

# **EKO-ASFALT**

## **INNOWACJA W BUDOWNICTWIE DROGOWYM**

mgr inż. Marek Szatkowski  
tel. kom. 0048 603 856 771  
[m.szatkowski@depollution.eu](mailto:m.szatkowski@depollution.eu)

# Wprowadzenie

Z uwagi na wystarczające dowody niekorzystnego wpływu parogazów asfaltu na zdrowie ludzi w różnych krajach próbuje się kwestie ta uregulować prawnie. W krajach, takich jak Niemcy, Francja czy USA, stosuje się różne metody szacowania bezpiecznych poziomów par asfaltu w celu określenia poziomu narażenia pracowników na negatywne skutki dla zdrowia. W Niemczech Komisja MAK opublikowała już w lipcu 2018 r. limit zdrowotny dla parogazów asfaltu wynoszący 1,5 mg/m<sup>3</sup> podczas gorącej obróbki asfaltów. To wartość orientacyjna, która początkowo nie była prawnie wiążąca dla przedsiębiorstw, została obecnie przejęta przez AGS w Federalnym Ministerstwie Pracy i Spraw Socjalnych (BMAS) i przeliczona na obowiązującą wartość graniczną w miejscu pracy (AGW). W dniu 19 listopada 2019 r. AGS przyjęła AGW na poziomie 1,5 mg/m<sup>3</sup> dla par i aerozoli z asfaltu. BMAS ogłosił wartość dopuszczalną w TRGS 900 we Wspólnym Dzienniku Ministerialnym (GMBI) na początku 2020 roku. Dla asfaltów walcowanych i lanych oraz dla obszaru membran bitumicznych i polimerowych (np. w branży dekarckiej) w AGW obowiązuje okres przejściowy do 31 grudnia 2024 roku. (źródło: stan na 2018 r.; <https://www.bgbau.de/themen/sicherheit-und-gesundheit/fahrstoffe/gisbau/expositionsscriptionen/>)

Ustalona wartość graniczna 1,5 mg/m<sup>3</sup> jest naukowo niezrozumiała chociażby dlatego że, w różnych asfaltach zawartość lotnych związków siarki (VSCs) oraz lotnych węglowodorów (VOC) jest różna, a więc i ich odoroczynność i szkodliwość jest różna. Sprawdzanie problemu do poziomu zawartości masowej w powietrzu nie rozwiązuje problemu zapewnienia bezpieczeństwa pracy robotnikom budowlanym. W poniższej tabelce proszę zwrócić uwagę jak zmienia się stężenie np.: disiarczku węgla (CS<sub>2</sub>) w różnych typach asfaltu. Jest to cząsteczka niebezpieczna dla komórek nerwowych mózgu, zatrucie tą substancją nie manifestuje się natychmiastowymi reakcjami klinicznymi tak jak to ma miejsce w przypadku np.: siarkowodoru (H<sub>2</sub>S), a konsekwencje są nieodwracalne szczególnie u osób starszych.

**Table 2**  
Comparison of measured headspace concentrations of VSCs of oxidized bitumens.

Compound	Bitumen 160/220		Bitumen 50/70		Bitumen 35/50	
	Headspace concentration (mgS/m <sup>3</sup> ) (ppm)	RSD (%)	Headspace concentration (mgS/m <sup>3</sup> ) (ppm)	RSD (%)	Headspace concentration (mgS/m <sup>3</sup> ) (ppm)	RSD (%)
Hydrogen sulfide	1.12 (0.86)	3.3	8.01 (6.12)	2.2	26.08 (19.93)	2.1
Ethanethiol	<LOD	-	0.29 (0.22)	2.1	2.41 (1.84)	2.2
Carbon disulfide	0.31 (0.24)	3.1	6.71 (5.13)	2.1	18.83 (14.39)	2.1
2-Propanethiol	<LOD	-	0.32 (0.24)	3.1	2.32 (1.77)	2.3
1-Propanethiol	<LOD	-	0.12 (0.09)	3.6	1.34 (1.02)	2.5
3-Methylthiophene	<LOD	-	0.24 (0.18)	3.1	2.15 (1.64)	2.1
2-Ethylthiophene	<LOD	-	<LOQ	-	0.91 (0.70)	2.7
Dipropyl sulfide	<LOD	-	<LOD	-	0.80 (0.61)	2.8
1,4-Butanethiol	<LOD	-	<LOD	-	<LOQ	-
1-Heptanethiol	<LOD	-	<LOD	-	<LOQ	-
Sum of unidentified VSCs	0.13 (0.10)	5.3	15.32 (11.71)	4.9	34.81 (26.60)	4.8

**Źródło:** *Characteristics of volatile organic compounds emission profiles from hot road bitumens*  
Grzegorz Boczkaj a, †, Andrzej Przyjazny b, Marian Kamin´ski a  
a Gdansk University of Technology, Chemical Faculty, Department of Chemical and Process Engineering, G. Narutowicza St. 11/12, 80-233 Gdansk, Poland  
b Kettering University, 1700 University Avenue, Flint, MI 48504, USA

W tym zakresie potrzebna jest dalsza dyskusja nad opracowaniem bardziej reprezentatywnych kryteriów oceny warunków bezpieczeństwa pracy dla personelu technicznego. Na chwilę obecną wydaje się, że należałoby zwrócić uwagę bardziej na techniki neutralizacji szkodliwości asfaltu niż tworzenie niereprezentatywnych kryteriów niepowiązanych z charakterystyką chemiczną czynnika szkodliwego. Nie można bowiem tworzyć takich samych kryteriów oceny dla różnych gatunków asfaltu.

Z uwagi więc na bezdyskusyjny wpływ parogazów asfaltu na zdrowie rozważa się różne sposoby redukcji ich oddziaływania. Począwszy od zmian technologicznych poprzez modyfikację składu asfaltu do zwiększenie działań na rzecz przestrzegania zasad bezpieczeństwa pracy z gorącymi asfaltami.

Celem tego artykułu jest zwrócenie uwagi na nowe możliwości jakie daje modyfikacja składu asfaltu z zastosowaniem neutralizatorów chemicznych z grupy INHITONE wiążących lotne związki siarki i niektóre węglowodory. Rozwiązanie to idealnie wpisuje się w nowe trendy zwiększania bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska naturalnego, ponieważ wykorzystuje najnowsze EKO-osiągnięcia inżynierii chemicznej i procesowej.

Równocześnie w Unii Europejskiej dyskutuje się możliwość wprowadzenia „Zielonych certyfikatów” do branży budownictwa drogowego. Może to wymusić długo oczekiwane przez ekologów zmiany technologiczne w tej dość konserwatywnej branży. Certyfikaty te powiązane są z ideami zrównoważonego rozwoju, które zalecają stosowanie przyjaznych dla ludzi i środowiska praktyk i materiałów stosowanych w projektach budowlanych. Innymi słowy certyfikaty te mają na celu promowanie innowacji w celu zmniejszenia wpływu na środowisko, uzyskiwanie lepszej efektywności energetycznej i zrównoważonego zarządzania zasobami materiałowymi i finansowymi. Wydaje się więc, że zastosowanie innowacyjnej technologii neutralizacji asfaltów z użyciem neutralizatorów **INHITONE** wychodzi naprzeciw oczekiwaniom wszystkich grup społecznych i zawodowych.

Jednak najważniejszym decydującym w tych projektach jest Inwestor, który nie zawsze zwraca uwagę na koszty społeczne i środowiskowe, koncentrując się jedynie na ważnych celach biznesowych, ekonomicznych i gospodarczych. Inwestor nie wymaga aby nawierzchnia drogowa była pro-ekologiczna i nie uciążliwa zapachowo, całą odpowiedzialność spada na wykonawcę, któremu nie rekompensuje się dodatkowych kosztów związanych z ochroną środowiska. W działaniach proekologicznych nie ma więc równowagi między wszystkimi stronami przedsięwzięcia budowlanego i społeczeństwem.

W tym kontekście wydaje się jeszcze dużo do zrobienia przez biura projektowe, które z dużym dystansem odnoszą się do nowych innowacyjnych i pro-ekologicznych rozwiązań pojawiających się na rynku. Z tego powodu ważnym wydaje się być podjęcie konstruktywnej dyskusji o priorytetach budownictwa drogowego oraz o skutkach zaniechań wynikających z niewykorzystania aktualnie dostępnej wiedzy w tym zakresie, szczególnie w świetle pojawiających się coraz częściej publikacji na ten temat.

Unia Europejska narzucając przedsiębiorstwom stosowanie się do zasad Zrównoważonego Rozwoju oraz wprowadzając politykę „Zielonych Certyfikatów” narzuca w ten sposób konieczność poszukiwania nowych innowacyjnych rozwiązań aby zredukować wpływ przedsiębiorstwa na środowisko jednocześnie przy poszanowaniu zasad etycznych i ekonomicznych prowadzonej działalności biznesowej.

Interes publiczny jakim jest zachowanie czystego środowiska dla następnych pokoleń jest coraz częściej akcentowany. Jednym z obszarów, na które spoglądają eksperci z Komisji Europejskiej jest ocena nie tylko wpływu produkcji asfaltu na jakość powietrza ale także wpływ składników jego degradacji na jakość gleb i wód gruntowych. Od wielu lat ten wpływ jest badany i znanych jest wiele publikacji na ten temat. Spis wybranych publikacji jest przedstawiony na końcu niniejszego artykułu. Trudno więc polemizować z faktami naukowymi i twierdzić, że jedyny problem to uciążliwość zapachowa produkcji. W krajach rozwiniętych gospodarczo od 20 lat prowadzi się różne badania nad wpływem asfaltu na ludzi i środowisko. Ich wyniki wskazują na konieczność zajęcia się tym zagadnieniem i opracowaniem środków zaradczych. W Polsce jest to temat tabu, żadnych badań w tym zakresie nie wykonuje się, utwierdzając się w przestarzałych przekonaniach. Brak świadomego podejścia do problemu dzisiaj, powiększy jego skalę w przyszłości, a rynek krajowy mogą zalać produkty ekologiczne z zagranicy. Przemysł powinien już dzisiaj poszukać rozwiązania na wyzwania, które pojawią się w przyszłości i nie odrzucać nowego podejścia dla dobra tego ważnego działu gospodarki narodowej. Potrzebne tu jest koncyliacyjne podejście do niekonwencjonalnego spojrzenia na problem, który przy odrobinie dobrej woli łatwo można rozwiązać

W tą konwencje idealnie wpisuje się opracowana przez specjalistów z WESTRAND technologia EKO-ASFALTU, której zastosowanie ma poważny wpływ nie tylko na redukcję niepożądaną emisji gazowej ale może mieć też wpływ na poprawę własności fizykomechanicznych nawierzchni asfaltowej.

W roku 2019r wykonano badania, które wykazały, że emisje złowne parogazów asfaltu można zredukować stosując reagenty chemiczne INHITONE. Asfalt staje się nie drażniący i bezzapachowy. Rezultat ten został osiągnięty dzięki zastosowaniu wybranej kombinacji związków karbonylowych, których skład został opatentowany. Związki te charakteryzują się swoją specyficzną reaktywnością ze związkami siarko-organicznymi i węglowodorami. Artykuł omawia skuteczność preparatu oraz zalety jego stosowania.

# Neutralizacja asfaltu - Cel badań

Artykuł jest krótkim sprawozdaniem z wykonanych badań neutralizacji lotnych związków asfaltu. Jego celem jest przedstawienie metody działania nowych opatentowanych reagentów chemicznych i wykazania ich rzeczywistej aktywności chemicznej dzięki której tworzą się nowe obojętne zapachowo związki chemiczne.

Autor wierzy, że omawiane rozwiązanie wychodzi naprzeciw przyszłym wymaganiom i problemom z jakim spotkają się w najbliższych latach producenci nawierzchni asfaltowych. Autor stoi na stanowisku, że przyszłość produktów wytwarzanych na bazie eko-asfaltów jest niezagrażona wbrew sceptycznym opiniom środowisk uprzedzonych do tej branży przemysłowej i kontestujących jej szanse rozwojowe.

W badaniach skoncentrowano się na analizie zmian składu chemicznego frakcji lotnej gorącego asfaltu rozgrzanego do 180 C po dodaniu preparatu neutralizującego. Badanie nie polegało na określeniu składników mieszaniny asfaltowej. Większość informacji ma charakter poufny zastrzeżony przez producent asfaltu i nie może być w tym artykule ujawnione. Artykuł ma na celu jedynie omówić zasadę działania preparatów neutralizujących, wykazać ich skuteczność poprzez przedstawienie reakcji chemicznych i wykrycie nowych produktów reakcji, których nie zarejestrowano przed dodaniem preparatu neutralizującego. Nie mówimy więc o maskowaniu zapachu tylko o redukcji stężenia wybranych składników fazy gazowej. Przedstawione dane są fragmentaryczne z uwagi także na ograniczone możliwości tej publikacji. Przedstawiono tylko wyniki potwierdzające przydatność preparatu do zastosowania w produkcji asfaltu, mieszanek mineralno-asfaltowych.

Efektom przeprowadzonego eksperymentu są:

Identyfikacja związków w fazie gazowej nad asfaltem:

1. nad gorącym asfaltem bez preparatu neutralizującego,
2. nad gorącym asfaltem z preparatem nr 2, INHITONE ENR FLR P oraz
3. nad gorącym asfaltem z preparatem nr 3, INHITONE MF P.

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że dodatek preparatów 2 oraz 3 do asfaltu zmienia obraz chromatograficzny fazy gazowej nad asfaltem. Rezultatem wprowadzenia preparatu 2 do asfaltu jest pojawienie się nowych pików na chromatogramie (w odniesieniu do czystego asfaltu), które nie są pikami pochodzącymi od składników preparatu 2. Nowe piki mogą potwierdzać zajście reakcji chemicznych pomiędzy składnikami preparatu 2 i składnikami asfaltu. Jednocześnie obserwowany jest spadek stężenia niektórych składników fazy gazowej nad czystym asfaltem, a w szczególności odoroczynnych i drażniących związków siarki i niektórych węglowodorów. W fazie gazowej nie odnaleziono części produktów reakcji ponieważ zostały one uwięzione w fazie ciekłej gorącego asfaltu. W wyniku reakcji chemicznej powstały cięższe produkty reakcji, które straciły swoją lotność. Fakt ten ma dalsze swoje konsekwencje dla poprawy własności reologicznych asfaltu.

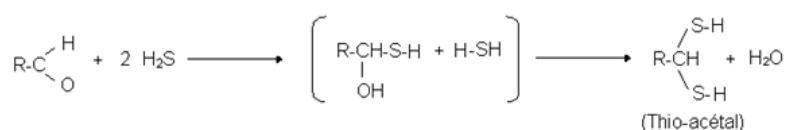
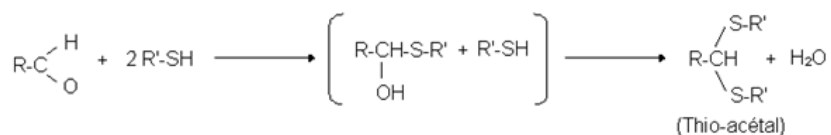
# Ogólna zasada działania neutralizatorów INHITONE

Składniki aktywne preparatów WESTRAND działają poprzez nukleofiliczne reakcje z azotem i siarką na węglu  $\delta^+$  grupy C=O, C=C aldehydów i ketonów oraz ketoalkin. W neutralizatorach mamy do czynienia także z reakcją addycji (przyłączenia) z rozerwaniem wielokrotnego wiązania węgiel-węgiel. Jednak nie same składniki są częścią patentu firmy WESTRAND. W wyniku obserwacji eksperymentów okazało się że składniki aktywne przy zachowaniu tzw. "złotej proporcji" wykazują się wyższą skutecznością (synergizm chemiczny), w wyniku czego można było opracować bardziej wydajne i ekonomiczne receptury roztworów handlowych.

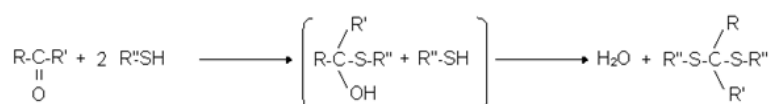
W związku z ograniczonymi możliwościami publikacyjnymi tego artykułu poniżej przedstawione są wybrane reakcje chemiczne neutralizatorów WESTRAND (tj. aldehydów, ketonów i ketoalkin) użytych do neutralizacji odoroczynnych i toksycznych siarko-związków.

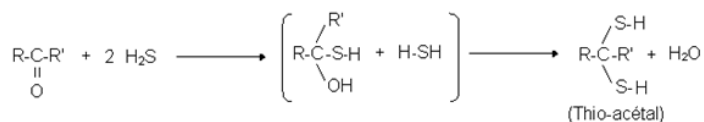
W dalszej części artykułu przedstawimy także wybrane wyniki porównawcze analizy chemicznej wykonanej na parogazach asfaltu, w których to wykryto różne formy związków siarki. Na szczególną uwagę zasługuje współobecność takich związków jak  $H_2S$  i  $CS_2$  wykazujące się nie tylko intensywnym odorem, ale także dużym synergizmem toksykologicznym (czytelników odwołuje do literatury w celu sprawdzenia wpływu tych i innych składników asfaltu na organizmy żywe).

## Reakcje z aldehydami

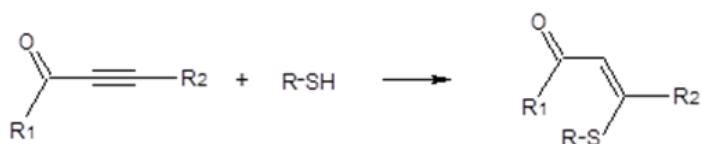


## Reakcje z ketonami





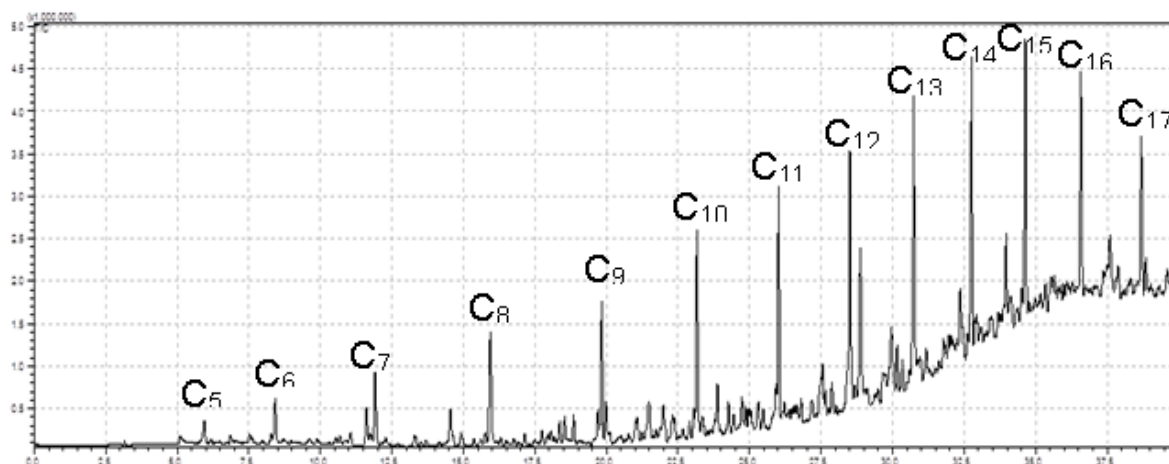
## Reakcje z ketoalkinami



Oczywiście istnieje wiele związków (szczególnie ketoalkin) bardziej reaktywnych jednak do naszych celów stosujemy tylko te reagenty, które nie są toksyczne dla ludzi.

## Identyfikacja substancji obecnych w fazie gazowej nad asfaltem.

Zasadnicze substancje, identyfikowane przy użyciu biblioteki NIST, występujące w postaci charakterystycznego grzebienia na chromatogramach, to n-alkany w zakresie C-5 do C-17.



Identyfikacja rozpoczęła się po czasie retencji 5 minut i do 8 minut obserwujemy jak wypłaszcza się ten obszar. Obszar ten jest główną strefą emisji lekkich związków chemicznych odpowiedzialnych za wrażenia zapachowe. Na drugim wykresie przedstawiona jest graficzna interpretacja zachodzących zmian w składzie związków lotnych, które po wiązaniu z neutralizatorem INHITONE zwiększyły swoją masę i pojawiły się w strefie związków ciężkich, których nie było przed podaniem preparatu. Obserwujemy większą ilość pików po prawej stronie wykresu.

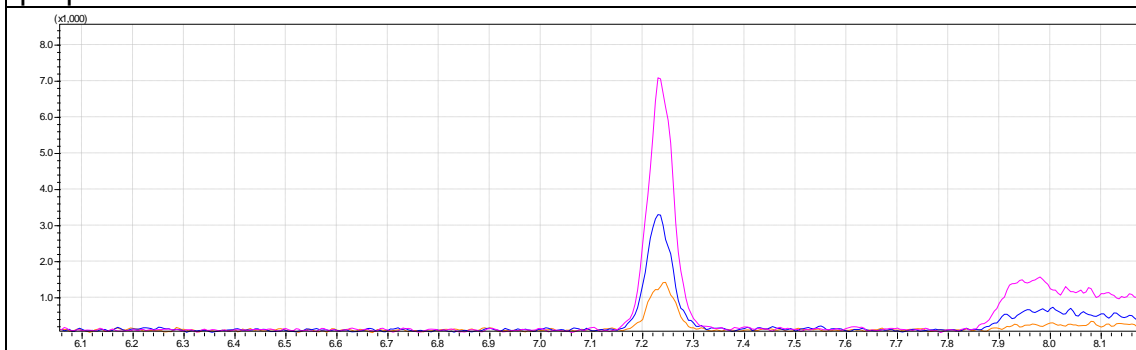


Dozowanie neutralizatora do próbki gorącego asfaltu.

Wśród licznie zidentyfikowanych związków dominują takie grupy jak: izomery alkanów i alkenów, n-alkeny, cykloalkany i cykloalkeny, a także dieny. Ponadto zidentyfikowano związki aromatyczne, takie jak benzen i jego alkilopochodne, oraz związki O-organiczne takie jak alkohole, aldehydy czy ketony.

Wśród zidentyfikowanych związków wykryto także organiczne związki siarki takie jak **disiarczek węgla (CS<sub>2</sub>), di siarczki (di metylu- i dietylu- oraz tiofeny)**. Poniżej przedstawiono chromatogram (TIC) oraz widmo masowe, potwierdzające identyfikację CS<sub>2</sub>, z charakterystycznym jonem masowym [76] oraz zmiany wielkości jonu [76] wraz z dodatkiem kolejnych kropli preparatu 2 i 3.

Chromatogramy jonu masowego [76] dla CS<sub>2</sub> obecnego w fazie gazowej nad asfaltem (różowa), nad asfaltem z dodatkiem 9 kropli (niebieski) i 12 kropli (pomarańczowa) preparatu 2.



Chromatogramy jonu masowego [76] dla CS<sub>2</sub> obecnego w fazie gazowej nad asfaltem (różowa), nad asfaltem z dodatkiem 9 kropli (niebieski) i 12 kropli (pomarańczowa) preparatu 3.

Wykresy poniżej przedstawiają zmianę powierzchni pików fragmentarycznych jonów dla trzech wymienionych siarczków w zależności od ilości dodanego preparatu.

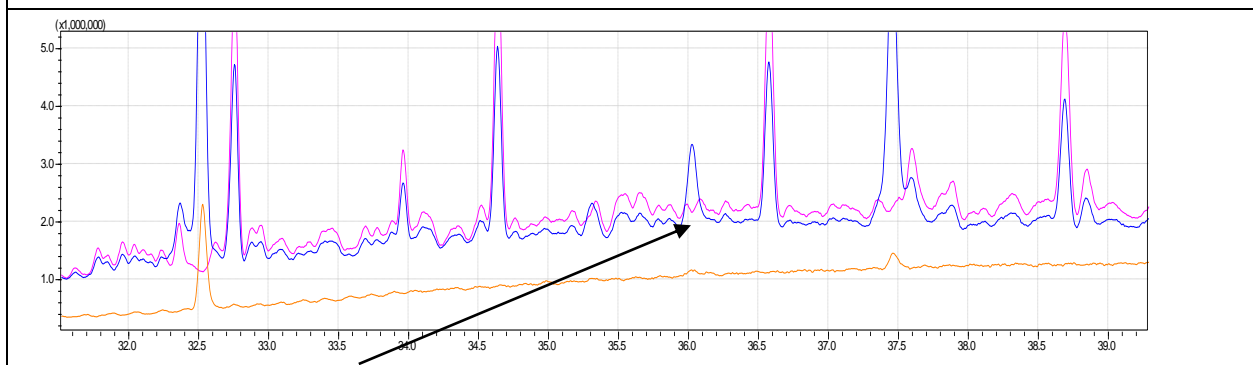
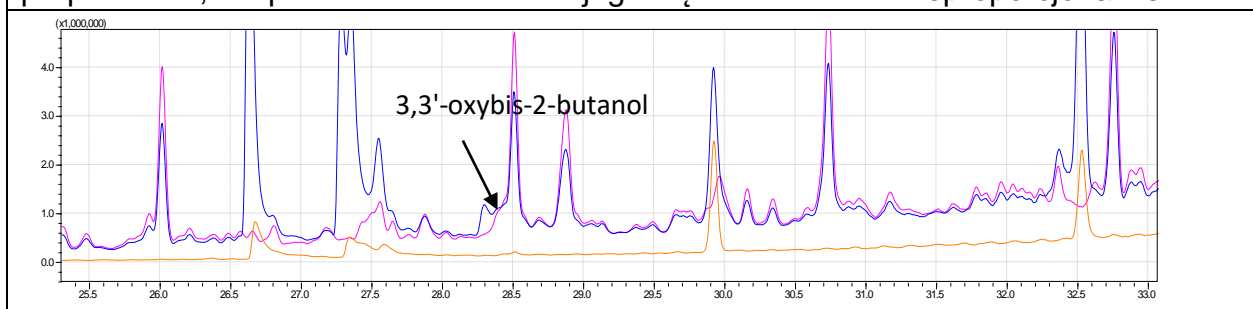
Różnice w powierzchni pików w/w siarczków po dodatku preparatu 2 w odniesieniu do czystego asfaltu mogą wskazywać na zajście reakcji chemicznej składników preparatu



i disiarczoków. W przypadku preparatu 3 dodatek kolejnych kropli (z 9 do 12) nie powoduje zmniejszenia wysokości pików.

Poniżej przedstawiono obrazy chromatograficzne trzech faz gazowych: fazy nad asfaltem (A), fazy nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 lub 3, fazy gazowej nad preparatem. Porównanie chromatogramów pozwala wskazać czy związki zawarte w preparacie reagują ze składnikami asfaltu, czy powstają produkty tych przemian.

Chromatogram asfaltu (linia różowa), asfaltu z dodatkiem preparatu 2 (linia niebieska) i samego preparatu 2 (linia pomarańczowa). Zidentyfikowany związek w fazie gazowej nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 to 3,3'-oxybis-2-butanol. Występuje on w preparacie 2, ale po dodatku do asfaltu jego stężenie wzrasta nieproporcjonalnie.



3-(4-isopropylphenyl)-2-methylpropionaldehyde

- Pomarańczowa linia na wykresie wskazuje na znacznie zredukowaną ilość lotnych związków w porównaniu z ich ilością przed neutralizacją – linia różowa.

## Wnioski z badań

1. W fazie gazowej nad asfaltem dominują n-alkany w zakresie od C5 do C17, w niższych stężeniach występują izoalkany (w tym cykloalkany), alkeny i izoalkeny, dieny, a także związki O-organiczne (alkohole, aldehydy, ketony, estry) oraz związki S-organiczne (w tym CS<sub>2</sub>, disiarczki metylu etylu i disiarczki dietylu). Uzyskane wyniki identyfikacji są w zgodzie ze stanem wiedzy opisanym w dostępnej literaturze.
2. Porównanie chromatogramów fazy gazowej nad asfaltem (A), nad preparatami 2 (p2) i 3 (p3), oraz nad asfaltem z dodatkiem preparatu 2 (A+p2), i 3 (A+p3), pozwala wnioskować następująco:
  - dodatek preparatów 2 i 3 zmienia obraz chromatograficzny fazy gazowej nad asfaltem;

- pojawiające się na chromatogramie związki to w większości składniki dodawanych preparatów, przy czym chromatogram dla preparatu 2 jest znacznie uboższy w dodatkowe LZO niż chromatogram dla preparatu 3;
  - ponadto, związki – składniki preparatów, pojawiają się na chromatogramach fazy gazowej po dodaniu do asfaltu w innej proporcji niż proporcje występujące w samych preparatach;
  - przy podaniu preparatu w ilości 9 (lub 12) kropli do 0,5 kg asfaltu oraz przy założeniu, że tylko niektóre składniki reagują ze składnikami asfaltu i część powstających produktów reakcji prawdopodobnie rozpuszcza się w asfalcie, należy oczekiwać, że stężenie produktów reakcji w fazie gazowej będzie bardzo niskie (najprawdopodobniej niższe niż stężenie np. disiarczków, które nie są widoczne w postaci pików na chromatogramie całkowitego prądu jonowego (TIC)).
3. Niemniej jednak możliwe jest (na co wskazują wyniki przeprowadzonego eksperymentu) obserwowanie zmian disiarczku węgla i jednocześnie disiarczku metylu etylu i disiarczku dietylu w trakcie dodawania preparatów dla ustalenia optymalnej ilości preparatu, którą należy dodać do określonej ilości asfaltu by uzyskać pożądany efekt obniżenia zapachu fazy gazowej nad asfaltem. Obserwację trzech disiarczków należy prowadzić przy wykorzystaniu jonów fragmentarycznych, charakterystycznych dla danej substancji.
  4. Zaobserwowano, że po dodaniu preparatu do próbki gorącego asfaltu preparat nie spalił się tylko wmieszał w masę.

## Uwagi końcowe

W raporcie wskazano, że dochodzi do reakcji niektórych substancji z preparatem aktywnym Inhitone. Powstają nowe związki, jednak ich identyfikacja jest trudna, ponieważ analizowana jest tylko faza gazowa, a powstałe związki mogą pozostawać w ciekłej fazie asfaltu, rozpuszczając się w nim. Czyli chromatografia gazowa nie obejmuje oglądu całego procesu.

Nowopowstałe związki są bezzapachowe i charakteryzują się wielokrotnie niższą toksycznością niż ich substraty przed reakcją. Kwestią zasadniczą jest powstanie produktów reakcji, których reaktywność chemiczna jest nieznacząca.

Skuteczność preparatu została wykazana. Niepewność dotyczy tylko tego jakie związki powstają po użyciu preparatów neutralizujących, czyli jakie są produkty reakcji chemicznej. Bowiem część produktów reakcji została w fazie ciekłej asfaltu a część odparowała z nad jego powierzchni. Analiza i oznaczenie produktów reakcji nie było celem przeprowadzonego badania.

Bezspornie uzyskane wyniki i graficzna ich interpretacja pokazują, że powstały nowe związki o większej masie niż ich substraty przed reakcją. Oznacza to, że po dodaniu preparatu do asfaltu nowe związki o powiększonej masie pozostaną w fazie ciekłej asfaltu (stracą lotność) i nie zostaną wykryte w fazie lotnej, gazowej, stąd pełna identyfikacja wymaga dużo większych nakładów badawczych. O co autor nadal zabiega.

# Rozwiązania dla przemysłu i środowiska

Kompleksowym rozwiązaniem problemów odorowych w rafinerii lub zakładzie produkującym mieszanki mineralno asfaltowe jest bezpośrednie dodanie do asfaltu niewielkiej ilości preparatu aktywnego tj. ok 5kg/25t (cysterna) dzięki czemu:

1. asfalt, nie zmieniając swoich właściwości fizyko-mechanicznych,
2. traci swoje właściwości zapachowe i jest dużo mniej toksyczny.

Nowo sformowane organiczne związki siarki pozostają w masie asfaltu wzmacniając jego odporność na ścieranie i koleinowanie. Rozwiązanie to zamyka problem odorowy nie tylko na każdym etapie produkcji i transportu mieszanki mineralno-asfaltowej ale także ułatwia pracę pracownikom budowlanym, którzy układają nawierzchnie asfaltową np.: w miejscach o słabej wentylacji (np.: w tunelach drogowych).



Podczas roztankowywania cystern asfalt jest automatycznie neutralizowany. Zdjęcie z firmy ROADSTONE pod KILLARNEY, Irlandia.

To innowacyjne rozwiązanie otwiera nowy rozdział w rozwoju branży asfaltowej wprowadzającej na rynek **EKO-ASFALT**, który przeciwstawi się niskiej jakości asfaltom importowanym, a jednocześnie będzie akceptowalny społecznie i bezpieczniejszy dla środowiska.

Szersza dostępność EKO-ASFALTÓW w Europie jest tylko kwestią czasu, szczególnie przy rosnącej świadomości społecznej w tym zakresie. Ukrywanie niewygodnych informacji zamiast przygotowywanie się do nieuchronnych zmian, może faktycznie zagrozić przyszłości tego jakże ważnego działu gospodarki.

Zalecane klasyczne środki ochrony osobistej nie są w praktyce przemysłowej przestrzegane, szczególnie podczas długotrwałych prac w upałach. Oczywiście nie chodzi tu o kwestionowanie celowości stosowania tych środków, (maski, rękawice i odzież ochronna), chodzi tu raczej o to, że są to środki uzupełniające, wspomagające, a nie redukujące zagrożenia w miejscu pracy.

Działaniami docelowymi powinny być czynności ukierunkowane na produkcje asfaltów o obniżonej toksyczności przez co warunki i komfort pracy poprawią się nie tylko w zakładzie produkcyjnym ale także w terenie, podczas układania nawierzchni drogowej.

Stosowanie **EKO ASFALTU** wydaje się więc panaceum na wszelkie dzisiejsze problemy, także związane z trudnościami monitorowania miejsca pracy. Zastosowanie tego rozwiązania może w przyszłości także zredukować roszczenia odszkodowawcze spowodowane szkodliwymi warunkami pracy. Zalet jest jednak więcej: mniejsze koleinowanie, mniejsza ścieralność, mniejszy ślad węglowy i najprawdopodobniej zmniejszenie roszczeń z tytułu napraw gwarancyjnych.



Gorąca nawierzchnia asfaltu jest bezzapachowa i nie drażniąca.

Neutralizowane próbki asfaltu (z badań opisanych wyżej) zostały przekazane do Laboratorium badawczego w dawnej spółce LOTOS S.A. w Gdańsku w celu sprawdzenia wpływu preparatu na własności fizykomechaniczne asfaltu. Przedstawione wyniki (do wglądu) potwierdziły, że zastosowane dawki preparatu w ilości 0,02% nie miały żadnego wpływu na zmianę któregokolwiek z badanych parametrów.

W praktyce dawki neutralizujące odoroczynność asfaltu są w granicach (3-5)kg/25t (cysterna). Zwracam tu szczególną uwagę na fakt, że dawka skuteczna preparatu zależy od rodzaju asfaltu i zawartości w niej głównie lotnych związków siarki (jak to zostało przedstawione na wstępie). Wszystkich sceptyków zapraszam do bezpłatnych testów na wybranych próbkach asfaltu.

## Literatura dotycząca badań bezpieczeństwa asfaltu:

[https://scholar.google.com/scholar?hl=pl&as\\_sdt=0%2C5&q=toksyczn%C5%9B%C4%87+asfaltu&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=pl&as_sdt=0%2C5&q=toksyczn%C5%9B%C4%87+asfaltu&btnG=)

### Zwracam szczególną uwagę na pozycje:

VOC emissions from asphalt pavement and health risks to construction workers

Peng Cui a, b, Gabriella Schito b, Qingbin Cui b, \*

a Southeast University, China

b University of Maryland, United States

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jclepro](http://www.elsevier.com/locate/jclepro)

Developmental toxicity testing of the fume condensate extracts of bitumen

and oxidized asphalt in a series of in vitro alternative assays

Lenny Kamelia a,1,\*, Ivonne.M.C.M. Rietjens a, Peter J. Boogaard a,b

a Division of Toxicology, Wageningen University and Research, 6708 WE, Wageningen, The Netherlands

b Shell Health, Shell International Bv, PO Box 162, 2501 AN, The Hague, The Netherlands

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/toxinvit](http://www.elsevier.com/locate/toxinvit)

### Long list

---

Study of **toxicity** assessment of heavy metals from steel slag and its **asphalt** mixture

R Hu, J Xie, S Wu, C Yang, D Yang - Materials, 2020 - mdpi.com

... **asphalt** technology as an **asphalt** foaming additive, and found clinoptilolite could partially replace the traditional lime filler, without a negative impact on the **asphalt** ... with **asphalt** binder in ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 37 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 10

[HTML] [sciencedirect.com](https://www.sciencedirect.com)

[HTML] Roads with underlying tar **asphalt**-spreading, bioavailability and **toxicity** of their polycyclic aromatic hydrocarbons

J Kumpiene, MO Larsson, I Carabante, HPH Arp - Environmental Pollution, 2021 - Elsevier

... of PAH from underlying tar **asphalt** to the sand beneath, the soil next to the roads, as well as nearby groundwater; and ii) to measure the bioavailability and estimate the **toxicity** of PAH in ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 12 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 11

[PDF] [academia.edu](https://www.academia.edu)

Recycled **asphalt** pavement–fly ash geopolymers as a sustainable pavement base

material: Strength and **toxic** leaching investigations

M Hoy, S Horpibulsuk, R Rachan... - Science of the Total ..., 2016 - Elsevier

... In this research, a low-carbon stabilization method was studied using Recycled **Asphalt** Pavement (... The leachability of the heavy metals is measured by **Toxicity** Characteristic Leaching ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 132 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 14

Study on **asphalt** volatile organic compounds emission reduction: A state-of-the-art review

M Wang, C Wang, S Huang, H Yuan - Journal of Cleaner Production, 2021 - Elsevier

... , the published **articles** in the ... **asphalt** reduces the content of **asphalt** PAHs, especially the content of BAP. However, most of them are **toxic** and the reaction products between **asphalt** ...

Zapisz Cytuj Cytowane przez 54 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 4

Performance and **toxic** leaching evaluation of dense-graded **asphalt** concrete using steel slag as aggregate

S Hasita, M Hoy, A Suddeepong... - Journal of Materials in ..., 2021 - ascelibrary.org  
... 's stability than the **asphalt** concretes with L, even ... S **asphalt** concretes were higher than those of L **asphalt** concretes, indicating higher fatigue cracking resistance. The M R of S **asphalt** ...  
Zapisz Cytuj Cytowane przez 13 Powiązane artykuły Wszystkie wersje 3

Physical and environmental properties of **asphalt** mixtures containing incinerator bottom ash

CM Huang, CT Chiu, KC Li, WF Yang - Journal of Hazardous Materials, 2006 - Elsevier  
... IBA-**asphalt** mixtures to evaluate their engineering performance as a paving material and finally, the leaching and environmental **toxicity** of the IBA-**asphalt** mixtures were measured. ...

[PDF] [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

**Toxicity** of coal-tar and **asphalt** sealants to eastern newts, *Notophthalmus viridescens*

T Bommarito, DW Sparling, RS Halbrook - Chemosphere, 2010 - Elsevier  
... The overall objective of this study was to determine if coal-tar and **asphalt**-based sealants differ in their **toxicity** to salamanders. Because of their endangered status, experiments using E...

**Toxic** health effects including reversible macrothrombocytosis in workers exposed to **asphalt** fumes

RM Chase, GM Liss, DC Cole... - American journal of ..., 1994 - Wiley Online Library  
... ) and the decline of symptoms and the reversal in platelet size coincident with reduction in **asphalt** fume exposure suggests **toxic**, reversible macrothrombocytosis in these workers. ...

[PDF] [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Environmental impact of highway construction and repair materials on surface and ground waters: Case study: crumb rubber **asphalt** concrete

MF Azizian, PO Nelson, P Thayumanavan... - Waste management, 2003 - Elsevier  
... chemical and **toxicity** evaluation methodology to assess the leaching behavior of crumb rubber **asphalt** concrete (CR-AC) in highway environments and the removal of **toxic** constituents ...

[PDF] [academia.edu](https://www.academia.edu)

Genotoxic effects of fumes from **asphalt** modified with waste plastic and tall oil pitch

HK Lindberg, V Väänänen, H Järventaus... - ... /Genetic Toxicology and ..., 2008 - Elsevier  
... treatment time in order to avoid excess **toxicity** and still achieve sufficiently high exposure. ... concentrations of high **toxicity**. Six different concentrations of each **asphalt** fume were used to ...

Health Effects of Occupational Exposure to Asphalt | NIOSH  
Centers for Disease Control and Prevention | CDC (.gov)  
<https://www.cdc.gov/niosh/docs>

**Known carcinogens have been found in asphalt fumes generated at work sites.** Observations of acute irritation in workers from airborne and dermal exposures to ...

Więcej pytań

Is asphalt toxic to humans?

What toxins are in asphalt?

What are the hazards of asphalt?

Is dried asphalt toxic?

... of heavy metals from steel slag and its **asphalt** mixture - Hu - Cytowane przez 37  
... tar **asphalt**-spreading, bioavailability and **toxicity** of ... - Kumpiene - Cytowane przez 12  
Physical and environmental properties of **asphalt** ... - Huang - Cytowane przez 56

Asphalt (Bitumen) Fumes - Overview  
Occupational Safety and Health Administration (.gov)  
<https://www.osha.gov> › asphalt-fu...

Health effects from exposure to asphalt fumes include **headache, skin rash, sensitization, fatigue,** reduced appetite, throat and eye irritation, cough, and skin ...  
Hazard Recognition · Standards · Possible Solutions · Exposure Evaluation

asphalt - NJ.gov  
nj.gov  
<https://www.nj.gov> › eoh › rtkweb › documents

PDF  
\* **Asphalt, when HEATED, can give off toxic Hydrogen Sulfide gases.** \* Asphalt may ignite or explode when mixed with NAPHTHA, other VOLATILE SOLVENTS, and LIQUID ...  
6 stron

Asphalt fumes  
WorkSafeBC  
<https://www.worksafebc.com> › as...  
16 kwi 2024 — The risks · **Cough** · Fatigue · Headache · Reduced appetite · Cancer · Skin rash · Throat and eye irritation ...

Blood gases in asphalt workers - PMC  
National Institutes of Health (NIH) (.gov)  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov> › pmc  
B Çoksevım · 2004 · Cytowane przez 1 — **Asphalt** can cause some disorders such as **acute myocardial infarction, pulmonary fibrosis, leukemia** and it may have genotoxic activity.

Asphalt cement poisoning  
MedlinePlus (.gov)  
<https://medlineplus.gov> › article  
2 lis 2023 — **Asphalt cement poisoning** occurs when someone swallows asphalt. If hot asphalt gets on the skin, serious injury can occur.

The Unseen Dangers of Tar and Asphalt Fumes  
Online Safety Trainer  
<https://www.onlinesafetytrainer.com> › ...  
1 sie 2023 — Symptoms may include: **Irritation of the Eyes, Nose, and Throat:** Exposure to fumes can cause watering eyes, nasal congestion, and throat ...

Working with Asphalt: Hazards and Safety Measures  
International Enviroguard  
<https://int-enviroguard.com> › blog  
6 maj 2022 — **Hot asphalt can emit H2S (hydrogen sulfide gas)** which can cause lung irritation, suffocation, or even death. The most common effects of ...

The dangers of asphalt fumes

Dugan & Associates

<https://www.dugan-associates.com> › ...

9 maj 2016 — **Asphalt** is a petroleum product which, if not settled properly, can catch fire. It **can cause skin irritation, lung irritation and burns**.

Systems biology of asphalt pollutants and their human ...

Frontiers

<https://www.frontiersin.org> › full

E Rozewski · 2023 · Cytowane przez 5 — According to the results of this experiment, **asphalt exposure caused DNA damage in alveolar macrophages and lung tissue**, and the higher

Asphalt: Human health tier II assessment

Australian Industrial Chemicals Introduction Scheme

<https://www.industrialchemicals.gov.au> › files

29 cze 2018 — ... hazard category 'Acute **Toxicity** Category 2' and hazard ... occupational exposure to **asphalt** emissions during road paving (IARC, 2013).

Asphalt adds to air pollution, especially on hot, sunny days

YaleNews

<https://news.yale.edu> › 2020/09/02

2 wrz 2020 — A new study finds that **asphalt** is a significant source of air pollutants in urban areas, especially on hot and sunny days.

Asphalt VOCs - The Center for Health, Environment & Justice

chej.org

<https://chej.org> › asphalt-vocs

Some VOCs are also known to cause cancer in humans. Workers in facilities that make and mix **asphalt** are at the highest risk for health effects of exposure to ...

Asphalt (Bitumen) Fumes - Hazard Recognition

Occupational Safety and Health Administration (.gov)

<https://www.osha.gov> › hazards

Exposure to **asphalt** fumes can cause serious injury and permanent damage. Workers that may be exposed to **asphalt** fumes need to be aware of the potential hazards ...

New asphalt binder alternative is less toxic, more ...

Tech Xplore

<https://techxplore.com> › news › 2...

22 wrz 2023 — One of the key advantages of the patching mixture is that it emits fewer fumes than traditional **asphalt** and is therefore safer for workers.

Health Issues with an Asphalt Plant Nearby - Wright County, MN

Wright County, MN

<https://www.co.wright.mn.us> › ViewFile › Item

In fact, most **asphalt** plants are not even tested for **toxic** emissions. The amounts of these pollutants that are released from a facility are estimated by ...

Are ground up piles of asphalt considered a hazardous ...

Quora



<https://www.quora.com › Are-ground-up-piles-of-aspha...>

28 mar 2022 — Everything is a hazardous material in some context. Even pure water (you can drown in it). **Asphalt** is hazmat, with its own msds sheet, based on ...

[10 odpowiedzi](#) · 2 głosy: Not at all. It's (mostly) tarlike asphalt and gravel. Asphalt is what's left after gasoline ...

[Asphalt fume exposure during road construction](#)

[WorkSafeBC](#)

<https://www.worksafebc.com › as...>

When **asphalt** is heated during road construction, it releases vapours and fumes, which workers may inhale. Exposed workers may experience symptoms such as eye ...

[Asphalt Fumes Exposure Attorney in Los Angeles](#)

[Farzam Law Firm](#)

<https://www.farzamlaw.com › asp...>

If you have suffered injuries due to exposure to **toxic** fumes from **asphalt** contact our workplace injury attorneys at the Farzam Law Firm.

[Spreading, bioavailability and toxicity of polycyclic aromatic ...](#)

[ResearchGate](#)

<https://www.researchgate.net › 35...>

22 lip 2021 — Only **asphalt** with PAH content >1200 mg kg<sup>-1</sup> exhibited bioavailable concentrations that exceeded threshold concentrations for serious risk. The ...

[Is asphalt odor you smell toxic?](#)

[Central Michigan Life](#)

<https://www.cm-life.com › 2022/11>

23 lis 2022 — The odor to be hot **asphalt** coming from Central **Asphalt** (CA), an **asphalt** paving company in Mount Pleasant. Hare said the smell is very odorous, but very low in ...

[Why Virginia Should Ban Toxic Pavement Sealants](#)

[YouTube](#)

<https://www.youtube.com › watch>

Coal tar sealants are used to protect **asphalt** and are applied to streets, driveways, and playgrounds.

Unfortunately, these **pavement** sealants ...

10 kluczowe momenty w tym filmie

[Dangers of Asphalt Dust | Why Asphalt Dust Is Hazardous](#)

[Weha USA](#)

<https://www.wehausa.com › asph...>

It is one of the materials that can produce harmful construction dust that should be controlled. Let's look at why it is dangerous.

[3197 - Hazardous Substance Fact Sheet](#)

[nj.gov](#)

<https://www.nj.gov › eoh › rtkweb › documents>

The following exposure limits are for **Asphalt** fume: NIOSH: The recommended airborne exposure limit (REL) is. 5 mg/m<sup>3</sup>, which should not be exceeded during any.

[ASPHALT](#)

[AFSCME Staff Rep Portal](#)

<https://afscmestaff.org › uploads › 2020/03 › Asp...>

If the **toxicity** of the chemical is a problem, the employer may be able to order an **asphalt** mixture which contains a less **toxic** solvent (e.g. toluene for benzene) ...

Road surface asphalt can pollute soils: we checked ...

The Conversation

<https://theconversation.com> › roa...

9 sie 2021 — Emissions from hot mix **asphalt** and other plant operations, such as heating of aggregates and **bitumen**, loading and transportation of materials, ...

Bitumen contents and fumes

Institute for Safety, Compensation and Recovery Research (ISCRR)

<https://research.iscrr.com.au> › assets › pdf file › b...

A Moo · 2019 · Cytowane przez 2 — New South Wales. SafeWork NSW. Hygiene and Toxicology Team and TestSafe Laboratories have, from time to time, investigated **bitumen**