

# Gospodarka Cyrkularna i Analiza Cyklu Życia w Mikronizowanych Proszkach Gumowych do Modyfikacji Asfaltu

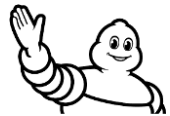
**Krzysztof Wójcik**

*listopad 2024*

# O firmie Lehigh Technologies

---

## Kluczowe fakty



**Lehigh Technologies** jest spółką zależną Michelin Group

- ❑ Siedziba główna w Tucker, GA, USA
- ❑ Założona w 2003r.
- ❑ ~100 pracowników
- ❑ Produkuje **Mikronizowane Proszki Gumowe** metodą kriogeniczną w ciekłym azocie
- ❑ Oferuje w 100% wyroby z recyklingu, jako półprodukty komercyjne (a nie odpad)

## Sprawdzona technologia

- ❑ >750 milionów opon z zastosowaniem mikronizowanych pyłów gumowych Lehigh
- ❑ 70 000 MT/r zdolności produkcyjnych
- ❑ 7 z 10 największych producentów opon to klienci Lehigh Technologies
- ❑ Poddanie recyklingowi odpadów post-konsumenckich i przemysłowych
- ❑ Certyfikaty ISO 14001 / 9001

# Cykl życia produktu

**pętla otwarta**  
**Mikronizowany pył gumowy**  
**MicroDyne™**  
modyfikuje asfalt, tworzywa sztuczne i matryce cementowe

**pętla zamknięta**  
**Mikronizowany pył gumowy**  
**PolyDyne™**  
wraca do produkcji nowych opon

**mikronizowanie opon**  
Przetworzenie w pył jako pełnoprawny półprodukt



**start**  
**Opony wycofane z obiegu**

**zebranie opon z rynku**  
**W Polsce przez CUO i PSZOK**

**ocena opon**  
**Do bieżnikowania czy recyklingu**

**opony bieżnikowane**  
**Wracają na rynek opon**

Źródło: <https://www.isri.org/>

[www.LehighTechnologies.com](http://www.LehighTechnologies.com)

**LT**Lehigh  
TECHNOLOGIES  
A Michelin Group Company

**LT**Lehigh  
TECHNOLOGIES  
A Michelin Group Company

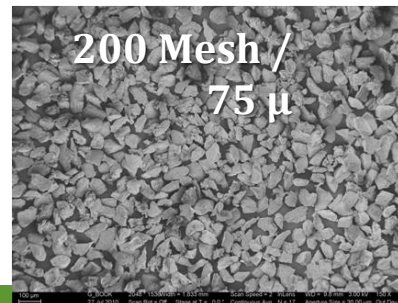
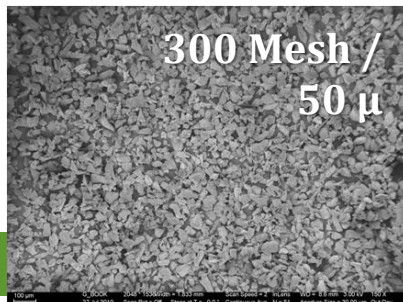
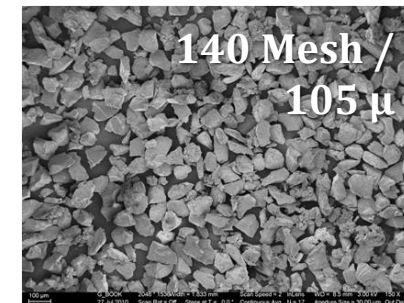
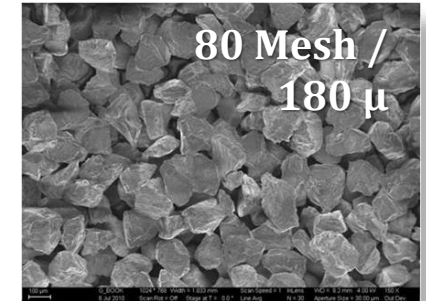
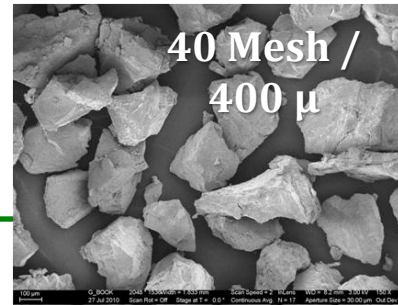
# Produkty Lehigh Technologies

Mikronizowane kriogenicznie pyły gumowe,  
na bazie SBR, EPDM, nitrylu, butylu i kauczuku naturalnego,  
czyste i wolne od metali i włókien.

**PolyDyne™**  
Komponenty z gumy  
przemysłowej

**MicroDyne™**  
MRP w różnych rozmiarach cząstek  
(830-50 mikronów / 20-300 mesh)  
Do szerokiego zakresu zastosowań

**Rheopave**  
Wzmacniacz wydajności  
w lepiszczach bitumicznych  
modyfikowanych gumą



## Produkty Lehigh Technologies dla Drogownictwa

---

# Pozwalają zastąpić pierwotne polimery SBS w modyfikacji asfaltu

### Metoda „mokra”

*(fabryczne modyfikowanie lepiszcza bitumicznego):*

- MicroDyne 400 TR (pył gumowy 400 $\mu$ )
- MicroDyne 830 TR (pył gumowy 830 $\mu$ )
- Rheopave XP 10 (stabilizator)

### Metoda „sucha”

*(dozowanie bezpośrednio do mieszalnika na WMB):*

- MicroDyne 400 TRXP  
(dedykowana sucha mieszanka MicroDyne 400 TR i stabilizatora Rheopave XP 10)
- MicroDyne 400 TR (pył gumowy 400 $\mu$ )
- Rheopave XP 10 (stabilizator)





Są sprawdzone w praktyce:

- w USA zmodyfikowano już powyżej miliona ton asfaltu,  
od roku 2014 metodą „na mokro” i 2017 metodą „na sucho”.

## Zalety Produktów Lehigh Technologies dla Drogownictwa

---

Dzięki połączeniu wysokiej jakości proszku gumowego MicroDyne i dodatku polimerowego Rheopave, Lehigh Technologies może zapewnić zrównoważoną technologię spoiwa hybrydowego, oferując:

- Zrównoważone środowiskowo rozwiązanie dla Gospodarki Cyrkularnej:   
**Nasze pyły gumowe jako pochodzące z recyklingu modyfikatory lepiszczycy bitumicznych są następnym po destrukcji krokiem w jej wprowadzaniu w drogownictwie**
- Lepsze właściwości użytkowe drogi 
- Doskonała urabialność i właściwości aplikacyjne 
- Oszczędność kosztów w porównaniu z modyfikacją polimerem z pierwotnych źródeł. 

# Zalety Produktów Lehigh Technologies dla Środowiska

❑ Ekwiwalent CO2 - redukcja emisji o co najmniej 30%\*



❑ Redukcja globalnego śladu środowiskowego o co najmniej 50%\*\*



❑ Oszczędność zasobów kopalnych o co najmniej 70%\*\*\*



\* w porównaniu z gumą syntetyczną

\*\* w porównaniu z sadzą pierwotną, elastomerami syntetycznymi, poliuretanem i polipropylenem

\*\*\* o co najmniej 30% dla polipropylenu

Obliczenia oparte na uznanej przez UE metodologii "Śladu środowiskowego produktu" (PEF).  
Zestaw danych referencyjnych dla elastomerów syntetycznych z "Tire Industry Projets"

# Wpływ na środowisko : Pyły gumowe Lehigh vs pierwotne surowce

Dla zakładu w Olsztynie:



Źródło: „Lehigh Technologies MicroDyne - Life Cycle Assessment”, styczeń 2024, wg. metodyki EF 3.0, proponowanej przez US Environmental Protection Agency (EPA).

\* Single-score (analiza jednopunktowa) lub single proxy LCA to metoda, która oblicza wpływ produktu na środowisko przy użyciu pojedynczego wskaźnika, przekładając wszystkie oddziaływania na środowisko na pojedynczy wynik w celu łatwiejszego porównania.



## Przykłady zastosowań

---

**Olsztyn, droga do bramy towarowej nr 7 Michelin,**  
warstwa ściernalna SMA 11S, 4 cm

<https://youtu.be/L6w6TYNMFLw?feature=shared>

**Droga DW 609 Mikołajki – Ruciane Nida**

warstwa ściernalna AC 11S, 4 cm

<https://youtu.be/eokKLu-DOME?feature=shared>

**Warszawa, ul. Szeligowska, droga wewnętrzna**

warstwa ściernalna SMA 5, 3 cm

<https://youtu.be/SbOWIG7MAng?feature=shared>



# Dziękuję za uwagę



**Krzysztof Wójcik**

**Lehigh Technologies, a Michelin Group Company**

**+48 607 411 842**

**[krzysztof.wojcik@lehightechnologies.com](mailto:krzysztof.wojcik@lehightechnologies.com)**

**[www.lehightechnologies.com](http://www.lehightechnologies.com)**



A Michelin Group Company

## Informacje dodatkowe i opisy

# Środowiskowa ocena cyklu życia – metody LCA i single score LCA

**LCA\***) (life cycle assessment) to ocena potencjalnych zagrożeń środowiska. Jej istotą jest nastawienie nie tylko na ocenę wyniku końcowego danego procesu technologicznego, ale także oszacowanie i ocena konsekwencji całego procesu dla środowiska naturalnego. Jej zalety:

- brak pominięcia jakiegokolwiek etapu istnienia wyrobu
- uwzględnienie najważniejszych ekosystemów i ich elementów umożliwia pełną ocenę wpływu na środowisko
- metoda ta uwzględnia powstawanie zanieczyszczeń
- szczegółowy opis metody jest zawarty w normach ISO 14040

**Single-score\*\*)** (analiza jednopunktowa) lub single proxy LCA to metoda, która oblicza wpływ produktu na środowisko przy użyciu pojedynczego wskaźnika, przekładając wszystkie oddziaływania na środowisko na pojedynczy wynik w celu łatwiejszego porównania.

Źródło:

\*) [https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Arodowiskowa\\_ocena\\_cyklu\\_%C5%BCycia](https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Arodowiskowa_ocena_cyklu_%C5%BCycia) , <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lifecycleassessment.html>

\*\*\*) <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-04/documents/ch3.pdf>

# Wpływ na środowisko: Opisy

Kategoria wpływu	Wybrane wskaźniki środowiskowe (EF 3.0)	Unit
Zmiana klimatu	Wymuszanie radiacyjne jako potencjał globalnego ocieplenia (GWP100)	kg CO <sub>2</sub> eq.
Zubożenie warstwy ozonowej	Potencjał niszczenia warstwy ozonowej (ODP)	kg CFC11 eq.
Promieniowanie jonizujące	Efektywność narażenia ludzi w odniesieniu do U235	kBq U-235 eq.
Fotochemiczne tworzenie się ozonu	Wzrost stężenia ozonu troposferycznego	kg NMVOC eq.
Pył zawieszony	Wpływ na zdrowie człowieka	Disease inc,
Toksyczność dla ludzi, nienowotworowa	Porównawcza jednostka toksyczności dla ludzi (CTUh)	CTUh
Toksyczność dla ludzi, nowotworowa	Porównawcza jednostka toksyczności dla ludzi (CTUh)	CTUh
Zakwaszenie	Skumulowane przekroczenie (AE)	H <sup>+</sup> molecule eq.
Eutrofizacja, wody słodkie	Frakcja składników odżywczych docierających do słodkowodnego przedziału końcowego (P)	kg P eq.
Eutrofizacja, morskie	Frakcja składników odżywczych docierających do morskiego przedziału końcowego (N)	kg N eq.
Eutrofizacja, lądowe	Skumulowane przekroczenie (AE)	N molecule eq.
Ekotoksyczność	Porównawcza jednostka toksyczności dla ekosystemów (CTUe)	CTUe
Użytkowanie gruntów	Jakość gleby, produkcja biotyczna, erozja, filtracja mechaniczna, wody gruntowe	Pt
Wykorzystanie wody	Potencjał deprywacji użytkownika (zużycie wody ważone deprywacją)	m <sup>3</sup> deprivation
Wykorzystanie zasobów: minerały i metale	Wyczerpanie zasobów abiotycznych (ADP Ultimate Reserves)	MJ
Wykorzystanie zasobów: Kopaliny	Wyczerpywanie się zasobów abiotycznych - paliwa kopalne (ADP Fossil)	kg Sb eq.

Źródło: „Lehigh Technologies MicroDyne - Life Cycle Assessment”, styczeń 2024, wg. metodyki EF 3.0, proponowanej przez US Environmental Protection Agency (EPA).

\*) Single-score (analiza jednopunktowa) lub single proxy LCA to metoda, która oblicza wpływ produktu na środowisko przy użyciu pojedynczego wskaźnika, przekładając wszystkie oddziaływania na środowisko na pojedynczy wynik w celu łatwiejszego porównania.

# Wpływ na środowisko: Wyliczenia

		Pył gumowy Lehigh	Sadza	Guma syntetyczna	Poli-butadien	Krzemionka Strączana	Guma naturalna	Kopolimer etylenu i octanu wnylu	Polietylen wysoka gęstość	Polietylen niska gęstość	Poli-propylen	Poliuretany sztywne	Poliuretany elastyczne
Kategoria wpływu	Jedn.	WTR MRP	CB	SR	PB	Prec. Silica	NR	EVA	PE HD	PE LD	PP	PU Rig.	PU Flex.
Zmiana klimatu	kg CO <sub>2</sub> eq.	1,71	1,88	2,78	4,19	1,62	0,71	2,16	1,99	2,04	1,98	4,77	5,13
Zubożenie warstwy ozonowej	kg CFC11 eq.	5,20E-08	1,20E-06	6,60E-07	1,80E-08	9,30E-08	8,30E-08	9,70E-08	4,20E-08	3,20E-08	2,60E-08	4,80E-07	8,30E-07
Promieniowanie jonizujące	kBq U-235 eq.	5,40E-02	3,40E-01	3,80E-01	6,50E-03	9,50E-02	4,40E-02	1,40E-01	1,30E-01	2,30E-01	1,00E-01	3,20E-01	6,20E-01
Fotochemiczne tworzenie się ozonu	kg NMVOC eq.	4,60E-03	6,00E-03	1,30E-02	1,90E-02	5,90E-03	5,00E-03	6,80E-03	6,60E-03	8,70E-03	6,00E-03	1,70E-02	2,20E-02
Pył zawieszony	Disease inc.	3,20E-08	2,90E-07	2,00E-07	2,40E-07	1,70E-07	1,10E-07	7,50E-08	7,00E-08	7,00E-08	7,20E-08	5,70E-07	4,40E-07
Toksyczność dla ludzi, nienowotworowa	CTUh	2,50E-08	1,50E-08	3,50E-08	7,70E-09	8,70E-08	6,10E-08	1,90E-08	1,20E-08	1,30E-08	1,10E-08	4,40E-07	6,60E-07
Toksyczność dla ludzi, nowotworowa	CTUh	5,70E-10	5,20E-10	1,60E-09	3,50E-10	2,10E-09	2,50E-09	6,30E-10	5,80E-10	5,50E-10	4,80E-10	3,80E-08	6,50E-08
Zakwaszenie	H <sup>+</sup> molecule eq.	1,20E-02	1,20E-02	1,60E-02	2,40E-02	2,10E-02	1,40E-02	8,00E-03	7,00E-03	7,60E-03	6,80E-03	2,60E-02	3,20E-02
Eutrofizacja, wody słodkie	kg P eq.	1,90E-03	1,00E-04	7,90E-04	5,70E-05	7,40E-04	9,00E-04	3,40E-04	2,90E-04	4,60E-04	2,40E-04	1,20E-03	1,80E-03
Eutrofizacja, morskie	kg N eq.	2,70E-03	1,50E-03	2,60E-03	3,20E-03	1,80E-03	1,80E-02	1,50E-03	1,30E-03	1,40E-03	1,20E-03	6,90E-03	8,80E-03
Eutrofizacja, lądowe	N molecule eq.	1,60E-02	1,70E-02	2,80E-02	3,50E-02	2,50E-02	6,00E-02	1,60E-02	1,30E-02	1,40E-02	1,20E-02	4,70E-02	5,50E-02
Ekotoksyczność	CTUe	22	42,6	58,6	7,5	89,4	72,6	19,3	10	11,1	8,4	407,3	406
Użytkowanie gruntów	Pt	4,9	10,1	15,3	1	12,9	185	3,4	1,8	2,2	1,6	8,3	11,8
Wykorzystanie wody	m <sup>3</sup> deprivation	0,28	0,08	1,77	0,39	1,21	0,64	1,48	1,61	2,38	1,41	5,14	4,69
Wykorzystanie zasobów: minerały i metale	MJ	19	76	78	93	17	9	70	71	72	72	99	110
Wykorzystanie zasobów: Kopaliny	kg Sb eq.	2,70E-06	1,30E-05	4,90E-05	3,50E-07	1,40E-04	2,70E-06	1,90E-05	1,30E-05	1,40E-05	1,30E-05	4,50E-05	6,80E-05

Źródło: „Lehigh Technologies MicroDyne - Life Cycle Assessment”, styczeń 2024, wg. metodyki EF 3.0, proponowanej przez US Environmental Protection Agency (EPA).