

# Mieszalność lepiszczy w mieszankach mineralno-asfaltowych z destruktem ze starych nawierzchni

dr inż. Krzysztof Błażejowski

X MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA ŚLĄSKIE FORUM DROGOWNICTWA

Szczyrk, 12-14.06.2024

# Agenda

1. Po co komu recykling? Czyli o co walczymy i dokąd zmierzamy?
2. Co nas przytłacza? Kwestie prawne i ekonomiczne
3. A co z technologią i jakością dróg?
4. Wpływ mieszalności na projektowanie składu mma
5. Wnioski i spostrzeżenia (na przyszłość)





**Po co komu recykling?**  
**Czyli o co walczymy i dokąd zmierzamy?**

---

## Po co komu recykling...

Próby zastosowania w drogownictwie materiałów podatnych do powtórnego użycia trwają już od wielu lat. Nie tylko w Polsce, ale także (głównie) w wielu krajach świata.

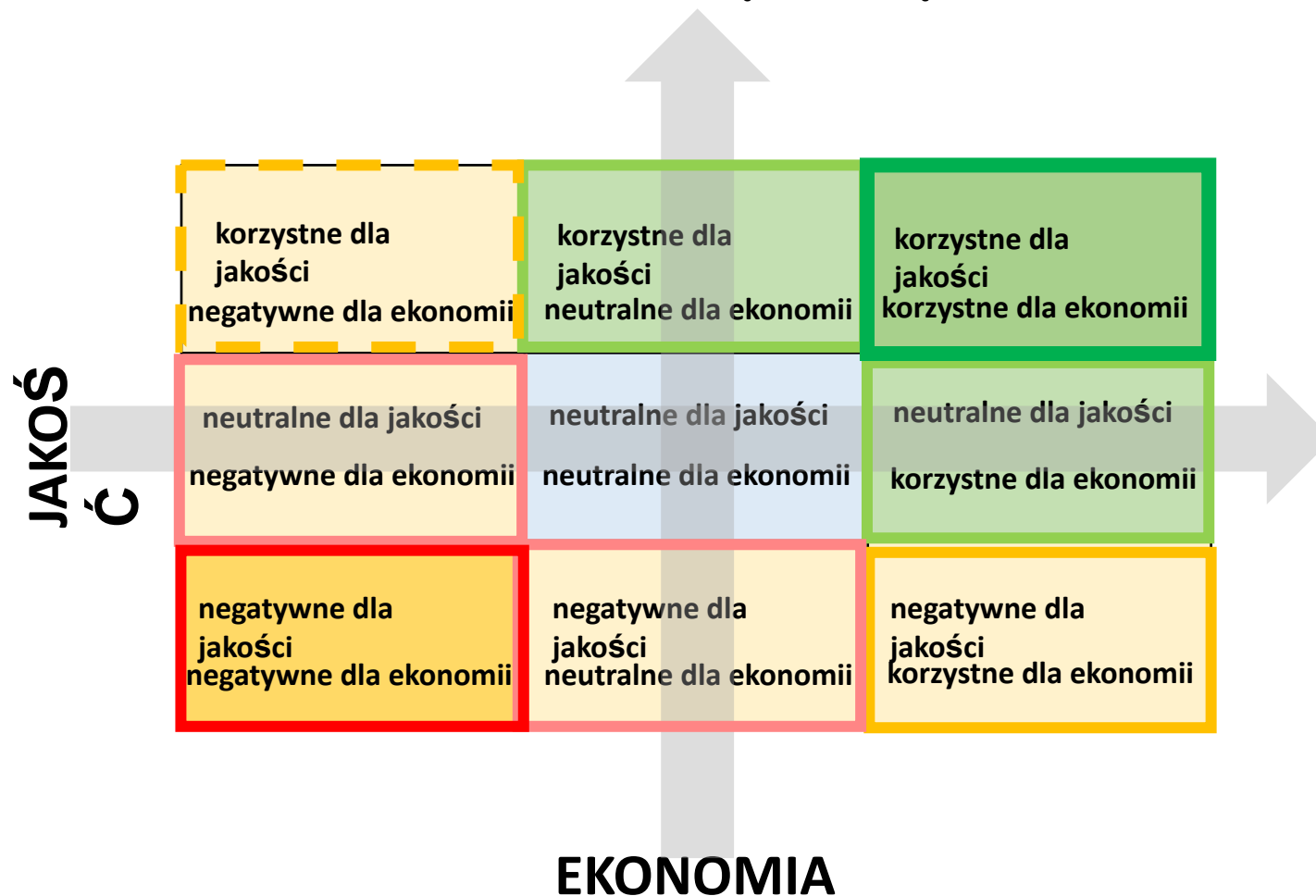
Próby te mają m.in. na celu zastosowanie powtórne materiałów z korzyścią dla środowiska (obniżenie emisji, śladu węglowego itd.). Przykładem takiego podejścia jest powtórne użycie destruktu ze starych nawierzchni asfaltowych (tzw. granulatu asfaltowego), które w niektórych krajach spowodowało testy mieszanek mineralno-asfaltowych (dalej ->mma) o zawartości granulatu powyżej 80%.

Ale warto również zastanowić się, jaki jest wpływ tego materiału na jakość i ekonomię nowo budowanych nawierzchni asfaltowych (a w szczególności mieszanek mineralno-asfaltowych).



# Po co komu recykling...

Warte rozważenia... w szczególności przez administrację drogową





# **Co nas przytłacza?**

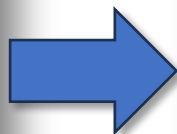
## **Kwestie prawne i ekonomiczne**

## Co nas przytłacza...

Przez całe lata branża drogowa walczyła o uregulowanie statusu destruktu asfaltowego, co miało ułatwić **powtórne użycie** tego materiału.

Jednak mimo nowego Rozporządzenia z 2021 r. okazało się, że liczba problemów znacząco nie zmalała, a wręcz pojawiły się nowe.

**U S T A W A**  
z dnia 14 grudnia 2012 r.  
**o odpadach<sup>1), 2)</sup>**



Warszawa, dnia 17 listopada 2021 r.

Poz. 2067

**ROZPORZĄDZENIE**  
**MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA<sup>1)</sup>**

z dnia 8 listopada 2021 r.

**w sprawie określenia szczegółowych kryteriów stosowania warunków utraty statusu odpadów dla odpadów destruktu asfaltowego<sup>2)</sup>**

## Co nas przytłacza...

Oprócz problemów **formalno-prawnych**, na których obecnie koncentrują się całe wysiłki branży drogowej, do rozwiązania pozostaje cały szereg wątpliwości dotyczących zapisów **technicznych** w tym Rozporządzeniu.

Przykładowo, nie podano metod badań wymaganych cech destruktu asfaltowego (bitumicznego) – oznaczania WWA, odcieków wodnych itd.

Warszawa, dnia 17 listopada 2021 r.

Poz. 2067

**ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA KLIMATU I ŚRODOWISKA<sup>1)</sup>**

z dnia 8 listopada 2021 r.

w sprawie określenia szczegółowych kryteriów stosowania warunków utraty statusu odpadów dla odpadów destruktu asfaltowego<sup>2)</sup>







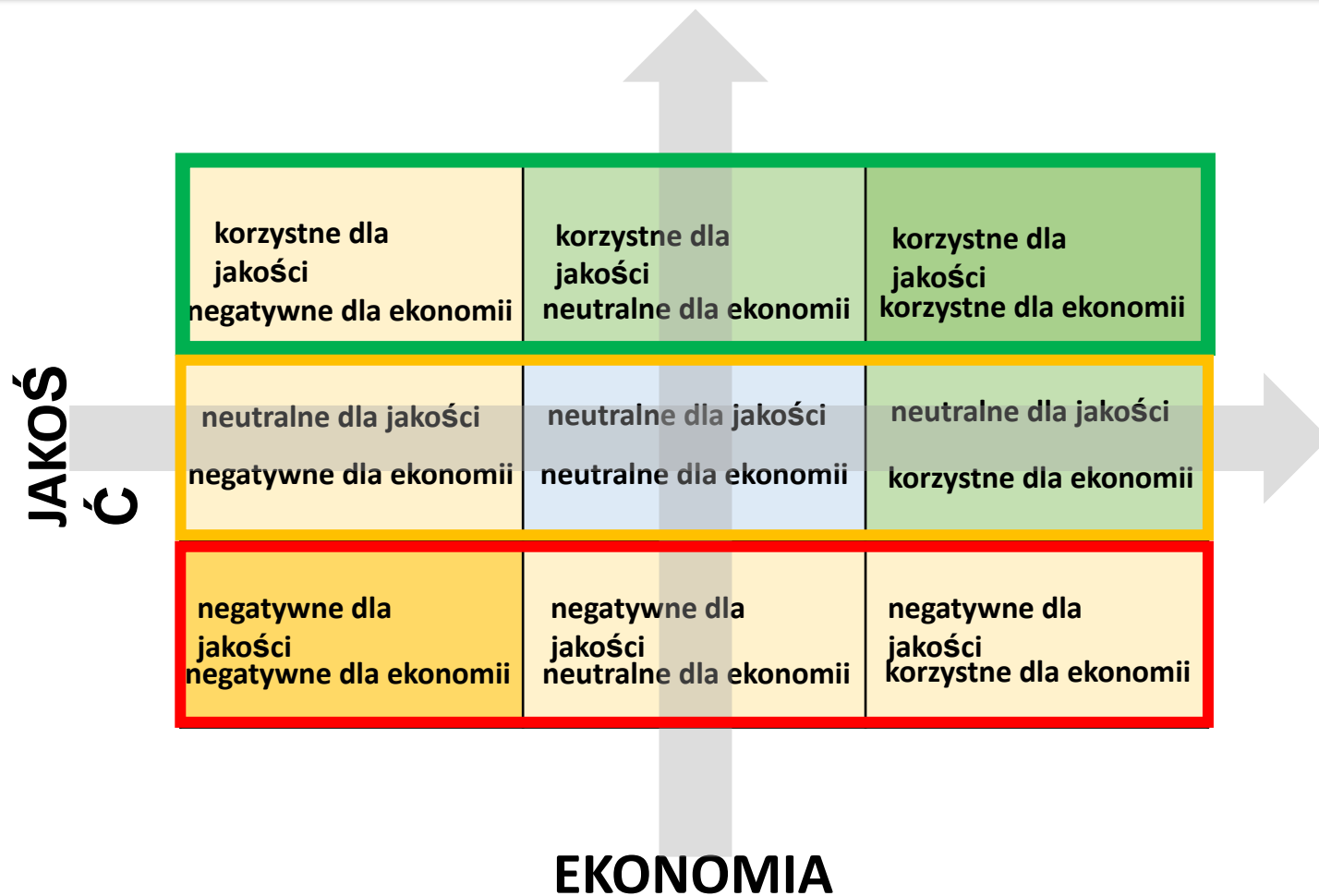
**A co z technologią asfaltową  
i jakością dróg?**

---

# Co z technologią asfaltową...

Spójrzmy nieco inaczej na problem granulatu asfaltowego i sens jego powtórnego użycia.

Nie negując potrzeb środowiskowych i ekonomicznych, warto mieć na uwadze, że **zła jakość nowych nawierzchni z granulem to także strata środowiskowa i ekonomiczna, tyle że opóźniona w czasie.**



## Co z technologią asfaltową...

Do tej pory formalnie **jesteśmy ograniczani limitem zawartości granulatu**, np. w Wytycznych GDDKiA WT-2 2014 podano max. 20% dla metody na zimno i 30% do metody na gorąco, nie dopuszczono granulatu do warstwy ścieralnej.

Niemniej jednak doświadczenia zagraniczne i także krajowe (w ramach różnych eksperymentów i odstępstw od formalnych limitów) pozwalają stwierdzić, że możliwe jest wykorzystanie znacznie większych ilości granulatu w mma.

Zależy to od:

- jakości granulatu (jakości kruszywa, stopnia zestarzenia lepiszcza, wielkości ziaren, jednorodności itd.),
- dostępności granulatu,
- dostępności maszyn (dozowanie na zimno, dozowanie na gorąco z „czarnym bębniem”).

W tym momencie istotne jest stwierdzenie z WT-2 2014 „**stosowanie granulatu asfaltowego nie może obniżać właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych**”.

# Co z technologią asfaltową...

W kontekście jakości i właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych proponuję przyrzeć się dwom tematom:

- **mieszalności starego lepiszcza z granulatu z nowym**, dozowanym podczas produkcji mma
- **konsekwencjom powyższego** w postaci zmian w metodzie projektowania składu mma.

Funkcjonuje założenie, że nowe (zadobowane) lepiszcze wymieszają się w 100% ze starym lepiszczem znajdującym się w granulacie. Przykładem tego są wymagania w WT-2 2014:

W „metodzie na gorąco” asfalt wynikowy uzyskany z wyprodukowanej mieszanki mineralno-asfaltowej w zakresie temperatury mięknięcia  $T_{PIKmix}$  powinien spełniać oczekiwane wymagania według dokumentacji projektowej.

Do obliczania temperatury mięknięcia mieszaniny lepiszcza z granulatu asfaltowego i dodanego asfaltu należy zastosować następujące równanie (zgodnie z PN-EN 13108-1 Załącznik A punkt A.3):

$$T_{PIKmix} = a \cdot T_{PIK1} + b \cdot T_{PIK2}$$

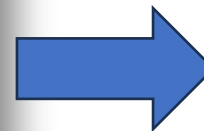
w którym:

$T_{PIKmix}$  - temperatura mięknięcia mieszanki lepiszczy w mieszance mineralno-asfaltowej z dodatkiem granulatu asfaltowego, [°C];

$T_{PIK1}$  - temperatura mięknięcia lepiszcza uzyskanego z granulatu asfaltowego, [°C];

$T_{PIK2}$  - średnia temperatura mięknięcia dodanego lepiszcza asfaltowego [°C];

$a$  i  $b$  - udziały masowe: lepiszcza z granulatu asfaltowego ( $a$ ) i dodanego lepiszcza ( $b$ ), przy  $a + b = 1$ .



czyli obydwa lepiszcza uległy całkowitemu, ale wirtualnemu wymieszaniu i powstało nowe, zgodne z docelową specyfikacją

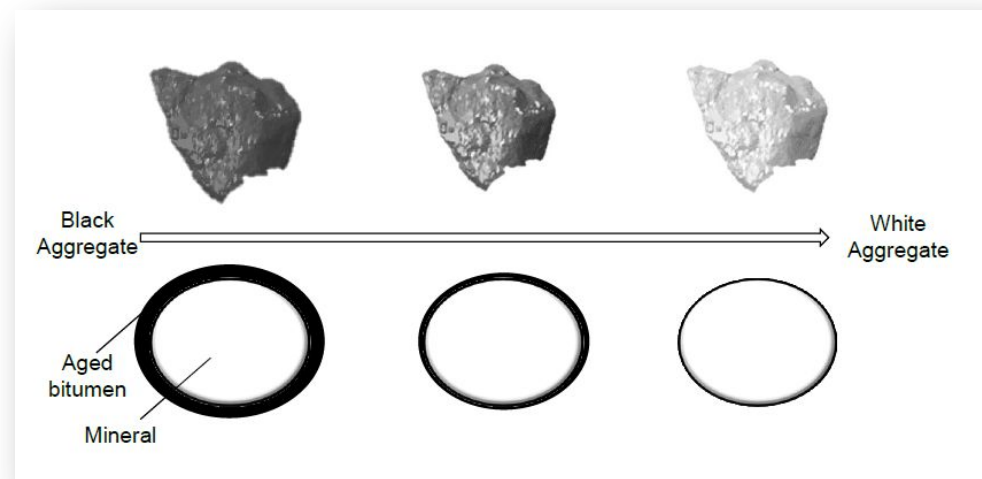
# Co z technologią asfaltową...

Czy zatem jest to możliwe?

Czym jest granulata asfaltowa? Jest to rozdrobniona mieszanka mineralno-asfaltowa, w której stare lepiszcze znajduje się w mastyksie/zaprawie oraz na ziarnach grubego kruszywa. Jest to więc lepiszcze „związane” i nie jest możliwe jego skuteczne oddzielenie od kruszywa. W związku z tym niezwykle trudno jest je połączyć z nowym „świeżym” lepiszczem zadozowanym na otaczarni.

W tym kontekście, w literaturze używa się pojęcia **Degree of Binder Activity (DoA)**, które oznacza w jakim stopniu lepiszcze „oficjalnie” znajdujące się w granulacie jest dostępne do pełnienia roli lepiszcza w nowej mma. Występują tu trzy podejścia technologiczne:

- **białe kruszywo** – 100% starego lepiszcza jest dostępne dla nowej mma
- **czarne kruszywo** – 0% starego lepiszcza będzie dostępne dla nowej mma
- **częściowe** - dostępność lepiszcza pomiędzy 0% a 100%.



## Co z technologią asfaltową...

Generalnie, **do tej pory nie ustalono, w jaki sposób oceniać ilość lepiszcza w granulacie (DoA), która byłaby dostępna dla nowej mma.** Z pewnością oznacza to, że założenie o 100% dostępności starego lepiszcza jest albo nieprawdziwe, albo występuje bardzo rzadko. Ma to oczywiste konsekwencje dla projektowania mma z wykorzystaniem granulatu.

Stare lepiszcze, które możemy użyć w nowej mma „jako dostępna część lepiszcza” ma takie znaczenie, o ile jesteśmy w stanie go wymieszać z nowym lepiszczem. Dlaczego? Dlatego że stare lepiszcze jest zwykle poważnie zestarzone i utraciło swoje korzystne właściwości np. zdolność do relaksacji. Żeby stanowiło wartościowy składnik nowej mma musimy je odświeżyć albo nowym lepiszczem, albo dodatkowo rejuwenatorem.

Stopień wymieszania starego (tego dostępnego) i nowego lepiszcza oznaczany jest często jako **Degree of Blending (DoB).**

# Co z technologią asfaltową...

**Degree of Blending (DoB)** zależy od:

- ilości granulatu w mma (duża ilość wymaga większej energii do uwolnienia i mieszania)
- temperatury mieszania w otaczarce (ułatwia rozpad cząstek granulatu przez mięknienie starego lepiszcza)
- czasu mieszania w otaczarce (ułatwia rozpad cząstek granulatu przez mechaniczne rozdrabnianie)
- czasu kondycjonowania – czasu przechowywania w silosie (ułatwia procesy dyfuzji)
- ilości wypełniacza w nowej mma – wypełniacz przechwytuje nowe lepiszcze i rejuwenator i utrudnia mięknienie lepiszcza w granulacie
- porowatości nowego kruszywa – podobnie jak wypełniacz przechwytuje lepiszcze i rejuwenator
- stopnia zesterzenia lepiszcza w granulacie – twarde lepiszcze słabo łączy się z nowym lepiszczem
- grubości otoczki lepiszcza na kruszywie w cząstkach granulatu – im grubsza tym lepiej, ale oznacza to, że mieszanki typu AC22P słabo rokują na wymieszanie starego lepiszcza z nowym



## Co z technologią asfaltową...

**Degree of Blending (DoB)** zależy od (c.d.):

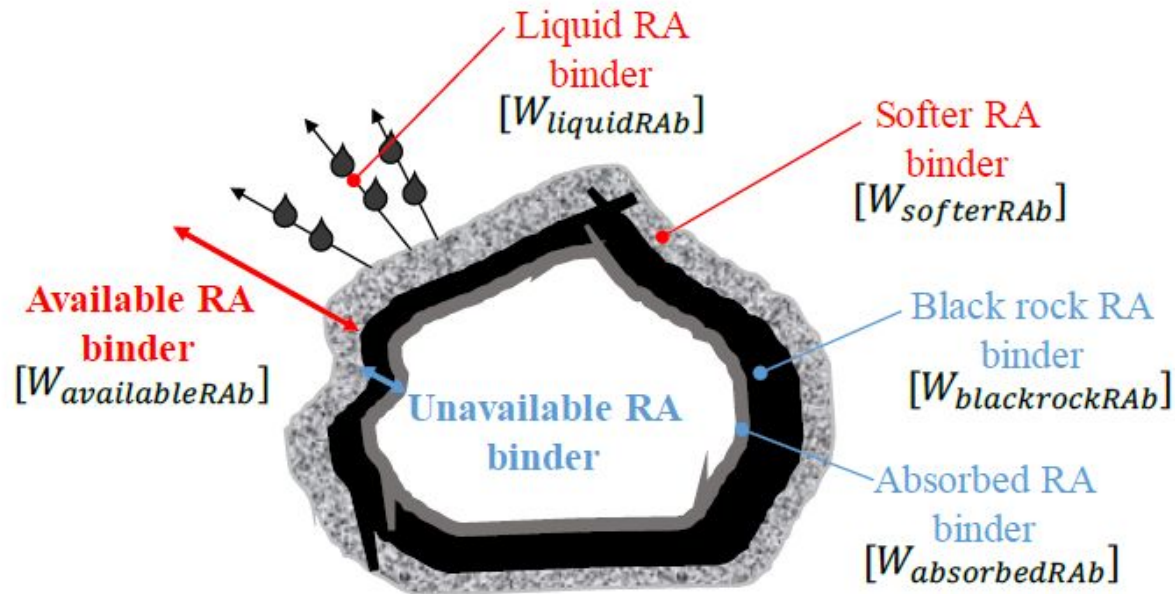
- wilgotności granulatu (bardziej wilgotny utrudnia uwolnienie lepiszcza z granulatu i dalej mieszania z nowym asfaltem)
- uziarnienia mieszanki mineralnej w granulacie (im drobniejsza mieszanka, tym więcej lepiszcza, a więc tym większa szansa na mieszanie)
- zmienności składu granulatu (to przekłada się na zmienność mieszalności lepiszczy i dalej zmienność właściwości nowej mma)
- kształt i przekruszenie nowego kruszywa (ziarna kubiczne i łamane ułatwiają uwolnienie lepiszcza z granulatu, ziarna zaokrąglone nie są efektywne)
- rodzaju i ilości środków dodanych do mma (rejuvenatorów)

Powyższe czynniki wyraźnie wskazują, że nie można traktować tego procesu jako trywialnego, a projektowanie składu nowej mma oraz wybór składników musi uwzględniać także czynniki procesu produkcyjnego na otaczarni.



## Co z technologią asfaltową...

Podsumowując, dostępność starego lepiszcza z granulatu można podzielić następująco:



Należy zauważyć, że Degree of binder Activity DoA (w %) zależy bezpośrednio od cech kruszywa, asfaltu, składu itd. mma i będzie cechą własną każdego granulatu.

W literaturze naukowej znaleźć można proponowane równania, szacujące stopień wymieszania starego i nowego asfaltu w mma. Są to jednak (póki co) próby.



# **Wpływ mieszalności na projektowanie składu mma**

---

# Wpływ mieszalności na projektowanie składu mma

Jak projektujemy w Polsce mma z granulatem? Otóż bardzo prosto:

- zakładamy że całość starego asfaltu z granulatu będzie dostępna dla nowej mieszanki (tzn. będzie pracowało w nowej mma jako lepiszcze),
- mieszalność starego i nowego asfaltu szacujemy na 100%, czego wynikiem ma być średnia ważona temperatury mięknięcia starego i nowego asfaltu,
- stosujemy tzw. wskaźnik zastąpienia BR związany z ilością granulatu w nowej mma:

**wskaźnik zastąpienia lepiszcza BR** – udział starego lepiszcza, zawartego w granulacie asfaltowym, w całości lepiszcza w mieszance mineralno-asfaltowej

Typ betonu asfaltowego	Dopuszczalna wartość wskaźnika zastąpienia lepiszcza BR [%]	
	Na zimno	Na gorąco
AC P	20 (było 20)	40 (50 <sup>1)</sup> ) (było 20)
AC W	20 (było 20)	30 (40 <sup>1)</sup> ) (było 20)
AC S	0	20 <sup>1)</sup> 2) (było 0)
AC WMS	0	30 <sup>3)</sup> (było 0)

# Wpływ mieszalności na projektowanie składu mma

Niemniej jednak wiadomo już, że wskaźniki DoA i DoB nie są równe 100%, a więc nie ma pełnej dostępności lepiszcza z granulatu, a to które jest dostępne nie wymiesza się całkowicie z nowym lepiszczem.

Co to oznacza dla właściwości użytkowych mma zaprojektowanych wg dotychczasowych zasad:

- część lepiszcza z granulatu nie będzie spełniała oczekiwanej funkcji w nowej mma
- nowa mma może być nieco „za sucha” w stosunku do potrzeb mieszanki ponieważ zabraknie lepiszcza z granulatu (wirtualnie i matematycznie ono „jest” w nowej mma)
- badanie zawartości finalnego lepiszcza w nowej mma przy pomocy metody ekstrakcji będzie mylące, ponieważ wykaże ilość lepiszcza całkowitego dostępnego dla rozpuszczalnika, a temperatura PiK mieszaniny będzie wprowadzała w błąd sugerując że wszystko się wymieszało
- należy zmienić metodę projektowania mma zawierających granulaty, dodatkowo uwzględniając działania rejuwenatora (oddzielny problem)
- należy wprowadzić dodatkowe badania kontrolne nowej mma z granulem, przede wszystkim te, które zależą od efektywności lepiszcza (zmęczenie, SCB itp.)



# **Wnioski i spostrzeżenia (na przyszłość)**

---

# Wnioski i spostrzeżenia

- Zapewnienie jakości warstw asfaltowych z granulatem jest zagadnieniem związanym ze środowiskiem i ekonomią, a nie oddzielnym tematem technologicznym przynależnym inżynierom.
- Zła jakość nowych nawierzchni z granulatem to także strata środowiskowa i ekonomiczna, tyle, że opóźniona w czasie.
- Jeśli mma z granulatem powinny spełniać te same wymagania jakościowe co mma z nowymi składnikami, będzie to duże wyzwanie dla producentów mma, ponieważ granulaty z natury rzeczy jest mniej „sterowalny i przewidywalny” niż nowe materiały.
- Procesy łączenia starych składników z nowymi nie są jeszcze do końca wyjaśnione. Utrudnia to przewidywanie zmian właściwości mma w czasie (np. w konsekwencji procesów dyfuzji starego i nowego lepiszcza).
- Założenia całkowitej dostępności starego lepiszcza z granulatu oraz 100% mieszalności z nowym lepiszczem są idealistyczne i praktycznie trudne do uzyskania.
- Należy przemyśleć korekty do metody projektowania mma z granulatem.



**Dziękuję za uwagę!**