

# Współczynnik LCI jako podstawowe kryterium oceny zdrowotnej emisji lotnych związków organicznych z wyrobów budowlanych

Inż. Małgorzata Buczyńska, mgr inż. Anna Goljan, Instytut Techniki Budowlanej

## 1. Wprowadzenie

Rozporządzenie (UE) nr 305/2011 ds. wyrobów budowlanych (CPR) [1] ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych na rynek europejski zdefiniowało normy zharmonizowane oraz europejskie dokumenty oceny jako zharmonizowane specyfikacje techniczne. Ich celem jest ocena właściwości użytkowych wyrobów budowlanych w odniesieniu do zasadniczych charakterystyk. Jedną z nich stanowi „uwalnianie substancji niebezpiecznych”, dla której oprócz ujednoczonych wymagań w zakresie emisji formaldehydu nie udało się zharmonizować przepisów krajowych w obszarze substancji niebezpiecznych. Najbardziej zaawansowane działania, zmierzające do wprowadzenia zaakceptowanych przez wszystkie państwa członkowskie wymagań, poczyniono w kierunku oceny emisji lotnych związków organicznych, czego wyrazem jest projekt klasyfikacji emisji lotnych związków organicznych Komisji Europejskiej pod nazwą Commission Delegated Regulation (EU) on the classification of performance of construction products in relation to their emissions of volatile organic compounds into indoor air [2]. Wprowadza on jako jedno z głównych kryteriów oceny emisji LZO z wyrobów parametr EU-LCI w odniesieniu do poszczególnych związków chemicznych.

## 2. Ocena wpływu na zdrowie emisji LZO z wyrobów budowlanych

Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) oraz European Collaborative Action (ECA) od wielu lat wskazują zagrożenia dla zdrowia wywołane zanieczyszczeniem powietrza wewnętrznego [3–6]. We wnętrzach jedną z powszechnie występujących grup związków mających negatywne działanie dla człowieka są lotne związki organiczne. Mogą one powodować bóle głowy, podrażnienia błon śluzowych oczu, nosa i gardła oraz zaburzenia układu nerwowego, wywoływać alergię, choroby układu oddechowego oraz w skrajnych przypadkach przyczynić się do powstawania komórek nowotworczych, mutagennych i teratogennych.

## 3. Geneza wartości LCI

Wyroby budowlane stanowią znaczące źródło emisji lotnych związków organicznych, których stężenie wewnątrz obiektów

mieszkalnych, szkół, szpitali powinno być na bezpiecznym poziomie w szczególności podczas długotrwałego przebywania w pomieszczeniu, przy ograniczonej wymianie powietrza. Progowe wartości stężeń LZO emitowane z wyrobów budowlanych, które nie zagrażają zdrowiu, zostały nazwane „najniższym stężeniem znaczącym” LCI (ang. *Lowest Concentration of Interest*) i opisane w Raporcie ECA nr 18 w 1997 roku [7]. Początkowo wartości LCI wyznaczono w oparciu o Wytyczne dotyczące jakości powietrza WHO [6] oraz najwyższe dopuszczalne wartości na stanowiskach pracy (NDS) zgodnie z wymaganiami w Danii, Niemczech, Wielkiej Brytanii oraz Stanach Zjednoczonych Ameryki. Wybrane wartości NDS podzielono przez bezpieczny współczynnik, który odzwierciedla różnicę pomiędzy narażeniem w pomieszczeniach, a na stanowiskach pracy. W przypadku braku poziomu dopuszczalnego ustalonego dla substancji stwierdzonej w powietrzu, do wyznaczenia parametru LCI stosowano wartość dopuszczalną dla substancji o podobnej chemicznej budowie i porównywalnej ocenie toksykologicznej. Na podstawie Raportu ECA nr 18 w Niemczech w 2000 r. Komitet ds. Oceny Wpływu na Zdrowie Wyrobów Budowlanych (niem. *Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten*) opublikował wytyczne AgBB [8], zawierające zasady opracowania wartości LCI, służące ocenie emisji LZO z wyrobów budowlanych na potrzeby aprobat technicznych. Podstawą do wyznaczania wartości LCI stały się dopuszczalne maksymalne stężenia na stanowiskach pracy MAK (niem. *Maximale Arbeitsplatz-Konzentration*) [9] w Niemczech. Wartości MAK zostały uaktualnione i opublikowane na oficjalnej liście TRGS 900 [10]. W przypadku ich braku, procedura dopuszcza stosowanie NDS-ów z innych krajów UE, a w dalszej kolejności USA [11]. Przy pracach nad tworzeniem wartości LCI zwrócono uwagę na różnice wynikające z odmiennych warunków narażenia na czynniki szkodliwe pomiędzy stanowiskami pracy a pomieszczeniami użyteczności publicznej. W wyniku prac wielu ekspertów z AgBB udało się wyznaczyć wartość LCI dla 170 związków chemicznych. Podczas gdy krajowy system oceny emisji LZO w Niemczech został już opracowany, we Francji Agencja do Spraw Zdrowia, Bezpieczeństwa, Środowiska i Stanowisk Pracy, (AFSSET przekształciła się w 2010 roku w Agencję do Spraw Zdrowia, Bezpieczeństwa Pożywienia, Środowiska i Stanowisk Pracy ANSES) opracowała zasady wyznaczania wartości LCI, które opisano w Raporcie ECA nr 27 „Harmonisation framework for indoor

products labelling schemes in the EU" [11]. Główne założenia procedury AFSSET były tożsame z AgBB. Istotna różnica pomiędzy systemami polegała na preferencjach w wytypowaniu wartości odniesienia przy wyznaczaniu wartości LCI. AFSSET w pierwszej kolejności uwzględniała dane toksykologiczne, dotyczące wpływu substancji lotnych na zdrowie człowieka w powietrzu wewnętrznym. Kolejno wartościami odniesienia były dane toksykologiczne ciągłego narażenia na działanie czynników szkodliwych w wyniku ich inhalacji, pochodzące z zasobów światowych organizacji, a dopiero później brano pod uwagę wartości NDS. Mimo dużego nacisku na stworzenie listy opartej na podstawie danych toksykologicznych, uwzględniających dane statystyczne wpływu LZO na zdrowie człowieka w warunkach użytkowania, udało się wyznaczyć wartość LCI jedynie dla 29 spośród 165 substancji umieszczonych na liście AFSSET. Pozostałe wartości LCI we francuskim systemie oparto na dopuszczalnych stężeniach wyznaczonych dla stanowisk pracy.

#### 4. Harmonizacja wartości LCI

Potrzeba stworzenia przejrzystego, jednolitego sposobu oceny emisji LZO z wyrobów budowlanych na zdrowie stosowana do oznakowaniu CE, stała się podstawą harmonizacji wartości LCI. Do tego celu w 2011 roku została powołana grupa robocza EU-LCI składająca się z toksykologów oraz ekspertów w dziedzinie emisji LZO. Do zadań grupy należało opracowanie zharmonizowanej procedury wyznaczenia wartości LCI opartej na liście AgBB (Niemcy) i AFSSET/ANSES (Francja). Dodatkowo grupa miała stworzyć elastyczne zasady aktualizacji stworzonej listy wartości EU-LCI, z uwagi na liczbę związków jak i wartości LCI zgodnie z zmieniającym się stanem wiedzy, m.in. wyników badań przeprowadzonych w oparciu o wymagania rozporządzenia REACH [13]. Pierwsze wyniki prac międzynarodowej grupy ekspertów WG EU-LCI zostały przedstawione w raporcie ECA no 29 „Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept” [14] wydanym w 2013 roku. Najważniejszym osiągnięciem zespołu ekspertów było zdefiniowanie wartości EU-LCI jako wartości stężenia substancji, która w wyniku inhalacji ma wpływ na zdrowie człowieka. Koncentracja związku chemicznego, emitowanego z kontrolowanego wyrobu budowlanego, oceniana będzie po 28 dniach od rozpoczęcia badania w komorze laboratoryjnej, zgodnie z wymaganiami specyfikacji technicznej CEN/TS 16516:2013 [1]. Grupie udało się również zebrać szereg danych toksykologicznych pochodzących z różnych źródeł literaturowych dla poszczególnych związków, co znacznie ułatwiło identyfikację tożsamy i odmiennych wartości LCI oraz zapewniło przejrzystość w wyznaczaniu EU-LCI. W wyniku analizy zebranych danych na temat 177 związków chemicznych ustalono wartości EU-LCI dla 82 substancji. W tej grupie znalazło się 61 substancji, które w obydwu krajach miały takie same lub zbliżone wielkości odniesienia oraz 21 związków, dla których wypracowano konsensus. Do końca 2016 roku w wyniku wsparcia Komisji Europejskiej WG EU-LCI wyznaczyła wartości EU-LCI dla 108 substancji [2].

#### 5. Wykorzystanie wartości LCI/EU-LCI w wymaganiach krajów wspólnoty europejskiej

Pierwszym krajem, który do oceny emisji lotnych związków organicznych z wyrobów budowlanych zastosował wartości LCI w schemacie AgBB były Niemcy. Schemat ten po raz pierwszy został wydany w 2003 r., a rok później notyfikowany Komisji Europejskiej. Zgodnie z procedurą AgBB wartość LCI dla pojedynczej substancji o stężeniu  $C_i$  zastosowano do obliczenia współczynnika  $R_i$  zgodnie ze wzorem (1). Współczynnik  $R_i$  nie może przekroczyć jedności, jak również suma składowych współczynnika  $R_i$  dla poszczególnych związków powinna być zgodna z równaniem (2). Kryterium odnosi się do oceny emisji po 28 dniach od rozpoczęcia badania.

$$R_i = C_i / LCI_i \quad (1)$$

$$R = \sum R_i = \sum (C_i / LCI_i) \leq 1 \quad (2)$$

gdzie:

$R_i$  – współczynnik charakteryzujący ryzyko narażenia na toksyczne działanie pojedynczej substancji,

$R$  – suma składowych współczynnika  $R_i$ ,

$C_i$  – stężenie substancji w komorze laboratoryjnej [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ],

$LCI_i$  – najniższe stężenie znaczące substancji [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].

We Francji wartości LCI zawarte na liście AFSSET/ANSES wykorzystano w dekrete Ministerstwa Ekologii, Zrównowagi i Rozwoju, Transportu i Mieszkalnictwa z 2011 r. Ocenie podlega 10 substancji i suma lotnych związków organicznych ( $\sum \text{LZO}$ ). Dokument nakazuje ocenę emisji lotnych związków organicznych dla wszystkich wyrobów budowlanych i dekoracyjnych mającym zastosowanie we wnętrzach, po 28 dniach od rozpoczęcia badania, a następnie zgodnie z wynikami badań przyporządkowanie odpowiedniej klasy emisji i oznakowanie wyrobu etykietą.

W Belgii Rozporządzenie Federalnej Służby Zdrowia Publicznego oraz Bezpieczeństwa Żywności w Sektorze Publicznym [16] wprowadziło ograniczenia dla emisji LZO z podłogowych wyrobów budowlanych. W dokumencie jednym z kryteriów oceny jest współczynnik  $R$ , którego wartość dla pojedynczego związku nie powinna być większa lub równa jedności. Ze względu na to, że Belgia nie posiada swojej listy wartości LCI do obliczeń zgodnie z równaniem (1) należy wziąć pod uwagę wartości EU-LCI.

Wartości EU-LCI wykorzystano również w projekcie klasyfikacji emisji lotnych związków organicznych, który po wejściu w życie stanie się podstawowym dokumentem oceny emisji LZO z wyrobów budowlanych stosowanym do oznakowania CE oraz wydawania Europejskich Dokumentów Oceny. W dokumencie jednym z głównych kategorii oceny jest współczynnik  $R$  obliczany w oparciu o wartości EU-LCI w sposób tożsamy jak w przypadku wymagania w Belgii. Klasyfikacja zakłada dwie kategorie oceny X1 dla  $R \leq 1$  i X2 dla  $R > 1$ .

**Tabela 1.** Zestawienie wyników badań emisji lotnych związków organicznych dla preparatu gruntującego (1) po 3 i 28 dniach wraz z dopuszczalnymi wartościami EU-LCI

Zidentyfikowany związek chemiczny	[nr CAS]	EU-LCI [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stężenie w powietrzu komór [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
			po 3 dniach	po 28 dniach
Heksan	[110-54-3]	72	45	<2
Octan etylu	[141-78-6]	-	47	<2
2-metylo-1-propanol	[78-83-1]	3 100	48	39
Toluen	[108-88-3]	2 900	60	6
Heksanal	[66-25-1]	900	22	14
2-metylo-3-heksanon	[7379-12-6]	-	29	<2
1-butoksy-1-etoksyetan	[57006-87-8]	-	371	<2
Styren	[100-42-5]	250	214	74
Izomaślan butylu	[97-87-0]	-	5 338	3 350
2,6-dimetylononan	[17302-28-2]	-	139	29
Oktametylocyklo-trasiloksan	[556-67-2]	1 200	66	8
Acetaldehyd	[75-07-0]	1 200	131	56
Aldehyd propionowy	[123-38-6]	-	27	19
Aldehyd masłowy	[123-72-8]	650	10	5
$\Sigma$ LZO			6 547	3 600

**Tabela 2.** Zestawienie wyników badań emisji lotnych związków organicznych dla preparatu gruntującego (2) po 3 i 28 dniach wraz z dopuszczalnymi wartościami EU-LCI

Zidentyfikowany związek chemiczny	[nr CAS]	EU-LCI [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stężenie w powietrzu komór [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
			po 3 dniach	po 28 dniach
Butanol	[71-36-3]	3 000	1 027	56
Octan butylu	[123-86-4]	4 800	7 028	436
Etylobenzen	[100-41-4]	850	2 616	88
Ksylen	[1330-20-7]	500	8 386	172
$\Sigma$ LZO			19 057	752

**Tabela 3.** Zestawienie wyników badań emisji lotnych związków organicznych dla preparatu gruntującego (3) po 3 i 28 dniach wraz z dopuszczalnymi wartościami EU-LCI

Zidentyfikowany związek chemiczny	[nr CAS]	EU-LCI [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Stężenie w powietrzu komór [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	
			po 3 dniach	po 28 dniach
Etanol	[64-17-5]	-	4 195	32
1-propanol	[71-23-8]	-	345	70
Octan etylu	[141-78-6]	-	2 947	72
Izobutanol	[78-83-1]	620	265	<2
Octan propylu	[109-60-4]	4 200	190	<2
Toluen	[108-88-3]	2 900	2 213	189
Octan butylu	[123-86-4]	4 800	200	21
Etylobenzen	[100-41-4]	850	114	12
Ksylen	[1330-20-7]	500	414	<2
Dekan	[124-18-5]	-	96	<2
$\Sigma$ LZO			10 979	396

## 6. Ocena emisji lotnych związków organicznych z preparatów gruntujących przy użyciu wartości EU-LCI

Badaniu emisji lotnych związków organicznych poddano 3 produkty gruntujące:

- jednoskładnikowy preparat gruntujący na bazie żywic poliuretanowych, stosowany do mało chłonnych i chłonnych podkładów pod kleje do parkietów,
- jednoskładnikowy, rozpuszczalnikowy, poliuretanowy preparat gruntujący, stosowany do podkładów cementowych,
- dwuskładnikowy, rozpuszczalnikowy, epoksydowy preparat gruntujący, stosowany do podkładów cementowych, gipsowych, anhydrytowych bądź podłóg ogrzewanych.

Wykonane badania przebiegły zgodnie z wymaganiami specyfikacji technicznej CEN/TS 16516:2013 [1]. Otrzymane wyniki badania emisji lotnych związków organicznych z powłok preparatów gruntujących przedstawiono w tabelach 1, 2 i 3.

Przeprowadzona analiza wyników badań wykazała, iż preparaty gruntujące są źródłem emisji lotnych związków organicznych. Głównymi składnikami zanieczyszczeń pochodzących z preparatów gruntujących był: etanol, butanol, octan etylu, octan butylu, etylobenzen, toluen, styren oraz izomaślan butylu. Wysokie stężenia par emitowanych związków zaobserwowane po 3 dniach od rozpoczęcia badania, znacznie obniżyły się po 28 dniach od umieszczenia próbki w komorze laboratoryjnej. Do wyjątków należy wysokie po 28 dniach stężenie izomaślanu butylu w przypadku preparatu gruntującego (2). Związek ten zgodnie z kartą charakterystyki REACH może powodować podrażnienie skóry, oczu i układu oddechowego, aczkolwiek wartość EU-LCI dla tego związku nie została ustalona. Porównując wyniki przeprowadzonych badań do wartości EU-LCI, nie stwierdzono przekroczenia poziomu dopuszczalnego stężeń wykrytych w powietrzu.

## 7. Podsumowanie

Ocena wyrobów budowlanych przy użyciu wartości LCI/EU-LCI jest coraz częściej stosowana w krajach europejskich, o czym świadczy projekt klasyfikacji emisji LZO do powietrza wewnętrznego, w którym parametr ten stanowi główne kryterium oceny emisji. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na niewystarczającą liczbę wartości odniesienia dla substancji mających wpływ na nasze zdrowie wynikające z braku wystarczających danych toksykologicznych, zwłaszcza dotyczących narażenia inhalacyjnego na szkodliwe oddziaływanie substancji niebezpiecznych. Brak wiarygodnych danych w znacznym stopniu ogranicza możliwość przeprowadzenia pełnej oceny emisji LZO z wyrobów budowlanych.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG
- [2] AG 006-03.03 Draft of Commission Delegate Regulation (EU) on the classification of performance of construction products in relation

o their emissions of volatile organic compounds into indoor air. 2016

[3] Ad-hoc working group of members of the Federal Environment Agency's Indoor Air Hygiene Commission (IRK) and of the Working Group of the Supreme Health Authorities of the Federal States (AOLG). Evaluation of indoor air contamination by means of reference and guideline values. Bundesgesundheitsblatt/Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 50:990-1005.2007

[4] ECA (European Collaborative Action – Indoor Air Quality and its Impact on Man). Effects of indoor air pollution on human health. Report No. 10, EUR 14086 EN, European ommission, Joint Research Centre, Environment Institute, 1991

[5] WHO, Air quality guidelines. 2<sup>nd</sup> edition. Regional Office for Europe, 2000

[6] WHO. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Regional Office for Europe (2010)

[7] European Collaborative Action Report no. 18, Indoor Air Quality and its Impact on Man: Evaluation of VOC Emission from Construction Products – Solid Flooring Materials, 1997

[8] Committee for Health-related Evaluation of Building Products. Health-related Evaluation Procedure for Volatile Organic Compounds Emission (VOC and SVOC) from Building Products. AgBB, 2015

[9] DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) (2014). List of MAK- and BAT-values 2014. Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. (<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527682010>, last retrieved on 9.03.2015)

[10] TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz, Arbeitsplatzgrenzwerte (Technical regulations on hazardous substances: Limit values relating to air in the workplace), January 2006 version, amended and supplemented last in March 2015 (GMBI. No 7, p. 139-140) ([http://www.baua.de/nr\\_16806/de/Themen-vo-n-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?](http://www.baua.de/nr_16806/de/Themen-vo-n-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?), last retrieved on 9.03.2015)

[11] AIHA (American Industrial Hygiene Association), Workplace environmental exposure level guides (last updated in November 2014) (<http://www.tera.org/OARS/WEEL.html>, last retrieved on 9.03.2015)

[12] ECA report no. 27 on Harmonisation framework for indoor products labelling schemes in the EU, 2012

[13] Rozporządzenie (WE) Nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniającego dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylającego rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE

[14] European Collaborative Action Report no. 29 Harmonisation framework for health based evaluation of indoor emissions from construction products in the European Union using the EU-LCI concept, 2013

[15] Arrêté du 19 avril 2011 relatif a l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. Journal officiel de la République Française, Texte 15 sur 192, 13 mai 2011

[16] Koninklijk besluit tot vaststelling van de drempelnij – veaus voor de emissies naar het binnenmilieu van bouwproducten voor bepaalde beoogde gebruiken. Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid Van De Voedselketen En Leefmilieu 8 mei 2014

**WYKORZYSTANE MATERIAŁY**

[1] CEN/TS 16516:2013 Construction products: Assessment of release of dangerous substances – Determination of emissions into indoor air

[2] [http://eu-lci.org/EU-LCI\\_Website/Home.html](http://eu-lci.org/EU-LCI_Website/Home.html)

[3] PN-EN ISO 16000-9:2009 Powietrze wnętrz – Część 9: Oznaczenie emisji lotnych związków organicznych z wyrobów budowlanych i wyposażenia – Badanie emisji metodą komorową

[4] ISO 16000-6:2011 Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor air and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS/FID

**ZAMÓWIENIE PRENUMERATY Przeglądu Budowlanego na rok 2018**

Wybieram: (proszę zakreślić)	ZWYKŁA	ULGOWA (dla indywidualnych członków PZITB, PIIB i studentów)
ROCZNA	<input type="checkbox"/> 252,00 zł*	<input type="checkbox"/> 126,00 zł*
ELEKTRONICZNA	<input type="checkbox"/> 75,00 zł*	

Zamówienia można składać **osobiście** lub  **pocztą** – ul. Świętokrzyska 14 A, 00-050 Warszawa, **telefonicznie** 22 826-67-00 lub **e-mailem** reklama@przegladbudowlany.pl \*

Ceny brutto (zawierają 5% VAT)

1. Imię i nazwisko/nazwa firmy

2. Nr telefonu kontaktowego

3. NIP (firmy)

4. Adres wysyłkowy

  


5. Okres prenumeraty

6. Opłata w kwocie (zł)

została przekazana w dniu

Prenumeratory otrzymają zamówione egzemplarze po dokonaniu wpłaty na konto:

**PZITB ZARZĄD GŁÓWNY WYDAWNICTWO „PRZEGLĄD BUDOWLANY”**  
**ul. Świętokrzyska 14 A, 00-050 Warszawa**  
**Bank Millennium SA**  
**90 1160 2202 0000 0000 5515 6488**

Upoważniamy Państwa do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.

Podpis

**Członkowie PZITB i PIIB prenumeratę na rok 2018 mogą zamówić promocyjnie przez Okręgowe Izby Inżynierów Budownictwa.**