



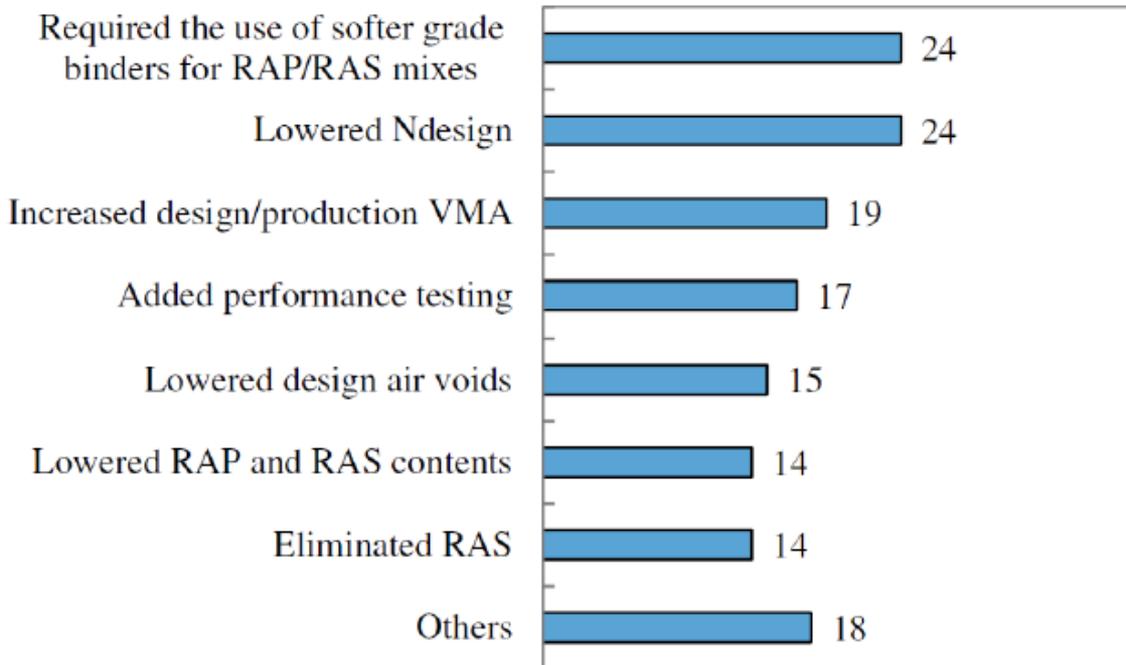
MODIFIED
ASPHALT
RESEARCH
CENTER

**Новые подходы к разработке
асфальтобетонных смесей
с применением системы Superpave.
Концепция Superpave 5 и Superpave 3.**

Изменение стандарта проектирования смесей Superpave AASHTO R 35 (2014) в департаментах транспорта различных штатов

- В ходе исследования, проведенного в 2014 г. для подкомитета AASHTO по материалам, была собрана информация о проблемах с долговечностью (Aschenbrener, 2014).
- 26 департаментов транспорта изменили стандартный состав смеси:
 - В 7 штатах уменьшили объем воздушных пустот.
 - В 16 штатах снизили количество оборотов гиратора.
 - В 8 штатах ужесточили требования к минимальному количеству пустот в минеральном заполнителе (VMA). В некоторых штатах были приняты сразу несколько изменений.

Уточнение состава смеси Superpave Исследование NCAT, 2018 г.



– У департаментов транспорта штатов запросили перечень уже внедренных изменений в составе смеси.

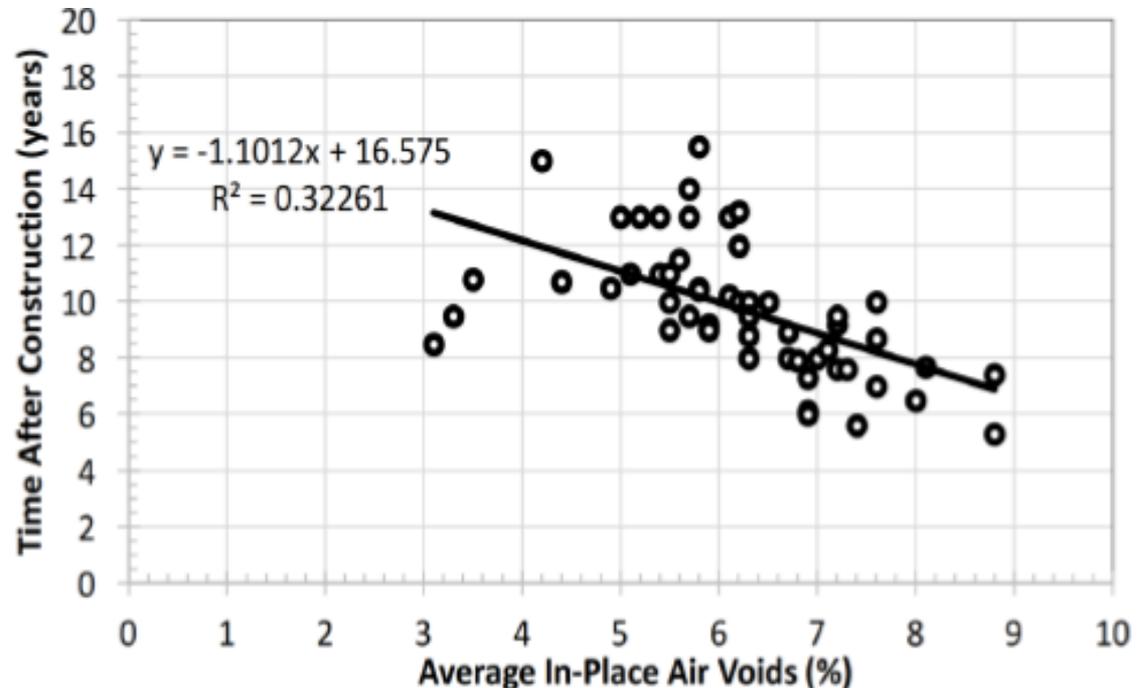
– Ответили 47 департаментов из 50.

NCAT's Final Report to the National Cooperative Highway Research Program (NCHRP); Project NCHRP 20-07/Task 406; August 30, 2018

Корреляция долговечности и плотности

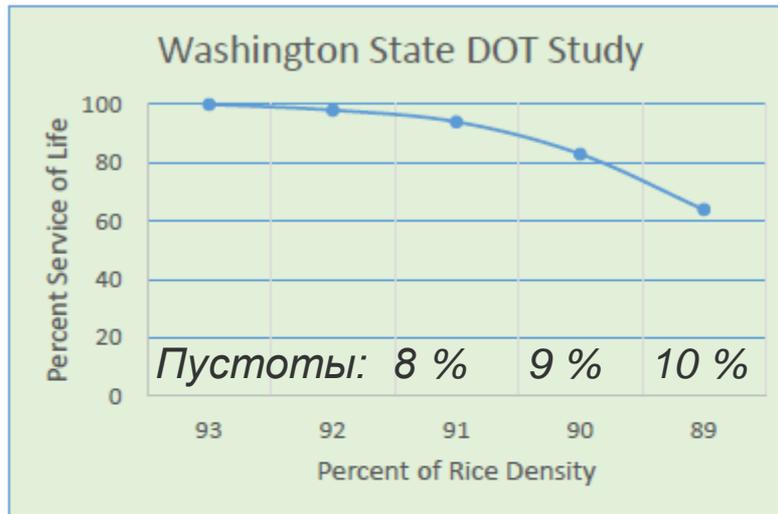
- Recent data from New Jersey DOT & Rutgers State University

“One year pavement-life loss for every 1% increase in the in-place air voids”



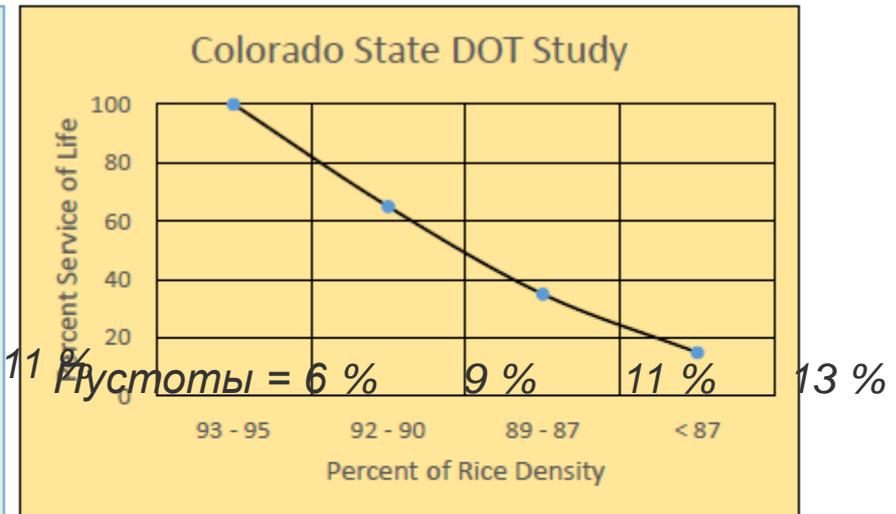
Wang, H.; Wang, Z.; Bennert, T.; and Weed, R. (2015) "HMA Pay Adjustment." Report FHWA NJ-2015-007. New Jersey Department of Transportation.

Влияние плотности на срок службы дорожного покрытия



Thicker Pavements

TRR 1217, 1989

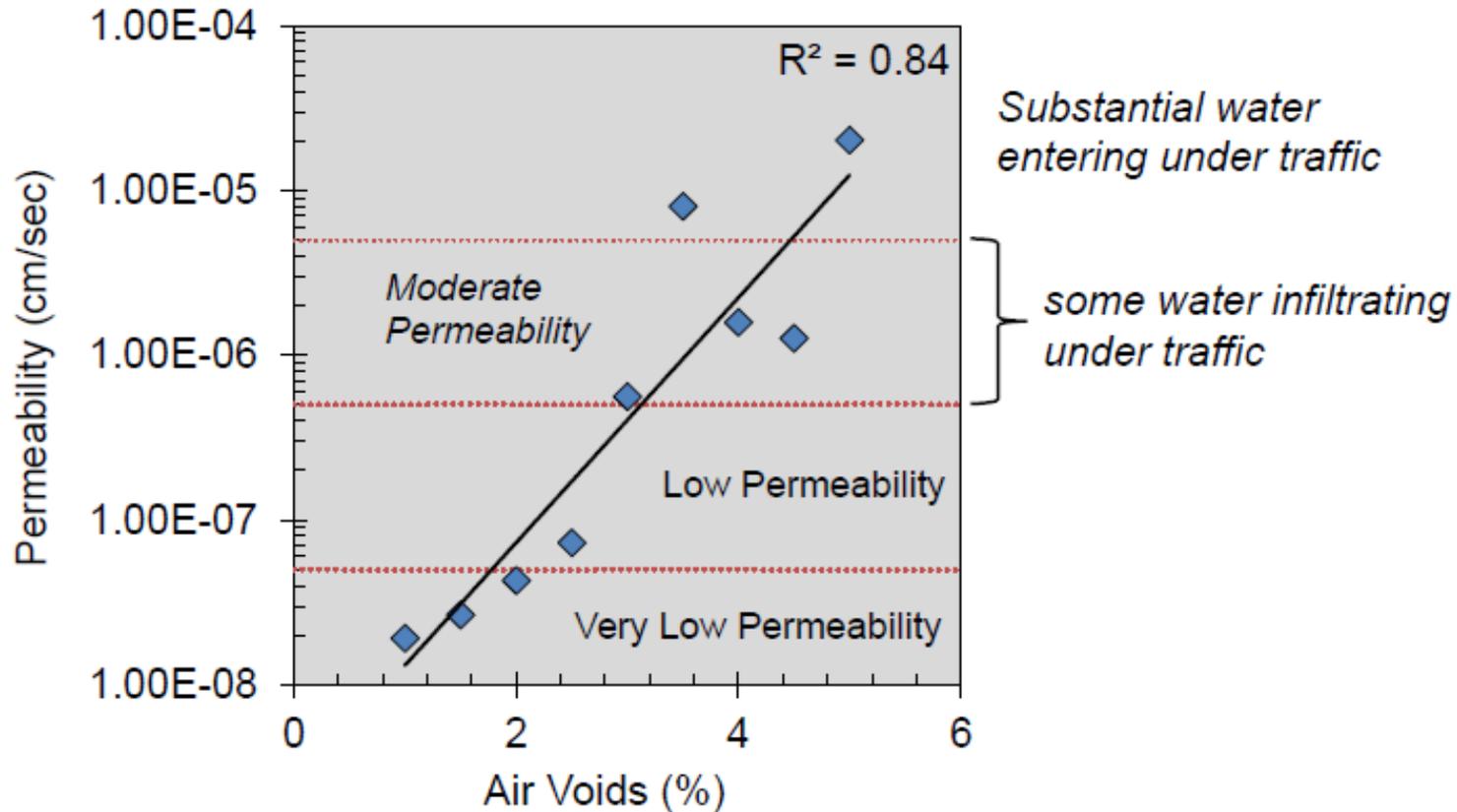


Typical Pavements

CDOT 2013-4, 2013

For both thicker and thinner, reduced in-place density at the time of construction results in significant loss of Service Life!

Balancing Air Voids and Permeability for 9.5 mm mix



Permeability ranges corresponding to those listed in Vardanega P, Waters T. "Analysis of Asphalt Concrete Permeability Data Using Representative Pore Size", *Journal of Materials in Civil Engineering*, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia, Volume 23, Issue 2 (February 2011).

Улучшение характеристик усталости и долговечности

Сокращение пустот, увеличение толщины пленки вяжущего

- Reduced Air Voids = Increase in Fatigue Life

Table 1. Effect of Air Voids on Fatigue Performance

Study	Lab/Field Experiment	Mix Type	Air Voids Evaluated	Increase in Fatigue Life for 1% Decrease in Air Voids
UCB (Epps and Monismish 1969)	Lab	British Standard	4 - 14%	20.6% ¹
		California Fine	5 - 8%	43.8% ¹
		California Coarse	2.5 - 7%	33.8% ¹
UCB (Harvey and Tsai 1996)	Lab	California Dense-Graded	1 - 3% 4 - 6% 7 - 9%	15.1% ¹
WesTrack (Epps et al. 2002)	Lab	Fine	4, 8, 12%	13.5% ¹
		Fine-Plus	4, 8, 12%	13.3% ¹
		Coarse	4, 8, 12%	9.0% ¹
	Field	Fine/Fine-Plus	4, 8, 12%	21.3% ¹
		Coarse	4, 8, 12%	8.2% ¹
AI (Fisher et al. 2010)	Lab	9.5 mm Dense-Graded	4 - 11.5%	9.2%

¹ (Seeds et al. 2002)

- Research Data Suggests - Best Expected Performance With
 - Higher AC
 - Lower Air Voids
 - Higher Compaction

Tom Dzieziejko, CET
Director Quality
Aecon Infrastructure 2018

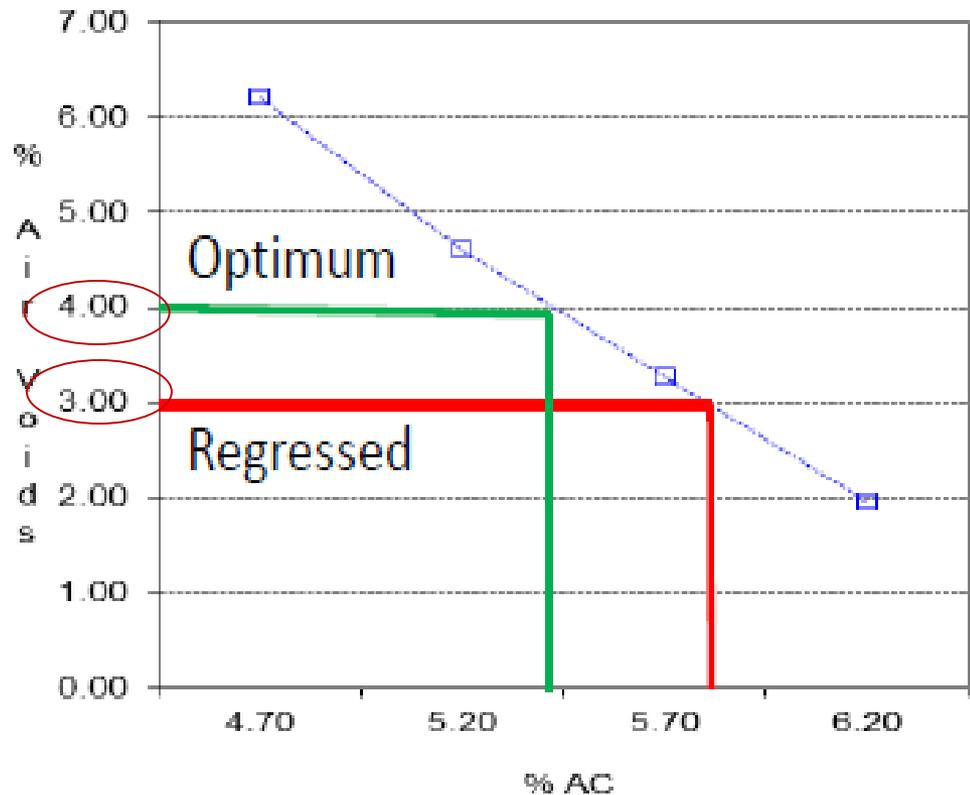
Superpave 3: регрессионный подход

- Повышение долговечности и стойкости к образованию трещин дорожного покрытия путем **увеличения количества вяжущего** в асфальтобетонных смесях.
- Этот подход основан на **сокращении воздушных пустот** при подборе состава всех асфальтобетонных смесей.
- Суть концепции сокращения воздушных пустот:
 - разрабатывается смесь с содержанием воздушных пустот 4,0 %, удовлетворяющая всем остальным критериям Superpave;
 - определяется, сколько дополнительного первичного вяжущего требуется для достижения показателя воздушных пустот 3,5 % или 3,0 %.

Регрессионный подход



Каждая линия = среднее по двум образцам



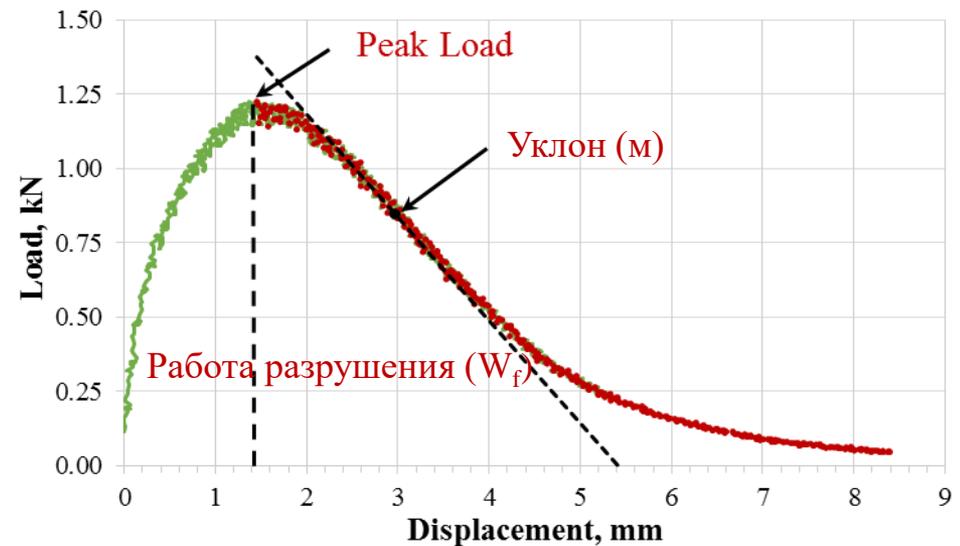
Стойкость к образованию трещин: илинойское измерение показателя эластичности (I-FIT) – AASHTO TP124



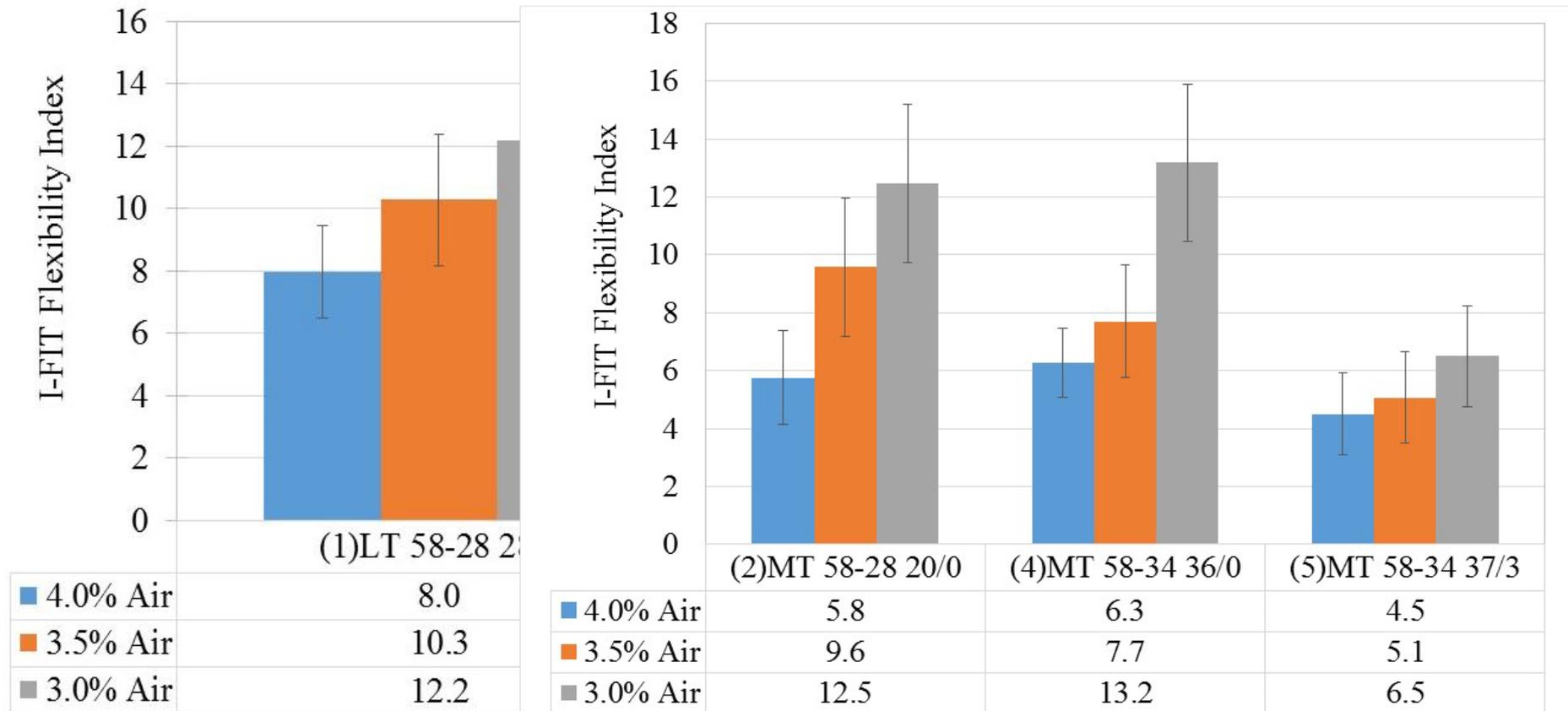
Процедура SCB-IFIT для определения усталостного растрескивания смеси

$$FI = \frac{W_f}{\text{Ligament area}} \times 0.01$$

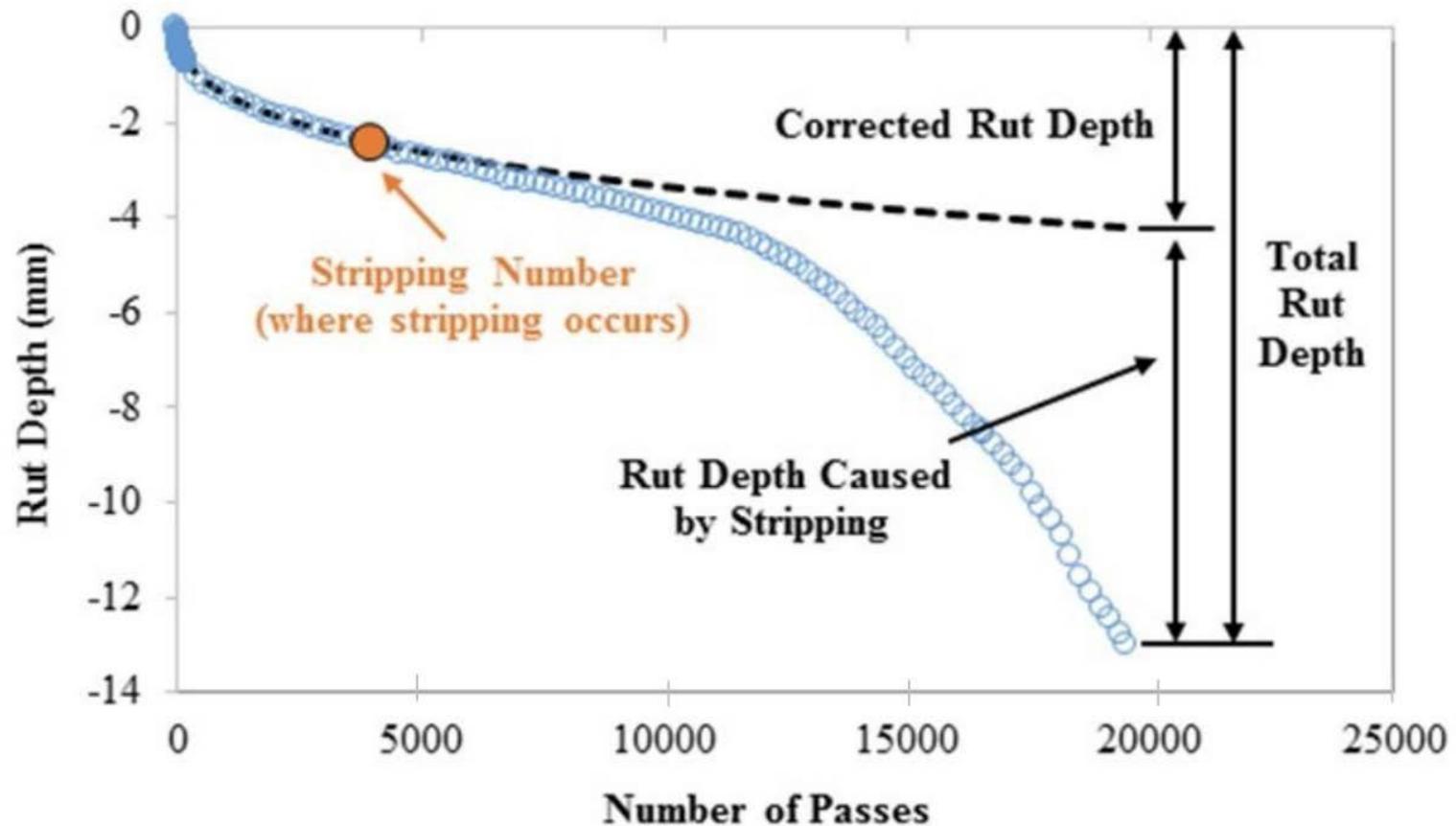
|m|



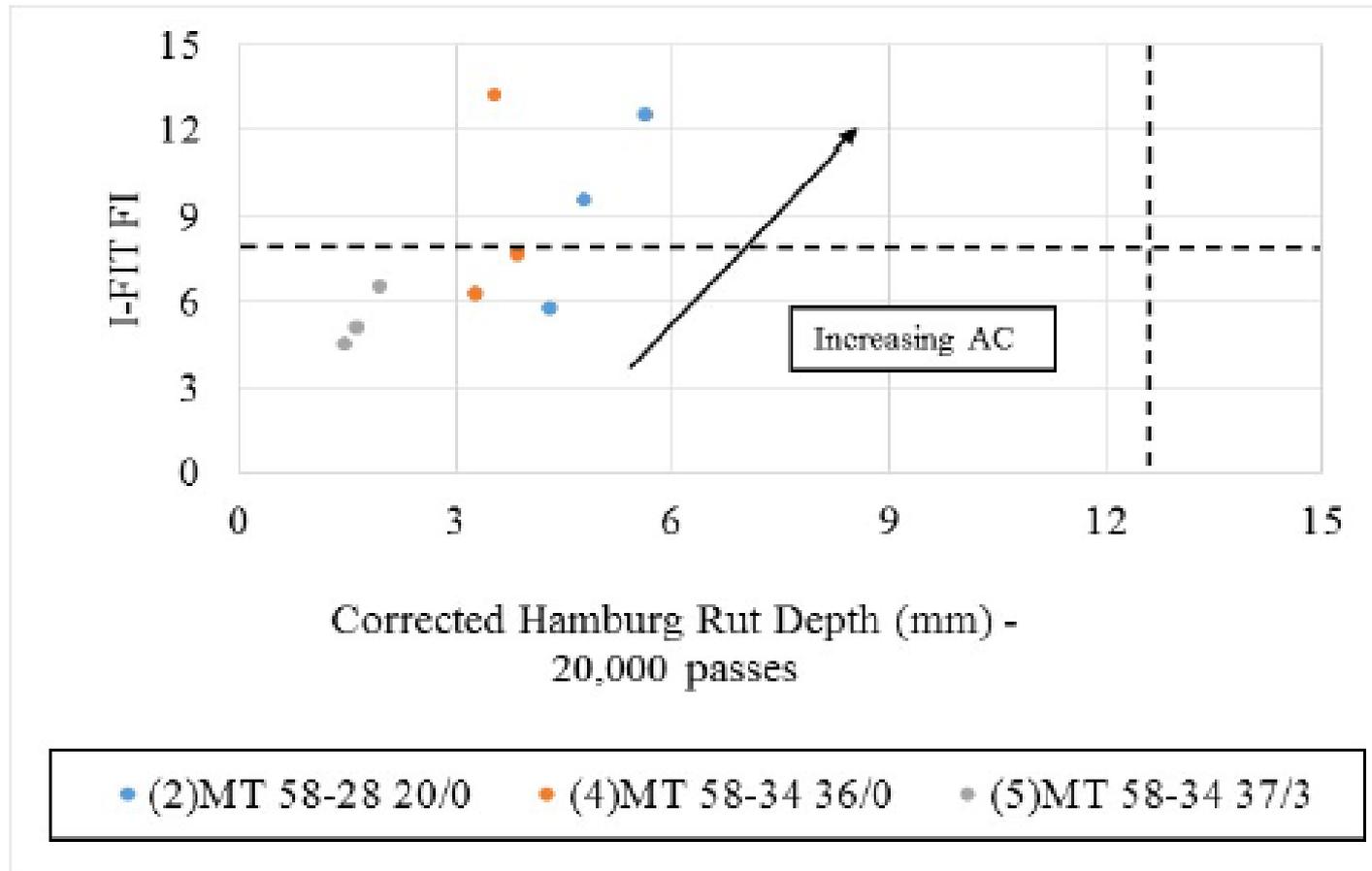
Повышение стойкости к образованию трещин



Сопротивление колееобразованию – колесная нагрузка



Обоснование для увеличения содержания вяжущего

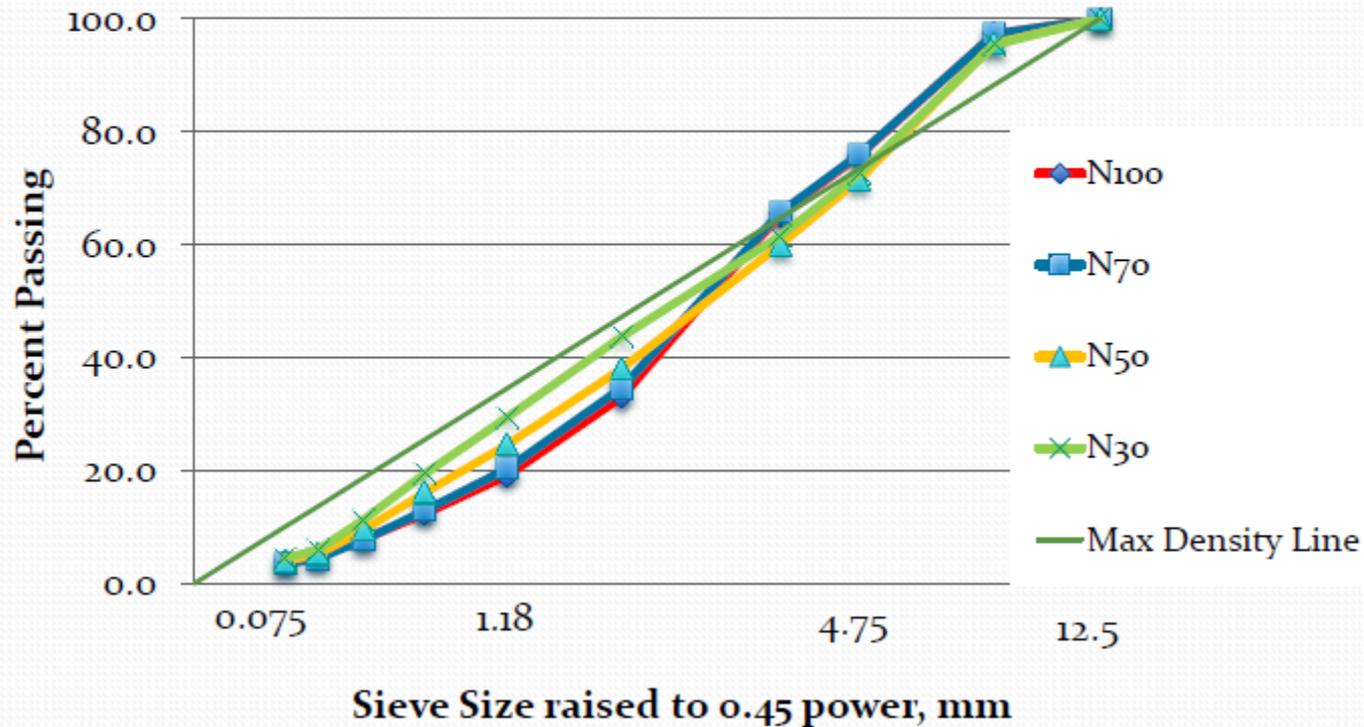


Подход Superpave 5

- В рамках системы Superpave 5 используется **содержание воздушных пустот, равное 5 %**, вместо применяемого сейчас показателя 4 %.
- Для поддержания того же минимального содержания битума **показатель VMA увеличивается на 1 % относительно текущих значений, указанных в AASHTO M323.**
- Технические условия на минеральные заполнители остаются теми же, но **гранулометрический состав и рассчитанное для лабораторных условий усилие уплотнения (N_{design}) должны быть изменены.**
 - **50 оборотов гиратора** для всех условий дорожного движения, в которых $00N > 3$ млн.
 - **30 оборотов гиратора** для условий, в которых $Э00N < 3$ млн.

Пример изменения гранулометрического состава для увеличения показателя VMA

9.5-mm Mixture Gradations



Подход Superpave 5

- **Смеси, уплотненные до остаточной пористости 5 %, обеспечивают такую же или незначительно повышенную колееустойчивость по сравнению со смесью Superpave 4 (100 об. гиратора), уплотненную до остаточной пористости 7 %.**
- **Перспективность Superpave 5 состоит в возможности получать асфальтобетонные смеси, которые имеют как минимум такое же содержание битумного вяжущего, уплотняются до остаточной пористости 5 % и имеют как минимум такую же колееустойчивость. Но можно ли их использовать в строительстве дорог? И будут ли они стареть медленнее?**

Superpave 5: более высокий VMA при меньших оборотах гиратора

- Superpave5
 - Design a mix at 5% air voids
 - Target 5% AV (95% density) in field

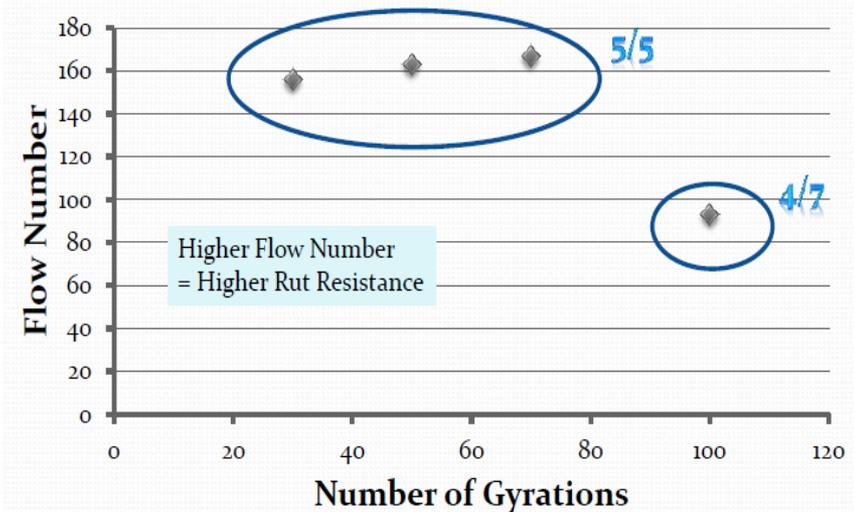
VOIDS IN MINERAL AGGREGATE, VMA, CRITERIA @ N_{des}	
Mixture Designation	Minimum VMA, %
4.75 mm	17.0
9.5 mm	15.0 16.0
12.5 mm	14.0 15.0
19.0 mm	13.0 14.0
25.0 mm	12.0 13.0

SPECIFICATION LIMITS		
MIXTURE		
	LSL*	USL**
Air Voids at N_{des} , %	2.60 3.60	5.40 6.40
Voids In Mineral Aggregate at N_{des} , %	Spec	Spec + 2.50
DENSITY		
	LSL*	USL**
Roadway Core Density (% Gmm), %	91.00 93.00	n/a
* LSL, Lower Specification Limit		
** USL, Upper Specification Limit		

Эксплуатационные характеристики смесей Superpave 5

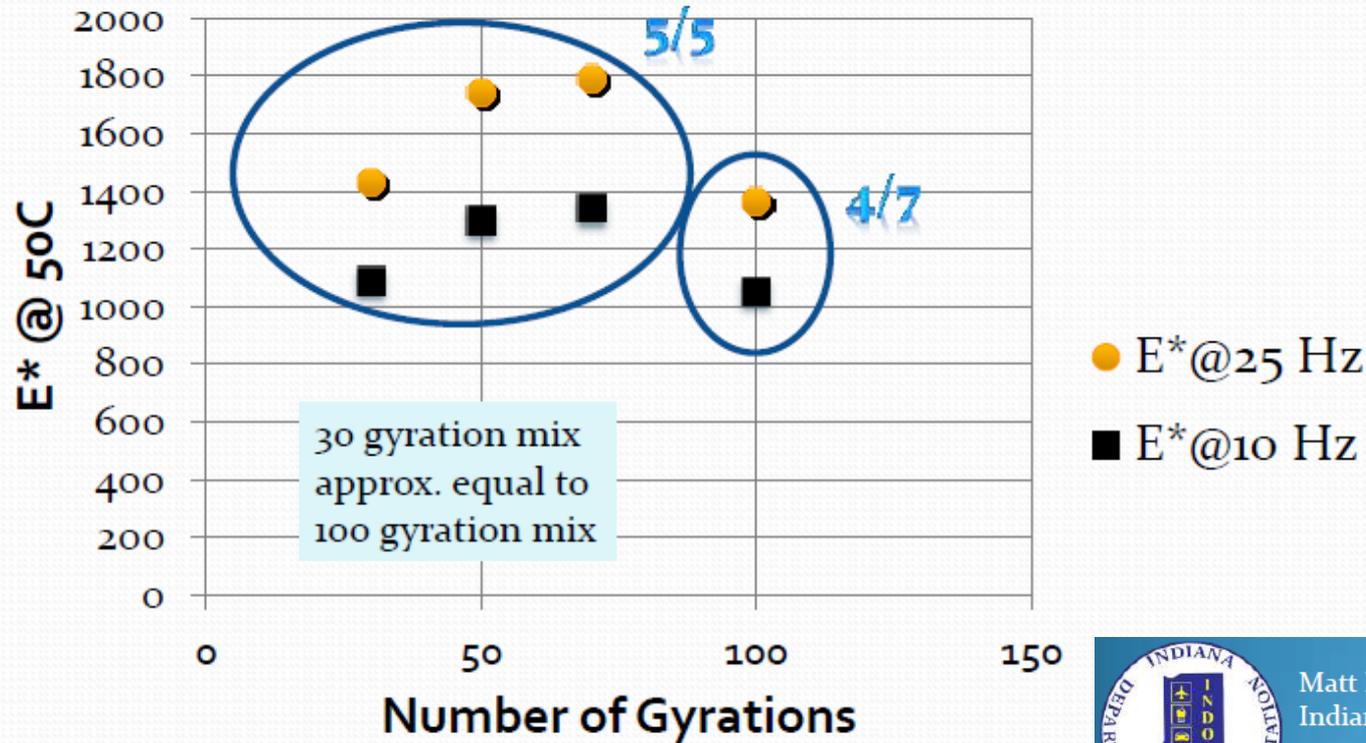
- Первый пробный участок был построен в 2013 г. и проинспектирован в 2018 г.
 - Устойчивость к колееобразованию, определенная числом пластической текучести (FN), оказалась лучше у Superpave 5
 - Старение происходило гораздо медленнее
 - Средняя марка на трех пробных участках с Superpave 4 – PG 100.0-16.2. Средняя марка на трех пробных участках с Superpave 5 – PG 94.0-21.0.

Rut Resistance Comparison



Комплексный модуль смесей Superpave 5

Stiffness Comparison



Matt Beeson
Indiana Department of Transportation

Выводы

- Текущий состав смеси Supergrave (4 % воздушных пустот) при показателе Ndes в настоящее время анализируется
 - Число оборотов при Ndes слишком велико, что приводит к образованию сухих смесей (с недостаточным количеством вяжущего)
 - Уплотнение в полевых условиях до остаточной пористости 7 % не обеспечивает достаточную долговечность
- Предлагаемые решения:
 - Снижение Ndes, повышение VMA и/или увеличение содержания битума
 - В рамках системы Supergrave 3 применяется регрессия для увеличения содержания вяжущего без изменения VMA или гранулометрического состава
 - В рамках системы Supergrave 5 требуется изменение гранулометрического состава для увеличения показателя VMA и изменение числа оборотов гиратора с целью повышения содержания вяжущего

Будущие изменения в Superpave не определены

- **Повышение доли вторично используемых битумных материалов (RAM)**
 - Снижение затрат и сокращение воздействия на окружающую среду
- **Сбалансированный состав смеси**
 - Объемное проектирование — это только первый шаг
 - Эксплуатационные испытания на колееустойчивость, растрескивание и долговечность
- **Содержание воздушных пустот и проницаемость в условиях эксплуатации будут снижаться для повышения долговечности (старение и влажность)**

Благодарю за внимание!

- Организаторы конференции
- Спонсоры/партнеры MARC
- Honeywell

Хусейн Бахия (Hussain U. Bahia), Ph.D.

bahia@engr.wisc.edu

UWMARC.wisc.edu