.A.

Nowelizacja dyrektywy ELV

W 2021 r. rozpoczęto przegląd dyrektywy ELV [16], w wyniku którego w 2023 r. przedstawiono wniosek dotyczący nowego rozporządzenia [73]. Nowe przepisy w zakresie obiegu zamkniętego w sektorze motoryzacyjnym, mające na celu zapewnienie efektywnego wyko-

ing the environment, are intended to replace the current Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles [16] and the related Directive 2005/64/EC on the type-approval of motor vehicles with regard to their reusability, recyclability and recoverability [74]. Draft new regulation [75] covers all aspects of a vehicle, from its design and placement on the market until its final treatment at the end-of-life. It assumes, among others: improving circular design of vehicles to facilitate the removal of materials, parts and components for reuse and recycling; ensuring that at least 25% of the plastics used to build the vehicle comes from recycling (of which 25% from recycled ELVs); recovering more and better-quality raw materials, including CRMs (critical raw materials), plastics, steel and aluminum. The proposed new regulations are intended to cover a larger number of vehicles. It is assumed that EU regulations will gradually be extended to new categories, such as motorcycles, lorries and buses, which will ensure their proper end-of-life treatment.

Authors contribution

D.K. – conceptualization, investigation, writing-original draft, writing-review and editing, supervision; A.S. – conceptualization, investigation, writing-original draft, writing-review and editing; J.W. – investigation, writing-original draft, writing-review and editing; K.S. – investigation, writing-original draft, writing-review and editing; A.K. – investigation, writing-original draft, writing-review and editing; K.W. – writing-original draft, visualization; J.L. – writing-original draft, visualization.

Funding

The research received no external funding.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Copyright ©2024 The publisher. Published by Łukasiewicz Research Network – Industrial Chemistry Institute. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



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] Regulation (EU) 2023/988 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 on general product safety, amending Regulation (EU) No 1025/2012 of the European Parliament and of the Council and Directive (EU) 2020/1828 of the European Parliament and the Council, and repealing Directive 2001/95/EC of the European Parliament and of the Council and Council Directive 87/357/EEC, *OJ L 135*, 23.5.2023, p. 1.
- [4] Council Directive 87/357/EEC of 25 June 1987 on the approximation of the laws of the Member States concerning products which, appearing to be other than they are, endanger the health or safety of consumers, *OJ L 192*, 11.7.1987, p. 49.
- [5] Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast), *OJ L 334* 17.12.2010, p. 17, corrected by Corrigendum, *OJ L 158*, 19.6.2012, p. 25.
- [6] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, *OJ L 327*, 22.12.2000, p. 1, as amended.
- [7] 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.
- [8] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, t.j. *Dz.U.* 2024 poz. 54 [consolidated text: *Journal of Laws* of 2024, item 54].
- [9] Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, t.j. *Dz.U.* 2023 poz. 1478, z późn. zm. [consolidated text: *Journal of Laws* of 2023, item 1478, as amended].

rzystania zasobów i ochronę środowiska, mają zastąpić obowiązującą obecnie dyrektywę 2000/53/WE dotyczącą pojazdów wycofanych z eksploatacji [16] i powiązaną z nią dyrektywę 2005/64/WE dotyczącą homologacji typu pojazdów mechanicznych pod względem ich przydatności do ponownego użycia, zdolności do recyklingu i odzysku [74]. Projekt nowego rozporządzenia [75] obejmuje wszystkie aspekty pojazdu, od jego projektu i wprowadzenia do obrotu, aż do jego ostatecznego przetwarzania po wycofaniu z eksploatacji. Zakłada m.in.: udoskonalanie projektowania pojazdów pod kątem obiegu zamkniętego, aby ułatwić usuwanie materiałów, części i komponentów w celu ich ponownego użycia i recyklingu; zapewnienie, aby co najmniej 25% tworzyw sztucznych wykorzystywanych do budowy pojazdu pochodziło z recyklingu (w tym 25% z pojazdów ELV pochodzących z recyklingu); odzyskiwanie większej ilości surowców lepszej jakości, w tym CRM (surowców krytycznych), tworzyw sztucznych, stali i aluminium. Proponowane nowe regulacje mają objąć większą liczbę pojazdów. Zakłada się, że regulacje UE będą stopniowo rozszerzane na nowe kategorie, takie jak motocykle, samochody ciężarowe i autobusy, co zapewni ich właściwe przetwarzanie po wycofaniu z eksploatacji.

- [10] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach, t.j. *Dz.U.* 2023 poz. 1587, z późn. zm. [consolidated text: *Journal of Laws* of 2023, item 1587, as amended].
- [11] Kolasa D., Łukomska A.: *Przemysł Chemiczny* **2021**, 100(7), 622.
<https://doi.org/10.15199/62.2021.7.2>
- [12] Kolasa D., Lach J., Wróbel K., Soszko M.: *Przemysł Chemiczny* **2022**, 101(1), 8.
<https://doi.org/10.15199/62.2022.1.1>
- [13] Regulation (EU) 2019/1020 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on market surveillance and compliance of products and amending Directive 2004/42/EC and Regulations (EC) No 765/2008 and (EU) No 305/2011, *OJ L* 169, 25.6.2019, p. 1, as amended.
- [14] European Parliament and Council Directive 94/62/EC of 20 December 1994 on packaging and packaging waste, *OJ L* 365, 31.12.1994, p. 10, as amended.
- [15] 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, as amended.
- [16] Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of-life vehicles, *OJ L* 269, 21.10.2000, p. 34, as amended.
- [17] 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.
- [18] Regulation (EU) 2023/1542 of the European Parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC, *OJ L* 191, 28.7.2023, p. 1, corrected by Corrigendum, *OJ L* 90243, 17.4.2024, p.1.
- [19] Kolasa D., Samsonowska K., Kaszuba A. *et al.*: *Polimery* **2022**, 67(6), 241.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2022.6.1>
- [20] Kolasa D., Stępkowska A., Wróbel J. *et al.*: *Polimery* **2022**, 67(9), 407.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2022.9.1>
- [21] Kolasa D., Lach J., Wróbel K. *et al.*: *Polimery* **2023**, 68(1), 32.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2023.1.5>
- [22] Kolasa D., Samsonowska K., Kaszuba A. *et al.*: *Polimery* **2023**, 68(9), 487.
<https://doi.org/10.14314/polimery.2023.9.5>
- [23] Rydarowski H., Kulawik A., Machnicka-Hławiczka M. *et al.*: „Odpady polimerowe pochodzące ze sprzętu elektrycznego i elektroniki oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji” w „Recykling odpadów polimerowych z elektroniki i pojazdów”, (red. Kozłowski M., Rydarowski H.), Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego, Radom 2012, p. 13.
- [24] <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/43694> (access date 14.05.2024)
- [25] Helps I.: „Plastics in European Cars, 2000–2008. Rapra Industry Analysis Report”, Rapra Technology Ltd., Shropshire 2001.
- [26] Čabalová I., Ház A., Krilek J. *et al.*: *Polymers* **2021**, 13(13), 2210.
<https://doi.org/10.3390/polym13132210>
- [27] Białasz S., Klepka T.: *Autobusy* **2017**, 6, 63.
- [28] Utrera-Barrios S., Verdejo R., López-Manchado M.Á. *et al.*: *European Polymer Journal* **2023**, 190, 112023.
<https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2023.112023>
- [29] <https://globegeek.pl/technologie/rola-i-znaczenie-gumy-we-wspolczesnym-przemysle> (access date 14.05.2024)
- [30] <https://larkis.pl/firma-larkis/blog/zastosowanie-gumy-w-przemysle-motoryzacyjnym> (access date 14.05.2024)
- [31] <https://powerrubber.com/gumy-techniczne-i-ich-zastosowanie-przewodnik-po-rodzajach/> (access date 14.05.2024)
- [32] De S.K., White J.R., Eds.: „Rubber Technologist’s Handbook”, Rapra Technology Ltd., Shropshire 2001.
- [33] <https://www.oponeo.pl/artukul/produkcja-opon> (access date 14.05.2024)
- [34] <https://www.plastech.pl/wiadomosci/Czy-guma-moze-byc-bardziej-zielona-18730> (access date 14.05.2024)
- [35] <https://zielonagospodarka.pl/opona-z-bieznikiem-w-niemal-100-z-materialow-odnawialnych-8566> (access date 14.05.2024)
- [36] <https://www.plastech.pl/wiadomosci/Dodatki-do-gumy-dla-zrownowazonej-produkcji-opon-19273> (access date 14.05.2024)
- [37] 2002/525/EC: Commission Decision of 27 June 2002 amending Annex II of Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L* 170, 29.6.2002, p. 81.
- [38] 2005/437/EC: Commission Decision of 10 June 2005 repealing Decision 2005/63/EC amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L* 152, 15.6.2005, p. 18.
- [39] 2005/438/EC: Commission Decision of 10 June 2005 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L* 152, 15.6.2005, p. 19.
- [40] 2005/673/EC: Council Decision of 20 September 2005 amending Annex II of Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L* 254, 30.9.2005, p. 69.
- [41] Directive 2008/33/EC of the European Parliament and of the Council of 11 March 2008 amending Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles, as regards the implementing powers conferred on the Commission, *OJ L* 81, 20.3.2008, p. 62.
- [42] 2008/689/EC: Commission Decision of 1 August 2008

- amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 225*, 23.8.2008, p. 10.
- [43] Directive 2008/112/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 amending Council Directives 76/768/EEC, 88/378/EEC, 1999/13/EC and Directives 2000/53/EC, 2002/96/EC and 2004/42/EC of the European Parliament and of the Council in order to adapt them to Regulation (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, *OJ L 345*, 23.12.2008, p. 68.
- [44] 2010/115/EU: Commission Decision of 23 February 2010 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 48*, 25.2.2010, p. 12.
- [45] Commission Directive 2011/37/EU of 30 March 2011 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 85*, 31.3.2011, p. 3.
- [46] Commission Directive 2013/28/EU of 17 May 2013 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 135*, 22.5.2013, p. 14.
- [47] Commission Directive (EU) 2016/774 of 18 May 2016 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 128*, 19.5.2016, p. 4.
- [48] Commission Directive (EU) 2017/2096 of 15 November 2017 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles, *OJ L 299*, 16.11.2017, p. 24.
- [49] 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.
- [50] Commission Delegated Directive (EU) 2020/362 of 17 December 2019 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles as regards the exemption for hexavalent chromium as anti-corrosion agent of the carbon steel cooling system in absorption refrigerators in motor caravans, *OJ L 67*, 5.3.2020, p. 116, corrected by Corrigendum, *OJ L 103*, 3.4.2020, p. 53.
- [51] Commission Delegated Directive (EU) 2020/363 of 17 December 2019 amending Annex II to Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council on end-of-life vehicles as regards certain exemptions for lead and lead compounds in components, *OJ L 67*, 5.3.2020, p. 119.
- [52] Commission Delegated Directive (EU) 2023/544 of 16 December 2022 amending Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council as regards the exemptions for the use of lead in aluminium alloys for machining purposes, in copper alloys and in certain batteries, *OJ L 73*, 10.3.2023, p. 5.
- [53] Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, t.j. *Dz.U.* 2020 poz. 2056 [consolidated text: *Journal of Laws* of 2020, item 2056].
- [54] <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20050250202> (access date 14.05.2024)
- [55] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 czerwca 2010 r. w sprawie listy materiałów, przedmiotów wyposażenia i części pojazdów, które mogą zawierać ołów, rtęć, kadm oraz sześciowartościowy chrom, *Dz.U.* 2010 nr 117 poz. 785 [*Journal of Laws* of 2010, No 117, item 785].
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] 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), as amended.
- [59] 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).
- [60] 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.
- [61] Regulation (EC) No 765/2008 of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 setting out the requirements for accreditation and repealing Regulation (EEC) No 339/93, *OJ L 218*, 13.8.2008, p. 30, as amended.
- [62] https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en (access date 14.05.2024)
- [63] Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, *OJ L 182*, 16.7.1999, p. 1, as amended.
- [64] Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending

- Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, *OJ L 150*, 14.6.2018, p. 100.
- [65] Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste, *OJ L 150*, 14.6.2018, p. 109.
- [66] Directive (EU) 2018/852 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste, *OJ L 150*, 14.6.2018, p. 141.
- [67] Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, *OJ L 155*, 12.6.2019, p. 1.
- [68] <https://cordis.europa.eu/article/id/430565-decontaminating-industrial-plastic-waste-to-ease-the-planet-s-burden> [<https://cordis.europa.eu/article/id/430565-decontaminating-industrial-plastic-waste-to-ease-the-planet-s-burden/pl>] (access date 14.05.2024)
- [69] <https://www.plastech.pl/wiadomosci/Sposoby-zagospodarowania-odpadow-gumowych-17048> (access date 14.05.2024)
- [70] Major M., Major I.: *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* **2014**, 2(14), 38.
- [71] Myhre M., Saiwari S., Dierkes W., Noordermeer J.: *Rubber Chemistry and Technology* **2012**, 85(3), 408. <https://doi.org/10.5254/rct.12.87973>
- [72] <https://www.etrma.org/key-topics/circular-economy/> (access date 14.05.2024)
- [73] https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_en (access date 14.05.2024)
- [74] Directive 2005/64/EC of the European Parliament and of the Council of 26 October 2005 on the type-approval of motor vehicles with regard to their reusability, recyclability and recoverability and amending Council Directive 70/156/EEC, *OJ L 310*, 25.11.2005, p. 10, as amended.
- [75] https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-regulation-circularity-requirements-vehicle-design-and-management-end-life-vehicles_en (access date 14.05.2024)

Received 14 V 2024.

Accepted 10 VI 2024.



Stowarzyszenie Wychowanków Politechniki Śląskiej w Gliwicach
oraz
Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte w Gdyni,
Polskie Towarzystwo Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej
zapraszają do udziału w
XIII Konferencji Naukowo-Technicznej
„DIAGNOSTYKA MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH 2025”
18–25 stycznia 2025 r., Malè, Włochy

Przewodniczący Komitetu Naukowego: dr hab. inż. Wojciech BŁAŻEJOWSKI, prof. PWr

Honorowy Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego: dr hab. inż. Maciej ROJEK

Przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego: dr hab. inż. Małgorzata SZYMICZEK, prof. PŚ

Tematyka konferencji:

- Metodyka badań nieniszczących
- Prognozowanie własności układów technicznych
- Diagnostyka polimerów w protetyce, implantologii, sporcie itp.
- Inteligentne materiały polimerowe
- Diagnostyka procesów wytwarzania
- Monitorowanie procesów syntezy i modyfikacji materiałów polimerowych
- Modelowanie układów i symulacja procesów

Wybrane prace rekomendowanych przez Komitet Naukowy (za dodatkową opłatą) zostaną opublikowane w czasopiśmie:

Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Polimery, Archives of Acoustics, Safety and Defence

Ważne terminy:

Zgłoszenie udziału – 15 listopada 2024 r.

Nadesłanie streszczeń – 30 listopada 2024 r.

Dokonanie opłaty – 30 listopada 2024 r.

Opłata konferencyjna:

Opłata za uczestnictwo: 4500,00 PLN - pokój dwuosobowy

Koszt opłaty osoby towarzyszącej: 4400,00 PLN*)

Opłata obejmuje: zakwaterowanie, wyżywienie, ubezpieczenie, materiały konferencyjne i imprezy towarzyszące

*) bez materiałów konferencyjnych

Miejsce konferencji: Hotel Sole***, Malè, Włochy

Informacje: polymer.diagnostic@gmail.com, tel. 502 533 317