

# ANALIZA ALTERNATIVA ZA FTALATE U ELEKTRIČNOJ I ELEKTRONSKOJ OPREMI



*Pripremile: Valentina Mart i Jasminka Ranđelović  
Alternativa za bezbednije hemikalije (ALHem)*

*Beograd, oktobar 2024.*





## Uvod

**A**lternativa za bezbednije hemikalije (ALHem) predstavlja dokument **Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi** (eng. *Electric and Electronic Equipment*, skraćeno **EEE**) koji je izrađen u okviru **zagovaračke inicijative koju sprovodi ALHem** zajedno sa svojom bazom podrške u **cilju ograničenja sadržaja ftalata u EEE** kao doprinos bržoj transpoziciji propisa EU u nacionalno zakonodavstvo iz oblasti upravljanja hemikalijama i otpadom. EU direktiva 2015/863/EU (poznata kao RoHS 3) ograničava upotrebu 4 ftalatna jedinjenja (dietilheksil ftalat (DEHP), dibutil ftalat (DBP), benzil butil ftalat (BBP) i diizobutil ftalat (DIBP)) u EEE u koncentracijama većim od 0,1 % i u EU se primenjuje od 22.07.2019. Međutim, ova direktiva još uvek nije transponovana u domaće propise ni posle 5 godina od obavezujuće primene u EU, što znači da se EEE sa toksičnim ftalatima može legalno naći na tržištu Srbije. **Ova analiza ima za cilj da pruži informacije snabdevačima EEE u Republici Srbiji o alternativama za ftalate koje koriste proizvođači u EU kako bi im se**

**olakšao prelaz na bezbednije alternative.**

Ftalati se najčešće koriste kao omekšivači za plastiku. U Evropi se svake godine proizvede oko milion tona ftalata - oko 80% se koristi za omekšavanje plastike - od čega se oko 95% koristi u proizvodnji polivinil hlorida (PVC)<sup>1</sup>. Bez dodavanja ftalata (ili drugih omekšivača), ova plastika bi bila tvrda i lomljiva. Polivinil hlorid je jedna od najproblematičnijih vrsta plastike u smislu njenog uticaja na životnu sredinu u svim fazama životnog ciklusa: u fazama proizvodnje, upotrebe i upravljanja otpadom<sup>2,3,4</sup>.

Ftalati su supstance koje dokazano deluju toksično po reprodukciju: štetno utiču na plodnost i plod, a neke - uključujući DEHP, DBP, BBP, DIBP – dokazano narušavaju rad endokrinog sistema- ovi ftalati poznati su kao endokrini disruptori (ED). Oni su naročito toksični ako uđu u organizam u ključnim životnim fazama, kao što su trudnoća (kada

<sup>1</sup> Available from: <https://www.plasticisers.org/plasticisers/>

<sup>2</sup> Thornton, J., Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials. A Healthy Building Network Report. 2002: University of Oregon. p. 132

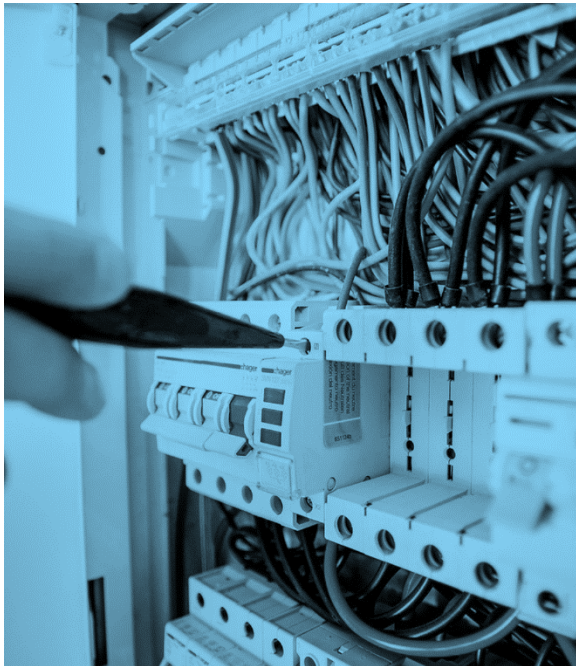
<sup>3</sup> Healthy Building Network (HBN), Toxic Chemicals in Building Materials. An Overview for Health Care Organizations. 2008, Healthy Building Network, Kaiser Permanente: Washington, DC. p. 14

<sup>4</sup> Asif, M., A. Davidson, and T. Muneer, Life Cycle of Window Materials - a Comparative Assessment. 2002, School of Engineering, Napier University, 10 Colinton Road, Edinburgh EH10 5DT, U.K.: Edinburgh. p. 13

## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

mogu uticati na razvoj ploda), u ranom detinjstvu i periodu adolescencije.

Podaci iz Izveštaja Evropske agencije za hemikalije o inspeksijskom nadzoru objavljen u decembru 2023. godine<sup>5</sup>, ukazuju na prekomerne koncentracije opasnih hemikalija u potrošačkim proizvodima na tržištu EU, kao što su ftalati, teški metali, bisfenol A i dr. Od 2400 ispitanih potrošačkih proizvoda, u oko 18 % uzoraka je dokazano prisustvo štetnih hemikalija u koncentracijama većim od propisanih EU regulativom. **Najveći broj neusaglašenih proizvoda (52%) se odnosio na električnu i elektronsku opremu, kao što su električne igračke, punjači, kablovi, slušalice i slično.** Neusaglašenost je utvrđena prevashodno **zbog prisustva olova u lemovima, ftalata u mekim plastičnim delovima ili kadmijuma u štampanim pločama.**



Rezultati istraživanja najvećeg humanog biomonitring projekta HBM4EU (2017-2022)<sup>6</sup> pokazali su direktnu izloženost populacije štetnim hemikalijama pomoću laboratorijskog određivanja koncentracije određenih hemikalija (izabrano 18 prioriternih supstanci/grupa supstanci) u biološkim uzorcima (urin, krv, kosa) u okviru EU mreže laboratorija i njihovog uticaja na zdravlje. **U urinu skoro svih testiranih uzoraka dece i tinejdžera (2880 uzoraka) pronađeni su metaboliti razgradnje ftalata.**

U ovom dokumentu prikazana je analiza postojećih dostupnih alternativa za zamenu toksičnih ftalata u EEE čija je koncentracija ograničena propisima EU, kao i prikaz alternativa za zamenu PVC kao materijala za proizvodnju kablova, prevashodno onih koji se primenjuju u EU.



<sup>5</sup>[Forum Report \(europa.eu\)](https://www.europa.eu)

<sup>6</sup> [HBM4EU – science and policy for a healthy future](https://www.hbm4eu.eu)

## Propisi Evropske Unije i Republike Srbije u vezi sa prisustvom opasnih supstanci u električnoj i elektronskoj opremi

**K**oličina otpada električne i elektronske opreme (EEE) koja se generiše svake godine ubrzano raste. Poznato je da EEE sadrži opasne supstance. U cilju zaštite zdravlja ljudi i životne sredine, još od 2002. godine, propisi EU ograničavaju upotrebu određenih opasnih supstanci. EU Direktivom 2002/96/EC propisana je zabrana prisustva šest supstanci (olovo, kadmijum, živa, hrom (VI), polibromovani bifenili, polibromovani difenil etri) u EEE sa obavezujućom primenom od 1. jula 2006. godine. Radi unapređenja kontrole prisustva opasnih supstanci u EEE, ova direktiva je 2011. godine preobražena u novu EU Direktivu 2011/65/EU o ograničenju upotrebe određenih opasnih supstanci u EEE (RoHS 2 Direktiva), kojom je proširen obim proizvoda obuhvaćenih RoHS 1 direktivom i nametnute su nove obaveze uvoznicima i proizvođačima električne i elektronske opreme. RoHS 2 Direktiva takođe nalaže da uvoznici ili proizvođači EEE sprovode procenu usaglašenosti i stavljaju CE oznake na sve proizvode koji su usklađeni sa ovim propisom.

RoHS 2 Direktiva je u 2015. godini izmenjena tako da je njen Aneks 2 dopunjen sa još četiri nove supstance iz grupe ftalata za koje su

propisana ograničenja prisustva u EEE (Tabela 1). U skladu sa ovim propisom u EU zabranjeno je stavljanje u promet EEE koja sadrži DEHP, BBP, DBP ili DIBP u koncentraciji većoj od 0,1 % masenog udela svake pojedinačne supstance. Ova Direktiva 2015/863, poznata kao RoHS 3, postala je obavezujuća u EU od 22. jula 2019.

**Tabela 1: Spisak ftalata čija je koncentracija ograničena u EEE**

Supstanca	CAS broj	EC broj
<b>Bis(2-etilheksil) ftalat (DEHP)</b>	117-81-7	204-211-0
<b>Benzil butil ftalat (BBP)</b>	85-68-7	201-622-7
<b>Dibutil ftalat (DBP)</b>	84-74-2	201-557-4
<b>Diizobutil ftalat (DIBP)</b>	84-69-5	201-553-2

Radi pojednostavljenja, u daljem tekstu će se koristiti termin EU RoHS Direktiva koja se odnosi na konsolidovanu verziju<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> EC 2024. Consolidated text: 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) (Text with EEA relevance). Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02011L0065-20160715>



## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

Supstance koje podležu ograničenjima prema RoHS Direktivi	Maksimalno dozvoljene koncentracije u EEE
Olovo (Pb)	0,1%
Kadmijum (Cd)	0,01%
Živa (Hg)	0,1%
Heksavalentni hrom (Cr(VI))	0,1%
Polibromovani bifenili (PBB)	0,1%
Polibromovani difenil etri (PBDE)	0,1%
Bis(2-etilheksil) ftalat (DEHP)	0,1%
Butil benzil ftalat (BBP)	0,1%
Dibutil ftalat (DBP)	0,1%
Diizobutil ftalat (DIBP)	0,1%

Ova EU direktiva postala je svetska praksa i mnoge druge zemlje imaju slične propise (Kina, Evroazijska ekonomska unija (EAEU), Indija, Saudijska Arabija, Turska, Ukrajina, Ujedinjeni Arapski Emirati i Velika Britanija). Iako propisi svake zemlje imaju istu nameru, a to je da spreče upotrebu toksičnih supstanci, postoje razlike među njima (npr. vrste supstance koje su ograničene, granične koncentracije, način obeležavanja, obuhvat propisa i dr.).

Da bi se stavljala na tržište EU potrebno je da EEE poseduje dokument o proceni usaglašenosti sa EU RoHS Direktivom (DoC) kao i da ima CE oznaku.

Kategorije EEE obuhvaćene RoHS Direktivom Evropske Unije su sledeće:

- veliki kućni aparati
- mali kućni aparati
- IT i telekomunikaciona oprema
- oprema široke potrošnje
- oprema za osvetljenje
- električni i elektronski alati
- električne igračke, oprema za slobodno vreme i sport
- medicinski aparati
- instrumenti za nadzor i kontrolu uključujući industrijske instrumente za nadzor i kontrolu
- automatski dozatori
- druga EEE koja nije obuhvaćena nijednom od gore navedenih kategorija.



RoHS Direktiva se ne primenjuje na:

- a) opremu koja je neophodna za zaštitu bezbednosti država članica, uključujući oružje, municiju i ratni materijal namenjen isključivo za vojne svrhe;
- b) opremu dizajniranu za slanje u svemir;
- c) opremu koja je posebno projektovana i koja treba da se instalira kao deo druge opreme koja ne potpada u delokrug ove Direktive, koja može da ispuni svoju funkciju samo ako je deo te opreme, i koji se može zameniti samo istom specijalno projektovanom opremom;
- d) velike stacionarne industrijske alate;

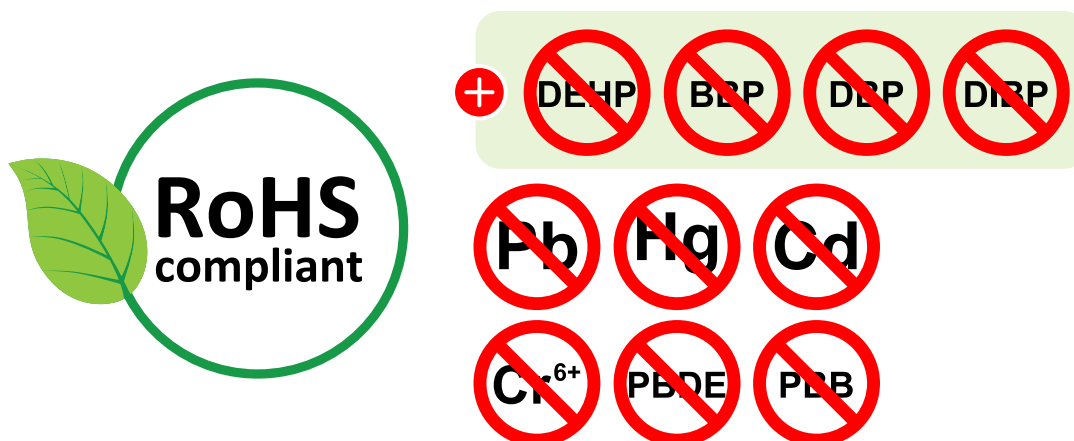
## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

- e) velike fiksne instalacije;
- f) prevozna sredstva za osobe ili robu, osim električnih vozila na dva točka koja nisu odobrena;
- g) nedrumske mobilne mašine dostupne isključivo za profesionalnu upotrebu;
- h) aktivne medicinske uređaje za implantaciju;
- i) fotonaponske panele namenjene za korišćenje u sistemu koji su projektovali, montirali i instalirali profesionalci za trajnu upotrebu na definisanoj lokaciji za proizvodnju energije iz sunčeve svetlosti za javne, komercijalne, industrijske i stambene primene;
- j) opremu koja je posebno dizajnirana isključivo za potrebe istraživanja i razvoja koja je dostupna samo na osnovu poslovanja između preduzeća;
- k) orgulje.

Definicija **EEE (električne i elektronske opreme)** prema RoHS Direktivi je sledeća:

**Električna i elektronska oprema** jeste proizvod čiji rad zavisi od električne struje ili elektromagnetnih polja, kao i oprema koja je namenjena za proizvodnju, prenos i merenje protoka i polja, razvrstani u jedan od razreda sa Liste razreda električne i elektronske opreme, a upotrebljavaju se kod napona koji ne prelazi 1000 V za naizmenični protok i 1500 V za jednosmerni protok.

U Republici Srbiji je započeta transpozicija EU RoHS Direktive **Zakonom o upravljanju otpadom** ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023) i **Pravilnikom o listi električnih i elektronskih proizvoda, merama zabrane i ograničenja korišćenja električne i elektronske opreme koja sadrži opasne materije, načinu i postupku upravljanja otpadom od električnih i elektronskih proizvoda** ("Sl. glasnik RS", br. 99/2010). Ovim propisima prenete su odredbe RoHS 1 direktive EU i one posle toga nisu dopunjavane niti menjane u skladu sa daljim razvojem ove direktive u EU, što znači da **odredbe koje se odnose na ograničenja ftalata u EEE, između ostalih, nisu transponovane u domaće zakonodavstvo.**



## Kablovi i prisustvo omekšivača (plastifikatora) u njima

**K**ao što je u uvodnom delu napomenuto, ftalati se kao aditivi koriste u velikim količinama za omekšavanje polivinil hlorida u plastičnim proizvodima, a takva PVC plastika se najviše koristi u EEE.

Delovi EEE koji mogu da sadrže fleksibilnu PVC plastiku i u njoj navedene ftalate kao aditive odnosno omekšivače su sledeći:

- kablovi,
- zatvoreni radijalni kuglični ležajevi,
- komponente od fleksibilne gume,
- delovi od sintetičke kože.

Najznačajnija upotreba fleksibilne PVC plastike u EEE su kablovi.

Kablovi koji se koriste za prenos električnih struja ili elektromagnetnih polja potpadaju pod definiciju EEE prema EU RoHS Direktivi.

Definicija **kablova** prema EU RoHS Direktivi je sledeća:

**Kablovi** označavaju sve kablove sa naponom manjim od 250 volti koji služe kao veza ili produžetak za povezivanje električne i elektronske opreme na električnu utičnicu ili za povezivanje dva ili više aparata jedan sa drugim.

Kablovi koji se proizvode i prodaju zajedno sa EEE smatraju se delom te opreme i stoga podležu ograničenjima prisustva ftalata navedenih u EU RoHS Direktivi. Za te kablove nije potrebno pribaviti sopstvenu dokument o proceni usaglašenosti DoC, a takođe nije

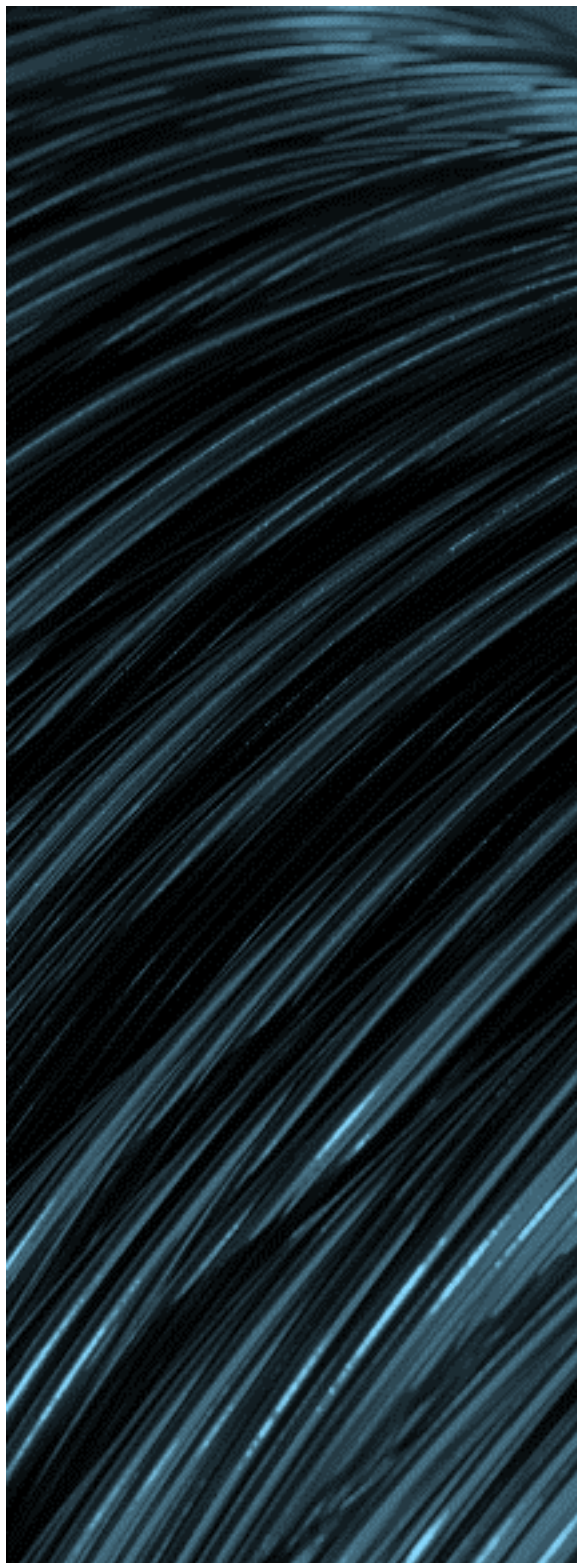
potrebna posebna CE oznaka, jer se to obezbeđuje za samu EEE. Ovo pravilo važi pod uslovom da se takvi kablovi isporučuju zajedno sa EEE. Kablovi koji čine deo električne ili elektronske opreme mogu biti unutrašnji (trajno pričvršćeni) ili eksterni (spoljno povezani i koji se mogu ukloniti, ali se prodaju zajedno sa određenom EEE). Eksterni kablovi koji se stavljaju na tržište odvojeno i koji nisu deo neke EEE takođe treba da ispunjavaju ograničenja koje se odnose na prisustvo ftalata. Za takve kablove potrebno je da imaju sopstveni dokument gde se procenjuje i dokazuje usaglašenost sa RoHS Direktivom, kao i da poseduju sopstvenu CE oznaku, sa relevantnim datumom.

Kabl je sklop jedne ili više žica za prenos električne energije ili podataka. Provodnik kabla je najčešće bakar ili aluminijum. Sledeći sloj u tipičnom kablju je izolacija, koja štiti žicu. Izolacija je napravljena od materijala koji nije provodan, poput plastike ili gume. Najčešće materijal koji se koristi za izolaciju je polivinil hlorid- PVC. Poslednji sloj kabla se naziva omotač. Najčešći se ovaj sloj pravi od PVC i poliolefina. Kod mnogih kablova između izolacije i omotača postoji i sloj najčešće napravljen od čelika.

Kablovi se koriste u mnogim sektorima, najčešće:

- u građevinarstvu,
- za električnu i elektronsku opremu, i
- za vozila (u kojima je automobilski sektor glavni podsektor).





Prema Izveštaju o PVC i PVC aditivima iz 2023. godine<sup>8</sup>, koji je sačinila Evropska agencija za hemikalije (eng. European Chemicals Agency- ECHA), godišnje se u EU za proizvodnju kablova koristi približno 466 000 tona PVC-a. Ova količina uključuje kablove koji se koriste u svim prethodno navedenim sektorima.

U EU naviše se stavljaju na tržište kablovi proizvedeni sa PVC fleksibilnom plastikom- oko 35-40%. Potom kablovi proizvedeni od polietilena- PE (uključujući PE niske/srednje/visoke gustine) i PE-X (umreženi ili poprečno vezani polietilen) sa tržišnim udelom od oko 33-38%. Kablovi otporni na plamen bez halogena (LSOH/HFFR „kablovi bez halogena“ – gde se upotrebljavaju smole kao što su poliolefini pomešani sa kopolimerom etilen vinil acetatom EVA) imaju tržišni udeo od oko 18%. Drugi, kao što su kablovi od silikonske gume, predstavljaju preostali tržišni udeo.

Zbog strožih zahteva za zaštitu od požara za građevinske materijale, ukupan tržišni udeo PVC kablova za građevinarstvo je značajno opao (sa oko 65 % u 2000. godini na oko 35 % u 2023. godini).

---

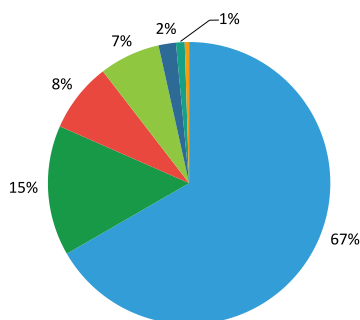
<sup>8</sup> [ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.](#)

## Alternativni materijali za PVC fleksibilnu plastiku

**Z**a proizvodnju kablova alternativni materijali koji se upotrebljavaju umesto PVC fleksibilne plastike su sledeći:

- kablovi bez halogena za građevinarstvo na bazi PE i EVA (10-15 % skuplji u odnosu na PVC kablove),
- PE-X (umreženi ili poprečno vezani polietilen) kablovi za vozila (10-20 % skuplji u odnosu na PVC kablove) i
- termoplastični elastomer- TPE za električnu i elektronsku opremu (152 % skuplji u odnosu na PVC kablove).

Za određene načine korišćenja postoje indikacije da se proizvodi ne mogu proizvesti korišćenjem PVC koji sadrže bezbednije alternativne omekšivače (plastifikatore). Za te svrhe potrebno je koristiti alternativne materijale za sam PVC, kao na primer za kablove visokog otpora koji su dostupni i za građevinarstvo (kablovi bez halogena) i za vozila (PE-X kablovi).



Takođe, u EU se razmatra rizik od upotreba PVC plastike, s obzirom da je PVC uvršten u dokument o Mapi puta EU za uvođenje novih ograničenja i zabrana<sup>9</sup> i za tu svrhu sačinjen je Izveštaj o PVC i PVC aditivima koji je pripremila ECHA 2023. godine. Najznačajniji zaključci iz ovog izveštaja preneti su i u ovaj dokument. U tom izveštaju razmatraju se svi načini upotrebe PVC i aditiva koji se dodaju u PVC, kao i sami rizici koji potiču od tih načina upotrebe. Poseban deo odnosi se na upotrebu tzv. fleksibilnog PVC, odnosno PVC gde su dodati omekšivači, i u samom izveštaju se zaključuje da upotreba fleksibilnog PVC doprinosi značajno ukupnom oslobađanju aditiva koji izazivaju zabrinutost u okolinu.

Tako se na Slici 1. može videti da četiri načina upotrebe fleksibilnog PVC čine 97% ukupnog procenjenog ispuštanja ftalata u okolinu: kablovi (67%), podovi (15%), veštačka koža (8%) i unutrašnjost automobila (7%).<sup>10</sup>



Slika 1. Doprinos ukupnom ispuštanju ftalata u okolinu u odnosu na način korišćenja (ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives)

<sup>9</sup> COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT 2022. Restrictions Roadmap under the Chemicals Strategy for Sustainability

<sup>10</sup> Ovde nije obuhvaćena procena ispuštanja omekšivača iz krovnog materijala (fleksibilni PVC kao materijala za krovove).

## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

Fleksibilni PVC u kablovima najviše doprinosi oslobađanju aditiva, odnosno 67% od ukupnih procenjenih ispuštanja.

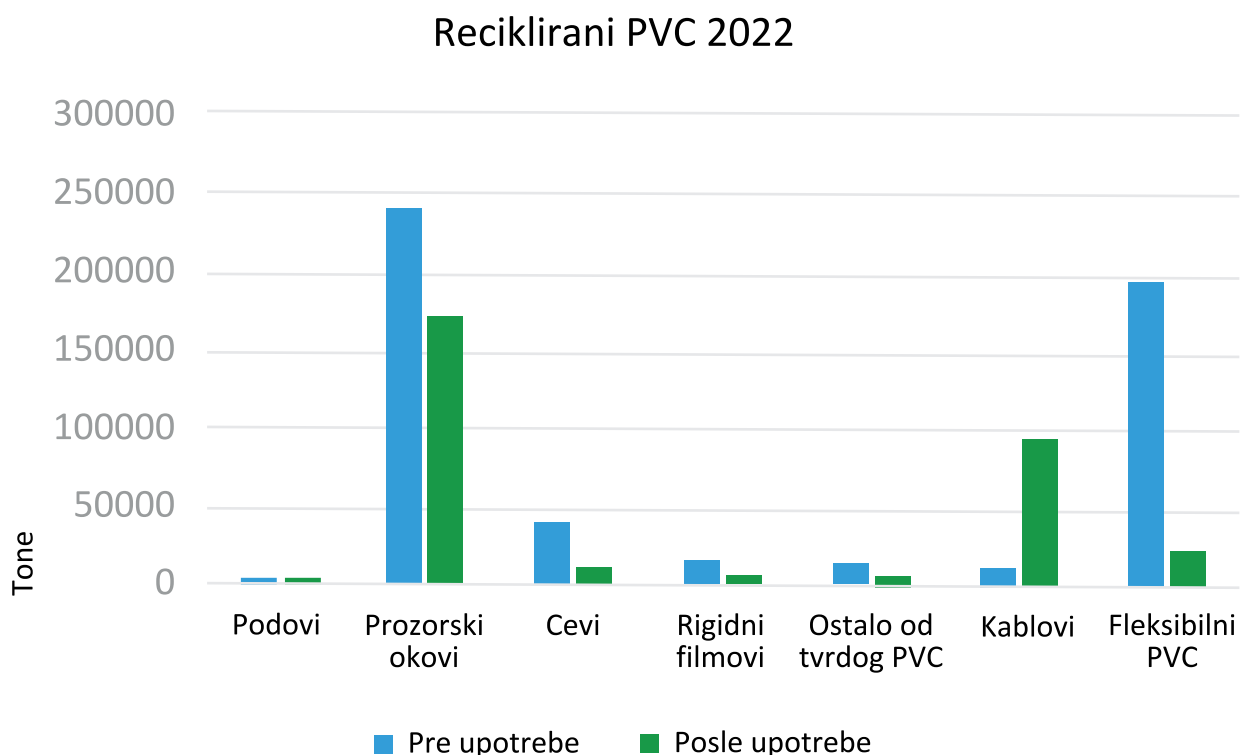
Pored toga u EU, 81% ukupnog recikliranog fleksibilnog PVC potiče od reciklaže kablova. Ovo se odnosi na reciklažu nakon upotrebe (Slika 2)<sup>11</sup>.

Iz tog razloga, kao i same prirode alternativnih supstanci koji se koriste u EU kao zamena za 4 ograničena ftalata iz EU RoHS Direktive, u Izveštaju o PVC i PVC aditivima kao preporuka je dato da je

potrebno dalje razmatrati izbacivanje upotrebe PVC u kablovima.

Zamena PVC-a alternativnim materijalima u kablovima bila bi jeftinija nego zamena PVC pri drugim upotrebama.

Pored toga, korišćenje drugih alternativnih materijala umesto PVC uticalo bi na smanjenje rizika za radnike, posebno u objektima za reciklažu fleksibilnog PVC iz kablova, s obzirom na količine koji se recikliraju.



Slika 2. Doprinos specifičnih proizvoda u recikliranim količinama PVC u 2022. godini

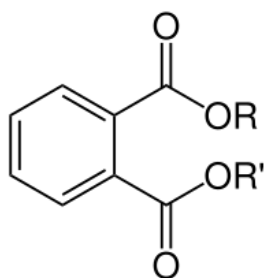
Izvor: VinylPlus Progress Report (VinylPlus, 2023)

<sup>11</sup> ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.

## Omekšivači (plastifikatori)

Omekšivači se mogu klasifikovati prema funkciji. Prema funkciji razlikuju se primarni i sekundarni omekšivači. Primarni omekšivači su supstance koje daju plastičnost PVC-u i kompatibilni su sa PVC. Sekundarni omekšivači su supstance koje pokazuju manju rastvorljivost i kompatibilnost sa PVC-om, a koje se mešaju sa primarnim omekšivačima da bi se smanjili troškovi i/ili poboljšala druga svojstva, npr. otpornost na požar.

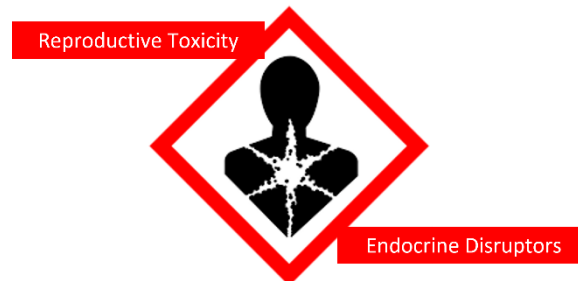
Preko 85% svih omekšivača koji se upotrebljavaju u EU koristi se za proizvodnju fleksibilnog PVC, a koji se dalje koristi za proizvodnju npr. za cevi (fleksibilne cevi), kablova, podova, fleksibilnu ambalažu, igračke i veštačku kožu. Najčešći omekšivači su estri kao što su adipati, azelati, citrati, benzoati, orto-ftalati, tereftalati, sebakati i trimelitati. Orto-ftalati su omekšivači koji se najčešće koriste i proizvode se reakcijom anhidrida ftalne kiseline sa više vrsta alkohola kao što su metanol, etanol i tridecil alkohol.



U ovom dokumentu razmatrane su sledeće grupe orto-ftalata:

- ftalati kraćeg lanca (dužina lanca niža od C4),
- ftalati srednjeg lanca (C4-C6),
- ftalati srednjeg lanca (C7-C8) i
- dugolančani ftalati (C9-C18).

U EU je došlo do prelaska sa orto-ftalata niske molekulske mase (DIBP, DBP, BBP, DEHP), koji su identifikovani kao supstance koje izazivaju zabrinutost<sup>12</sup> prema Uredbi REACH EU 1907/2006, uključeni u Aneks XIV i podložni ograničenjima (ograničenja pod rednim brojem 30 i 51 u Aneksu XVII REACH Uredbe) odnosno ftalata niske molekulske mase na ftalate veće molekulske mase.

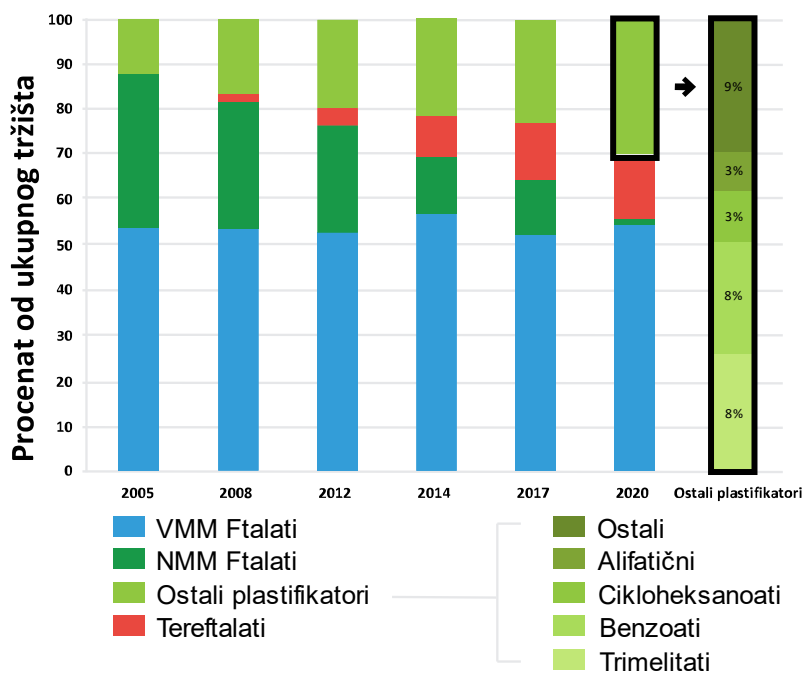


Međutim, van EU, orto-ftalati niske molekulske mase i dalje čine oko 35% globalne potrošnje, jer se proizvode i koriste u Kini, Indiji i drugim delovima Azije, Bliskog istoka, Afrike i Latinske Amerike.

<sup>12</sup> Supstance koje izazivaju zabrinutost- (eng. Substances of Very High Concern- SVHCs) mogu imati veoma opasna svojstva, i to: mogu uzrokovati rak (karcinogene supstance kategorije 1A i 1B); mogu oštetiti gene (mutagene supstance kategorije 1A i 1B); mogu dovesti do smanjenja plodnosti, pobačaja ili poremećaja u rastu i razvoju ploda ili dece (supstance toksične po reprodukciju kategorije 1A i 1B). Takođe, mogu imati takva svojstva da se teško razgrađuju i dugo ostaju u životnoj sredini, akumuliraju se u živim organizmima i mogu uzrokovati dugotrajne toksične efekte (perzistentne, bioakumulativne i toksične- PBT) ili da budu veoma perzistentne, veoma bioakumulativne - vPvB supstance) odnosno da predstavljaju ekvivalentnu zabrinutost, npr. da budu supstance koje remete rad endokrinog sistema (endokrini disruptori).

## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

Na Slici 3. prikazana je distribucija najčešće korišćenih omekšivača na evropskom tržištu.



Izvor: 2020 IHS and European Plasticisers estimates

Slika 3. Distribucija najčešće korišćenih omekšivača na tržištu EU<sup>13</sup>

Najčešće korišćeni omekšivači mogu se grupisati u sledeće grupe: orto-ftalati, tereftalati, trimelitati i benzoati. Od toga samo određeni omekšivači se koriste za kablove. (Tabela 2).

<sup>13</sup> ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.



## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

Tabela 2. Omekšivači kao aditivi koji se koriste u EU u kablovima<sup>14</sup>

Grupa	Hemijski naziv	EC broj	CAS broj	Količina (t) registracija Reach Uredbaa	Najznačajnija potencijalna opasnost	Identifikovani načini upotrebe
<b>Orto-ftalati Srednje dužine lanca C7-C8</b>	Di-"izononil" ftalat ( <b>DINP</b> )	249-079-5	28553-12-0	100000-1000000	Toks. po repr.,ED <sup>b</sup> (ZLj <sup>c</sup> na osnovu konstituenata, ŽS <sup>d</sup> ), PBT	Podovi, kablovi, pakovanje (hrana i dr.) veštačka koža, automobilska industrija
	Bis(2-propilheptil) ftalat ( <b>DPHP</b> )	258-469-4	53306-54-0	100000-1000000	Toks. po repr. ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, pakovanje, veštačka koža, automobilska industrija
	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, 1,2-diizononil estar ( <b>DINP</b> )	271-090-9	68515-48-0	10000-100000	Toks. po repr., ED (ZLj na osnovu konstituenata, ŽS), PBT	Podovi, kablovi, pakovanje (hrana i dr.) veštačka koža, automobilska industrija
<b>Orto-ftalati Dugolančani C9-C18</b>	Diundecil ftalat ( <b>DUP</b> )	222-884-9	3648-20-2	100-1000	Toks. po repr., ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, pakovanje, veštačka koža, automobilska industrija
	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti i linearni alkil estri ( <b>D911P</b> )	271-085-1	68515-43-5	1000-10000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, pakovanje, veštačka koža, automobilska industrija
	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C11-14-račvasti alkil estri ( <b>D1114P</b> )	271-089-3	68515-47-9	1000-10000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, pakovanje, veštačka koža, automobilska industrija
	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti alkil estri ( <b>DIDP</b> )	271-091-4	68515-49-1	100000-1000000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Podovi, kablovi, pakovanje (hrana i dr.) veštačka koža, automobilska industrija
	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C10-12-račvasti alkil estri ( <b>D1012P</b> )	700-989-5	#N/A	1000-10000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža
	bis(decil i/ili dodecil) benzen-1,2-dikarboksilat ( <b>DDP/DDDP</b> )	931-251-2	#N/A	1000-10000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža
	Bis(2-etilheksil) tereftalat ( <b>DOTP ili DEHTP</b> )	229-176-9	6422-86-2	100000-1000000		Podovi, kablovi, pakovanje (hrana i dr.), igračke, veštačka koža, automobilska industrija, medicinska primena

<sup>14</sup> ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.

## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

<b>Trimelitati</b>	1,2,4-Benzotrikarboksilna kiselina, tri-C9-11-alkil estri ( <b>T911TM</b> )	304-780-6	94279-36-4	1000-10000	Toks. po repr, ED (ZLj ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža, automobilska industrija
	1,2,4-Benzotrikarboksilna kiselina, smeša decil and oktil triestra ( <b>T810TM</b> )	290-754-9	90218-76-1	10000-100000	Toks. po repr, ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža, automobilska industrija
	Trioktil benzen-1,2,4-trikarboksilat ( <b>TOTM</b> )	201-877-4	89-04-3	1000-10000	Toks. po repr., ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža, automobilska industrija, medicinska primena
	Triizononil benzen-1,2,4- trikarboksilat ( <b>TINTM</b> )	258-847-9	53894-23-8	100-1000	Toks. po repr, ED (ZLj ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža, automobilska industrija
	Triizodecil benzen-1,2,4- trikarboksilat ( <b>TIDTM</b> )	253-138-0	36631-30-8	1000-10000	Toks. po repr., ED (ZLj, ŽS), PBT	Kablovi, veštačka koža, automobilska industrija

<sup>a</sup> Procenjena količina u tonama koja se stavlja na tržište prema podacima o registraciji ovih supstanci u skladu sa REACH Uredbom

<sup>b</sup> ED – endokrini disruptori

<sup>c</sup> ZLj- zdravlje ljudi

<sup>d</sup> ŽS- životnu sredinu

U Tabeli 3. data procenjene količina orto- ftalata koja se upotrebljava u kablovima. Procena je izvršena i na osnovu podatka da se omekšivači koriste u PVC u kablovima u koncentraciji između 25 i 30 %.

Tabela 3. Procenjena količina upotrebe orto-ftalata u kablovima izražena u tonama

Podgrupa	EC broj	CAS broj	Hemijski naziv	Količina (t)
<b>Orto-ftalati Srednje dužine lanca (C7-C8)</b>	249-079-5	28553-12-0	Di-"izononil" ftalat <b>DINP</b>	44360
	258-469-4	53306-54-0	bis(2-propilheptil) ftalat- <b>DPHP</b>	15840
	271-090-9	68515-48-0	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, 1,2-diizononil estar <b>D810P (DINP račvasti)</b>	2260
<b>Dugolančani Orto-ftalati (C9-C18)</b>	222-884-9	3648-20-2	Diundecil ftalat <b>DUP</b>	115
	271-085-1	68515-43-5	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti i linearni alkil estri <b>D911P</b>	685
	271-089-3	68515-47-9	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C11-14-račvasti alkil estri <b>D1114P</b>	835
	271-091-4	68515-49-1	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti alkil estri <b>D1DP</b>	16180
	700-989-5	-	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C10-12-račvasti alkil estri <b>D1012P</b>	825
	931-251-2	-	bis(decil i/ili dodecil) benzen-1,2-dikarboksilat <b>DDP/DDDP</b>	1120

Procenjena vrednost je bazirana na prosečnoj upotrebi omekšivača, udelu orto- ftalata (54 %) kao i distribuciji udela koja je proporcijalna registrovanoj količini supstance prema REACH Uredbi

## Analiza alternativa za ftalate u električnoj i elektronskoj opremi

Da bi se odredilo koji od navedenih omekšivača koji se upotrebljavaju u kablovima mogu smatrati bezbednijim alternativama u dokumentu- Izveštaj o PVC i PVC aditivima izvršena je kategorizacija „zabrinutosti“ za alternativne supstance koje se trenutno koriste. Takva kategorizacija izvršena je na osnovu opasnih svojstava supstance<sup>15</sup>. Takođe kategorizacija je izvršena i prema tome da li su dovoljno dostupni podaci i kojoj meri se tim podacima može potvrditi opasna svojstva koja ukazuju na određeni stepen zabrinutosti. Više o ovoj proceni možete pročitati u Prilogu 1. ovog dokumenta.

Supstance koje se koriste kao omekšivači su svrstane u četiri kategorije na osnovu procenjenog stepena zabrinutosti i to na veliku, srednju i malu zabrinutost, kao i u kategoriju u kojoj se nalaze supstance za koje trenutno nisu identifikovana svojstva koja izazivaju zabrinutost. Na osnovu ove procene u Tabeli 4. možete videti kako su supstance koje se koriste kao omekšivači u kablovima svrstane u jednu od četiri navedene kategorije, kao i procenjene količine koje se koriste u EU.

Tabela 4. Omekšivači koji se trenutno koriste u EU za proizvodnju kablova (2023. godina)<sup>16</sup>

	Velika zabrinutost	Srednja Zabrinutost	Mala Zabrinutost	Ne izaziva zabrinutost na osnovu sadašnjih saznanja
<b>Omekšivači koji se trenutno koriste u EU (procenjene količine u tonama)</b>		Orto-ftalati srednje dužine lanca (C7-C8): DINP (44 360 tona) DPHP (15 840 tona) D810P (2 260 tona) Trimelitati: T911M (145) T810TM (2 945) TOTM (785 tona) TINTM (205 tona) TIDTM (485 tona) tBuTPP (2 265 tona)	Dugolančani orto-ftalati (C9-C18) DUP (115 tona) D911P (685 tona) D114P (835 tona) DIDP (16 180 tona) DDP and DDDP (1 120 tona) D1012P (825 tona)	DOTP(21 315 tona)

<sup>15</sup> U vezi sa tim proveravano je da li supstance imaju karcinogena, mutagena odnosno svojstva koja ukazuju je supstanca toksična po reprodukciju kategorije 1A i 1B, odnosno da supstanca ima specifičnu toksičnost za ciljni organ kod višekratna izloženost STOT RE 1 ili da je perzistentna, bioakumulativna i toksična supstanca- PBT ili da je veoma bioakumulativna i veoma perzistentna substance vPvB.

<sup>16</sup> ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.

## Zaključak

**N**ajčešće korišćeni orto-ftalati koji se koriste kao alternativa za ftalate koji su ograničeni RoHS Direktivom su DINP, DPHP i DIDP (DINP i DIDP podležu ograničenju pod rednim brojem 52 u Aneksu XVII REACH Uredbe za druge načine korišćenja, ali se ne odnosi na EEE). Alternativni omekšivač DOTP (dioktil tereftalat, EC broj: 229-176-9, CAS broj: 6422-86-2) trenutno nije identifikovan kao supstanca koja izaziva zabrinutost. DINCH (1,2-cikloheksan dikarboksilna kiselina diizononil estar, EC broj: 431-890-2, CAS broj: 166412-78-8), koji nije na listi prioriternih aditiva, mogao bi biti potencijalna alternativa, ali je njegova dostupnost manja od DOTP. To je razlog zašto nije obuhvaćen pri analizi alternativa.

DOTP bi mogao da zameni DINP i DIDP u standardnim kablovima, podovima, ambalaži i veštačkoj koži. DOTP već postepeno zamenjuje DINP u EU, npr. u podovima.

Na osnovu informacija iz industrije, DINP može da se zameni sa DOTP bez značajnih uticaja na performanse. Glavni problem je moguća razlika u ceni dva omekšivača, jer je po podacima iz 2022. godine, DOTP u proseku skuplji za 50 evra po toni od DINP i DIDP. Potražnja i dostupnost DOTP-a na svetskom tržištu je uticala da se smanji njegova cena i bude uporediva sa cenom DINP.

Drugi orto-ftalati srednjeg lanca i trimelitati mogu potencijalno biti zamenjeni orto-ftalatima dugog lanca. Na primer, DPHP se može zameniti sa DIDP ili DUP u kablovima

koji zahtevaju otpornost na visoke temperature. Na osnovu raspoloživih informacija cene DPHP i DIDP su približne, pa bi troškovi ove zamene uglavnom podrazumevali troškove neophodne za samo preformulisanje smeše, dok je cena DUP dvostruko veća od cene DIDP. Trimelitati imaju istu cenu kao orto-ftalati dugog lanca.

Mnogi omekšivači srednjeg i malog stepena zabrinutosti se uglavnom proizvode u EU, osim DUP-a (100 % iz uvoza) i DBTP-a (90 % iz uvoza). DINP i DIDP se gotovo u potpunosti proizvode u EU (0,2–2,4 % iz uvoza), dok se DOTP prvenstveno uvozi (67%), uglavnom iz Južne Koreje, SAD, Kine i Turske.

DINP i DOTP se mogu koristiti kao alternativa za standardne kablove u građevinarstvu. Obično su takvi kablovi otporni na požar do 70°C.

Za zahtevnije primene, gde je potrebno da kablovi budu otporniji na visoke temperature (tj. do 80°C), poželjni su ftalati veće molekulske mase, kao što su DIDP i DPHP, zbog njihovog manjeg napona pare.

Kada je potrebna još veća otpornost na temperature (tj. do 105°C ili do čak 130°C), kao što je za neke kablove u automobilskom sektoru, često se primenjuju trimelitati, jer pored omekšavanja plastike, daju PVC i otpornost na toplotu.

Dakle, da zaključimo, bezbednije alternative za koje nije identifikovano da imaju svojstva





## Prilog 1. Procena opasnih svojstava supstanci koje se koriste kao omekšivači

Ovaj prilog urađen na osnovu podataka iz ECHA Izveštaja o PVC i PVC aditivima koji je pripremila ECHA 2023. godine.<sup>17</sup>

### ORTO-FTALATI

U EU je došlo do prelaska u primeni određenih ftalata kao omekšivača i to orto-ftalata kratkog lanca i orto-ftalata srednjeg lanca na orto-ftalate veće molekulske mase zbog usvajanja određenih regulatornih mera, a nakon identifikacije nekih od ovih supstanci kao supstance koje izazivaju zabrinutost (SVHC).

Među orto-ftalatima postoji 6 supstanci koje su identifikovane kao SVHC u ovom momentu:

- 3 supstance (BBP, DBP, DIBP) koje su Toks. po repr. 1B (H360Df) i imaju ED svojstva po zdravlje ljudi
- 1 supstanca (DEHP) Toks. po repr. 1B (H360FD) i sa ED svojstvom po ljudsko zdravlje i životnu sredinu
- 2 supstance Toks. po repr. 1B: DIHP (H360D) i D711P (H360Df).

Kao posledica toga, nijedan od orto-ftalata kratkog lanca i orto-ftalata srednjeg lanca nije u upotrebi u PVC-u na tržištu EU, osim DEHP u medicinskim proizvodima.

U dokumentu o Proceni regulatornih potreba (eng. Assessment of Regulatory Needs, skraćeno ARN) za orto-ftalate koju je uradila Evropska agencija za hemikalije- ECHA,

navedeno je da orto-ftalati srednjeg lanca (C7- C8) (DINP i DPHP) verovatno nisu ili nisu tako moćne reproduktivno toksične supstance kao orto-ftalati sa kraćim alkil lancima. Sa druge strane, Evropska agencija za bezbednost hrane (*engl. European Food Safety Authority, EFSA*) je u ažuriranju procene rizika za pet ftalata zaključila da bi mali ili prolazni reproduktivni efekti DINP mogli da doprinesu reprotoksičnim efektima drugih ftalata nakon kombinovanog izlaganja.

Određena svojstva orto-ftalate srednjeg lanca ukazuju da te supstance mogu da remete endokrini sistem i to:

- 1) potencijalno prisustvo sastojaka sa kraćim alkil lancem u njihovom sastavu,
- 2) identifikovani efekti na štitnu žlezdu uočeni u toksikološkim studijama dostupnim za DPHP. Za DINP i DPHP se trenutno vrši evaluacije dosijea radi provere ovih svojstava.

Za dugolančane (C9-C18) orto-ftalate, u Proceni regulatornih potreba (ARN) za orto-ftalate se zaključuje da dostupni eksperimentalni podaci ne ukazuju na jasnu reproduktivnu toksičnost ovih supstanci i čini

<sup>17</sup> ECHA 2023. Investigation report on PVC and PVC additives.

se da ove supstance nemaju svojstva toksičnosti po reprodukciju, kao i svojstva u vezi sa endokrinim poremećajima, kao što ih imaju orto-ftalati sa kraćim lancima.

Međutim, ne može se eksplicitno zaključiti jer su adekvatni podaci dostupni samo za nekoliko supstanci, a podaci o identitetu supstance za ove supstance nepoznatog ili promenljivog sastava -UVCB supstance (UVCB- *unknown or variable composition*) ukazuju na to da one mogu sadržati sastojke slične orto-ftalatima srednjeg lanca (C4-C6). U ovom slučaju, nekoliko supstanci je trenutno predmet evaluacije kako bi se razjasnila ta zabrinutost.

Stoga, iako su orto-ftalati srednje dužine lanca (C7-C8) i dugolanačani orto-ftalati (C9-C18) predmet dalje procene u Evropskoj agenciji za hemikalije- ECHA, na osnovu dostupnih informacija smatra se da će se kod orto-ftalata srednje dužine lanca (C7 -C8) verovatno dokazati svojstva endokrinih disruptora, a da je to manje verovatno za dugolančane orto-ftalate (C9-C18).

Pored toga, potencijal za PBT/vPvB (PBT-perzistentna, bioakumulativna i toksična,

vPvB- veoma perzistentna i veoma bioakumulativna) svojstva je takođe identifikovan za orto-ftalate srednjeg lanca (C7-C8) pošto oni potencijalno bioakumulativni na osnovu vrednosti za log Kow<sup>18</sup>.

Iako su u registracionim dosijeima identifikovane kao lako biorazgradive supstance, zbog nedostatka podataka, to se ne može u potpunosti tvrditi. Kao što je gore pomenuto, i DINP i DPHP su trenutno predmet evaluacije i u ovom pogledu.

Iako podaci o migracijama ukazuju na malu migraciju orto-ftalata velike molekulske mase (npr. DINP, DIDP), oni su ipak detektovani u biološkim uzorcima kod ljudi. Nedavni rezultati velike EU biomonitoring studije HBM4EU (HBM4EU, 2023) ukazuju na široko rasprostranjenu izloženost ljudi ovim jedinjenjima, a posebno novorođenčadi i dece za koje se čini da su izloženi višim nivoima od odraslih.

Iako glavni izvor izloženosti orto-ftalatima visoke molekulske mase može biti preko materijala u kontaktu sa hranom, drugi izvori izloženosti se ne mogu u potpunosti odbaciti.

---

<sup>18</sup> Za organske supstance potencijal bioakumulacije određuje se pomoću koeficijenta raspodele oktanol/voda izraženog kao log Kow.

### TEREFTALATI

Prema proceni regulatornih potreba (ARN) za tereftalate koju je uradila Evropska agencija za hemikalije, pretpostavlja se da postoji potencijalna toksičnost dibutil tereftalata (DBTP) za štitnu žlezdu. Naime, za multi-konstituentnu supstancu C4-C6 tereftalat (EC 946-149-3) postoje studije koje ukazuju na toksičnost za štitnu žlezdu. Kako je supstanca dibutil tereftalat (DBTP) linearni sastojak multi-konstituentne supstance C4 -C6 tereftalata (EC 946-149-3), pretpostavlja se da i supstanca DBTP ima potencijalnu toksičnost za štitnu žlezdu.

Za DOTP nisu identifikovana opasna svojstva koje bi svrstale ovu supstancu u supstance koje izazivaju zabrinutost.

Ni za jedan od tereftalata nije identifikovano da ima PBT/vPvB svojstva.

Stoga, iako je multi-konstituentna supstanca C4-C6 tereftalat (EC 946-149-3), a samim tim i DBTP, i dalje predmet procene u ECHA, na osnovu trenutnih informacija očekuje se da će se potvrditi da ta supstanca ima svojstva u vezi sa endokrinim poremećajima.

### TRIMELITATI

Na osnovu Procene regulatornih potreba (ARN) za trimelitate koju je uradila Evropska agencija za hemikalije, na osnovu dostupnih podataka ne može se doneti jasan zaključak da ove supstance imaju svojstva toksičnosti po reprodukciju, kao i svojstva endokrinih disruptora, ali je potrebno dobiti dodatne podatke da bi se ova tvrdnja potvrdila. Ipak, neki od dostupnih podataka ukazuju na potencijalna svojstva endokrinih disruptora.

Kao što je ranije pomenuto, iako su ove supstance i dalje predmet dalje evaluacije, na osnovu trenutnih informacija očekuje se da će se verovatno potvrditi da ove supstance imaju svojstva endokrinih disruptora.

Dostupni podaci za ove supstance ne dozvoljavaju da se zaključi ni o PBT/vPvB svojstvima i ova opasnost se takođe razmatra u daljoj proceni dosijea.

Nekoliko supstanci koje pripadaju ovoj grupi trenutno su predmet evaluacije kako bi se razjasnila ova nedoumica.

## Prilog 2. Spisak skraćenica supstanci

Skraćenica	Hemijski naziv	EC Broj	CAS Broj
<b>DEHP</b>	Bis(2-etilheksil) ftalat	204-211-0	117-81-7
<b>BBP</b>	Benzil butil ftalat	201-622-7	85-68-7
<b>DBP</b>	Dibutil ftalat	201-557-4	84-74-2
<b>DIBP</b>	Diizobutil ftalat	201-553-2	84-69-5
<b>DIHP</b>	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C6-8-razgranati alkil estri	276-158-1	71888-89-6
<b>DINCH</b>	1,2-cikloheksan dikarboksilna kiselina diizononil estar,)	431-890-2	166412-78-8
<b>D711P</b>	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C7-11-razgranati i linearni alkil estri	271-084-6	68515-42-4
<b>DINP</b>	Di-"izononil" ftalat	249-079-5	28553-12-0
<b>DPHP</b>	Bis(2-propilheptil) ftalat	258-469-4	53306-54-0
<b>DINP</b>	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, 1,2-diizononil estar	271-090-9	68515-48-0
<b>DUP</b>	Diundecil ftalat	222-884-9	3648-20-2
<b>D911P</b>	1,2-Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti i linearni alkil estri	271-085-1	68515-43-5
<b>D1114P</b>	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C11-14-račvasti alkil estri	271-089-3	68515-47-9
<b>DIDP</b>	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C9-11-račvasti alkil estri	271-091-4	68515-49-1
<b>D1012P</b>	1,2- Benzendikarboksilna kiselina, di-C10-12-račvasti alkil estri	700-989-5	#N/A
<b>DDP/DDDP</b>	bis(decil i/ili dodecil) benzen-1,2-dikarboksilat	931-251-2	#N/A
<b>DOTP ili DEHTP</b>	Bis(2-etilheksil) tereftalat	229-176-9	6422-86-2
<b>T911TM</b>	1,2,4-Benzentrikarboksilna kiselina, tri-C9-11-alkil estri	304-780-6	94279-36-4
<b>T810TM</b>	1,2,4-Benzentrikarboksilna kiselina, smeša decil and oktil triestra	290-754-9	90218-76-1
<b>TOTM</b>	Trioktil benzen-1,2,4- trikarboksilat	201-877-4	89-04-3
<b>TINTM</b>	Triizononil benzen-1,2,4- trikarboksilat	258-847-9	53894-23-8
<b>TIDTM</b>	Triizodecil benzen-1,2,4- trikarboksilat	253-138-0	36631-30-8
<b>tBuTPP</b>	Tert-butilfenildifenil fosfat	939-505-4	#N/A



# ALHem

Alternativa za  
bezbednije  
hemikalije

Safer  
Chemicals  
Alternative

Copyright © ALHem 2024