

2019-04-05

PRO БИТУМ И ПБВ.



ROYAL INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

# Опыт Швеции по проектированию и устройству покрытий с низким уровнем шума

Associate Professor Denis Jelagin  
*KTH, Civil and Architectural Engineering*  
*Stockholm, Sweden*

## Строительство и техническое обслуживание дренирующих асфальтобетонных дорожных покрытий в Швеции:

- *Проектирование материалов и испытания дорожного покрытия (2003-2010)*
- *Эволюция функциональных свойств и срока службы*
- *Техническое обслуживание (заполнение воздушных пустот)*



# Дренирующий асфальтобетон - функциональные свойства

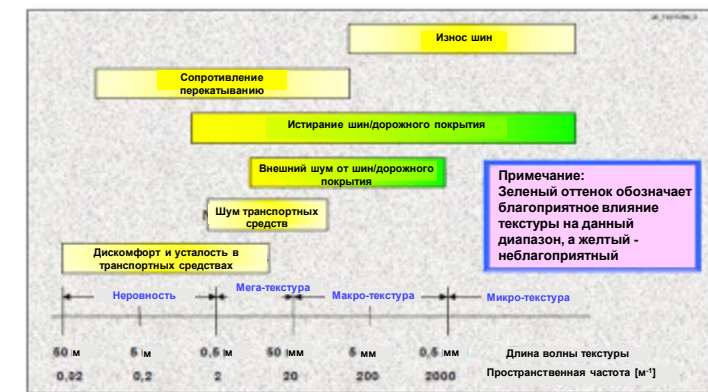
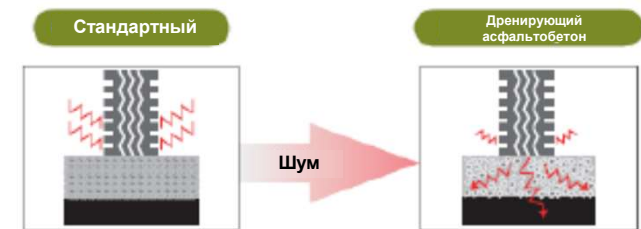
Высокая воздушная пористость  
>20% пустот => открытая и  
сообщающаяся конструкция  
пустот

Быстрое удаление воды из  
дорожной поверхности

Рассеивание шума по слоям

Форма и размер щебня?

- Баланс между долговечностью  
и шумоподавлением



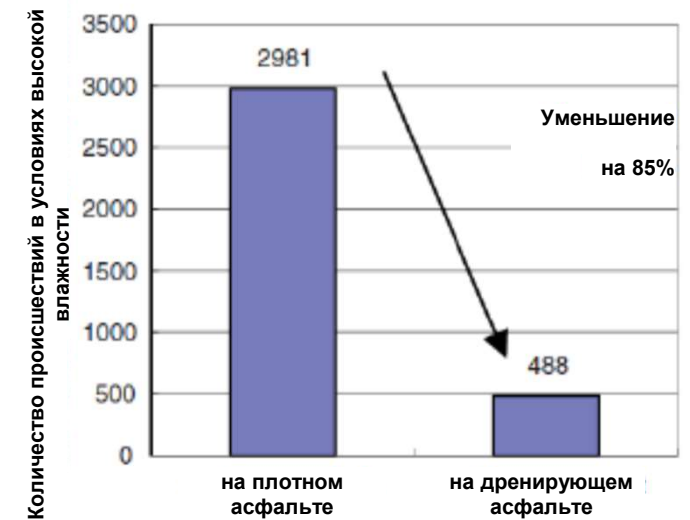
# Дренирующий асфальтобетон - функциональные свойства

## Дренаж



**SMA16**

**TA9 – «Тихий асфальт» Skanska**



Yamaguchi (2005), Tech. rep

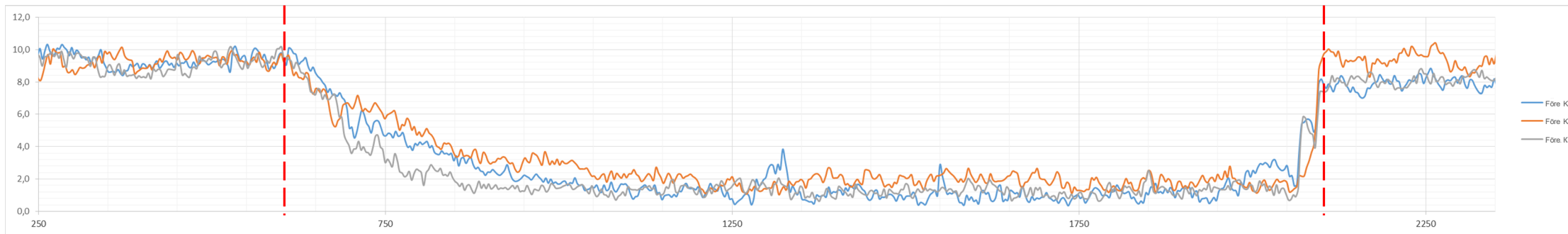
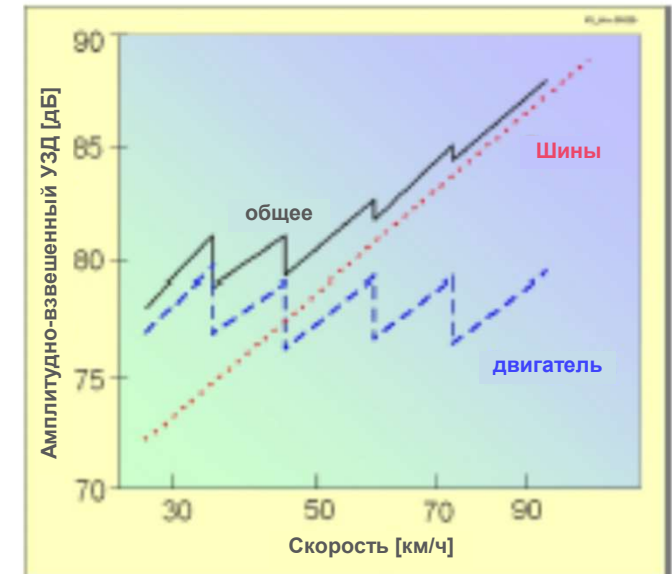


# Дренирующий асфальтобетон - функциональные свойства

## Шумоподавление:

- Снижение шума у источника
- В основном звук возникающий при контакте шин с поверхностью

*Измерение на испыт. участке дренирующего («тихого») асфальтобетона => снижение примерно на 8-9 дБ*

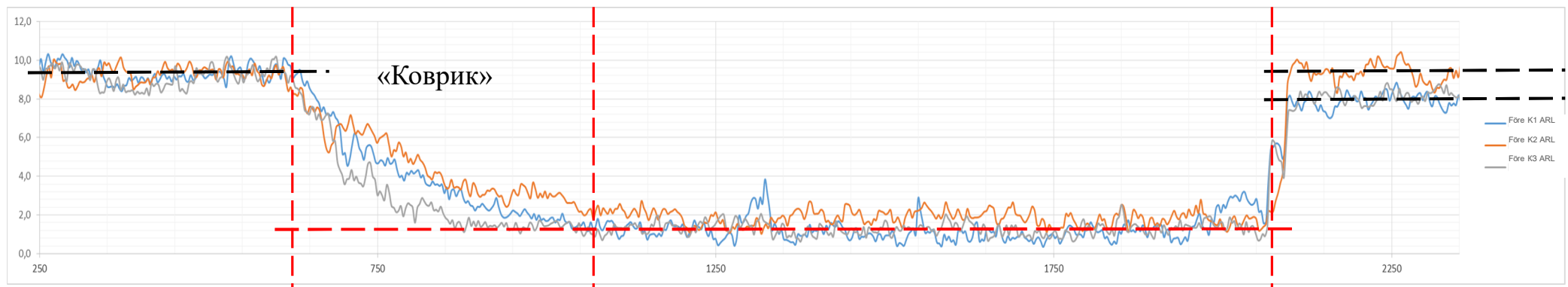
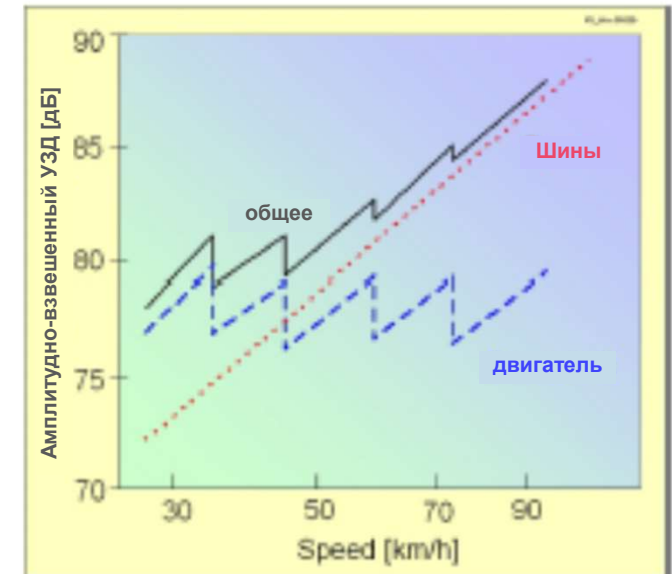


# Дренирующий асфальтобетон - функциональные свойства

## Шумоподавление:

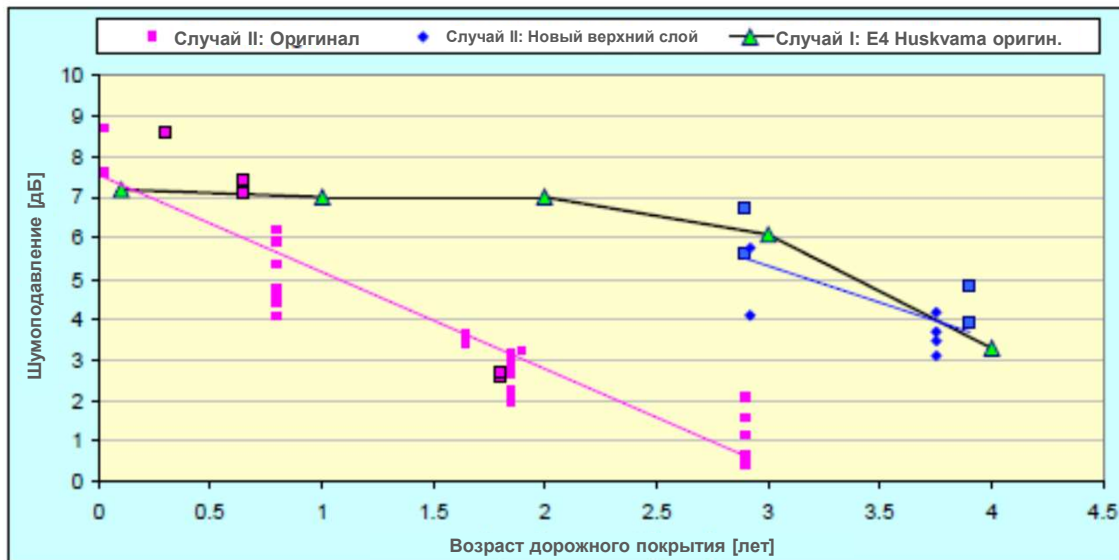
- Снижение шума у источника
- В основном звук возникающий при контакте шин с поверхностью

*Измерение на испыт. участке дренирующего («тихого») асфальтобетона => снижение примерно на 8-9 дБ*

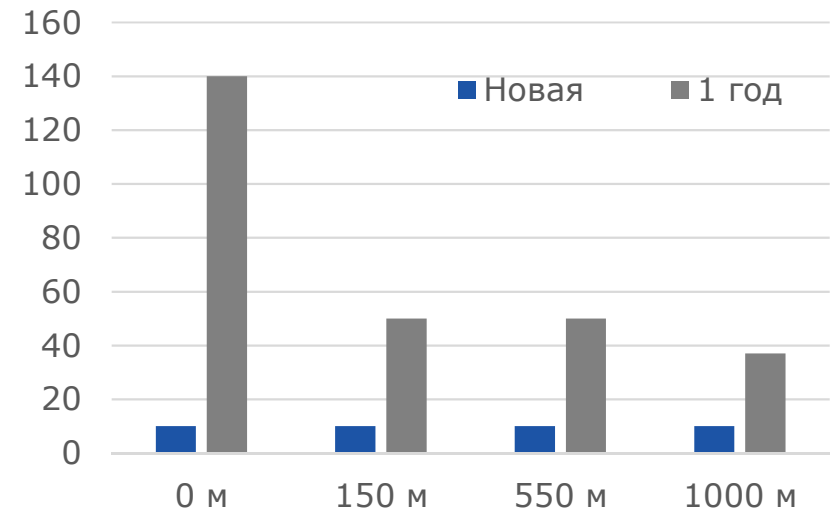


# Дренирующий асфальтобетон - функциональные свойства

## Функциональный срок службы?



## Время дренажа воды (с)



- Эволюция шумоподавления в сравнении с SMA16
- срок службы акустических параметров - 2-5 лет
- Проницаемость может быть серьезно понижена

*Sandberg & Mioduszewski, Inter-noise 2014*

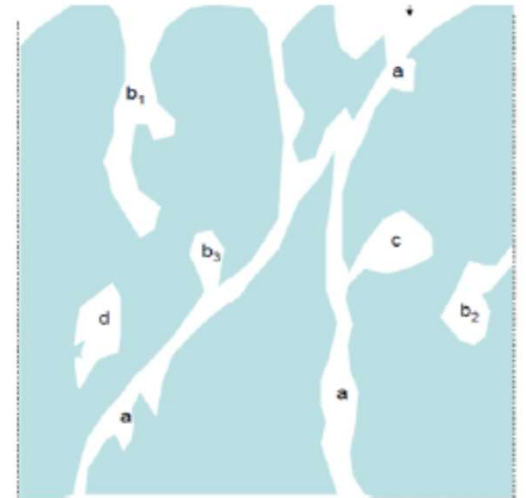
# Засорение асфальта

Взаимосвязанная конструкция воздушных пустот в дренаирующем асфальтобетоне определяет его функциональные свойства:

- Грязь от шин, зимнего обслуживания (песок), ухудшение характеристик мастики, частицы тормозных колодок, износ шипованной резины
- Изменение воздушных пустот «а» играет очень важную роль
  - Пропорционально изменению общих воздушных пустот?
  - Можно ли вернуть к прежнему состоянию (почистить)?

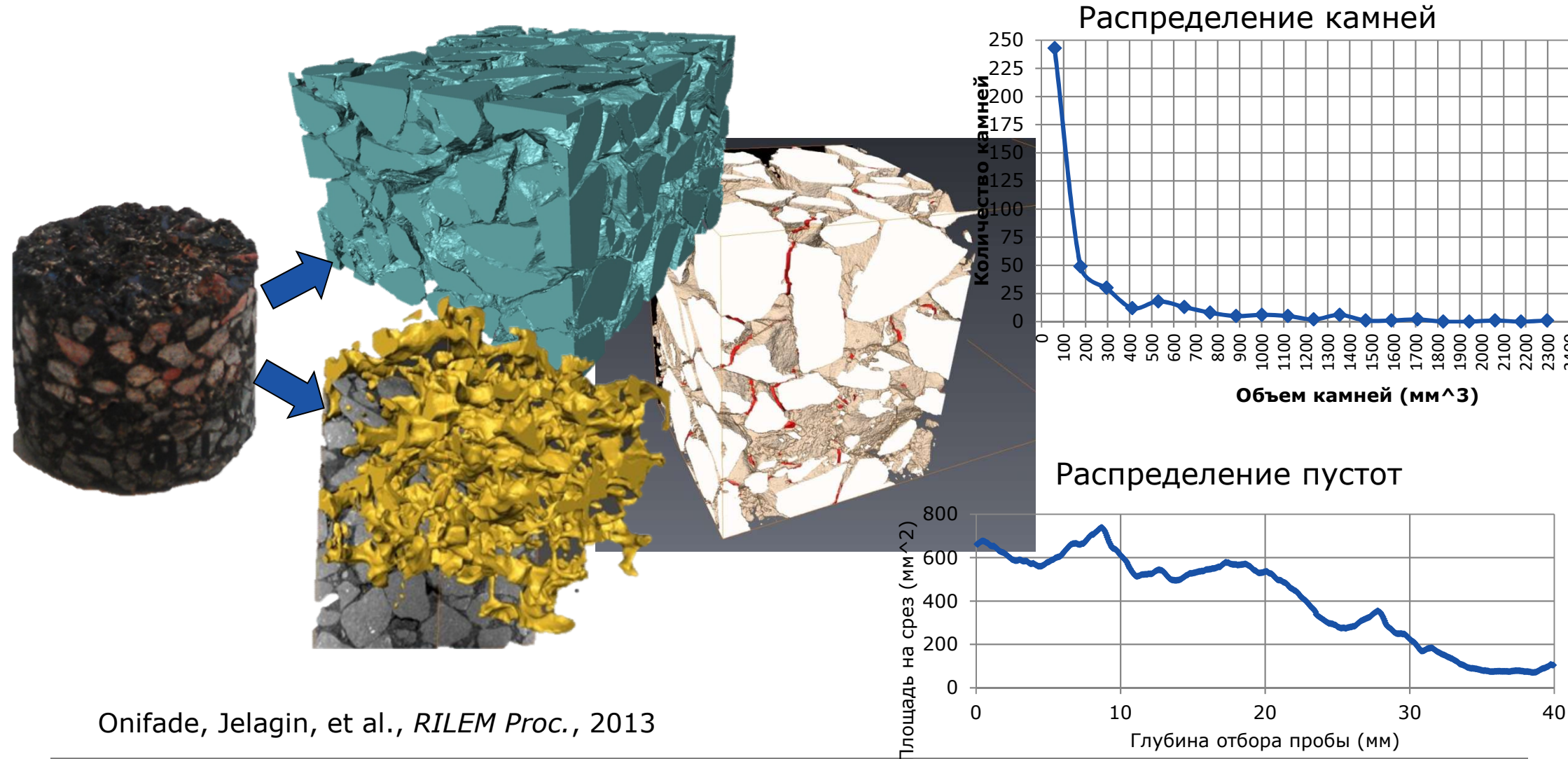
**Срок службы и техническое обслуживание влияют на:**

**Структура пустот и функциональные свойства**



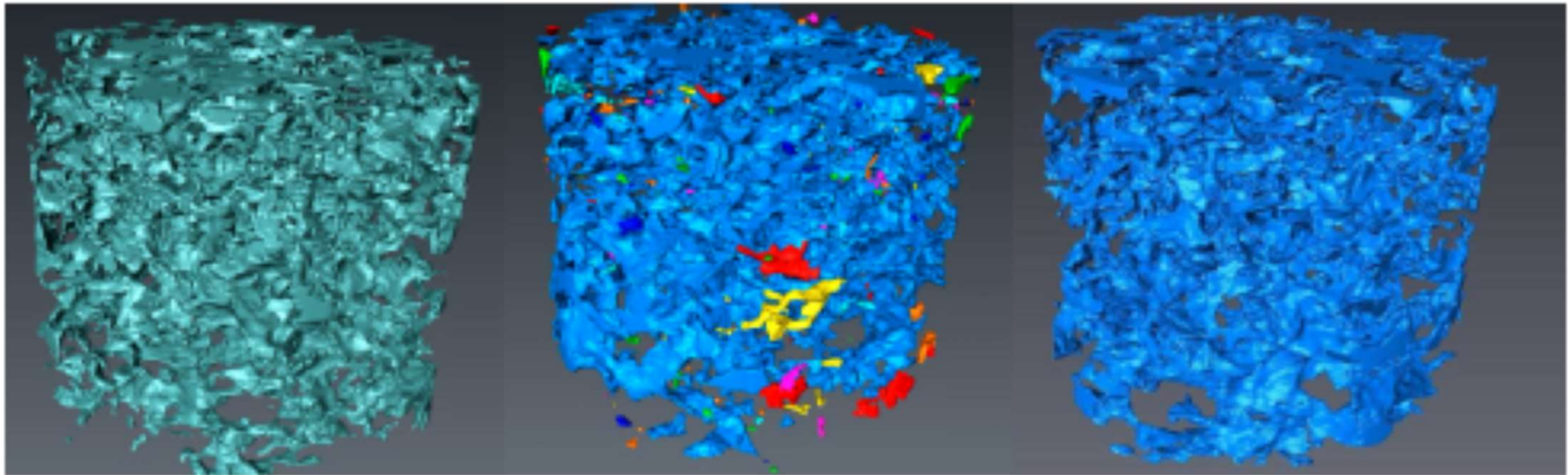


# Рентгеновская компьютерная томография (КТ)



Onifade, Jelagin, et al., *RILEM Proc.*, 2013

# Рентгеновская КТ - анализ ВОЗДУШНЫХ ПУСТОТ

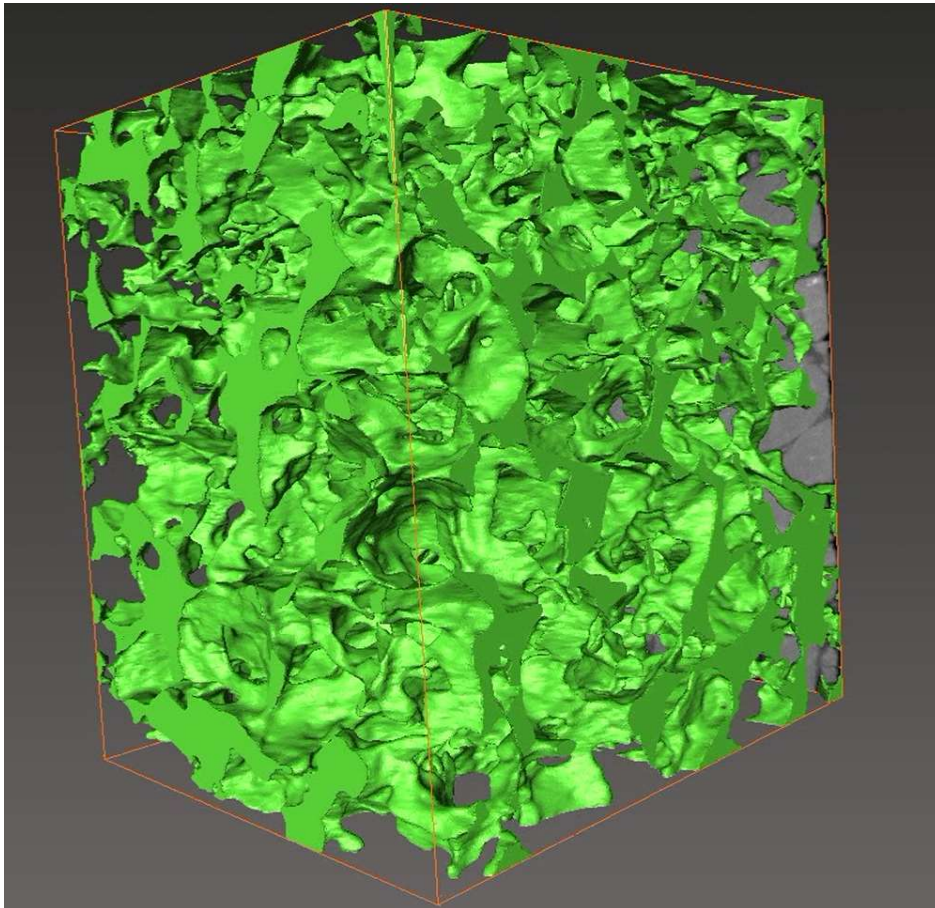


Фаза воздушных пустот    Отдельные пустоты    Сообщающиеся пустоты

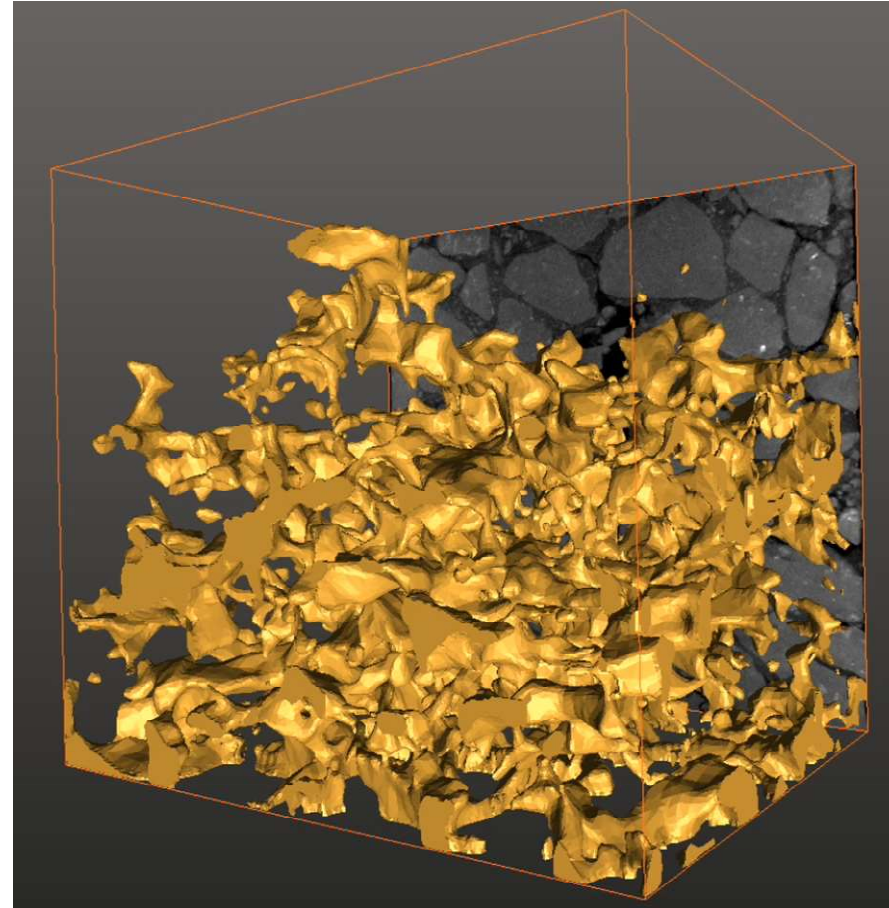


# Рентгеновская КТ - анализ ВОЗДУШНЫХ ПУСТОТ

Новый слой



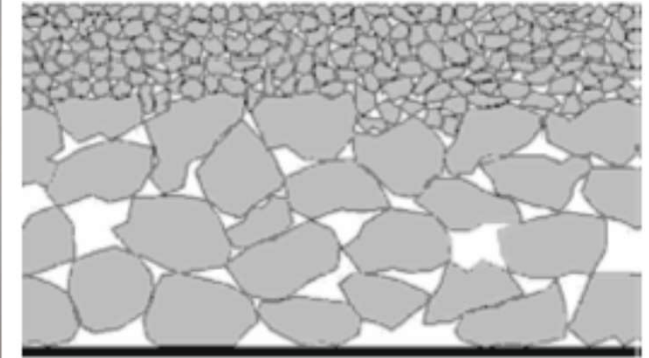
Засоренный слой



# Дренирующий асфальтобетон - полевые испытания



**E4 Husqvarna**  
*Покрытие с низким уровнем  
шума, уложенное в июне 2010 г.*  
*Суточная интенсивность  
движения - 20-30 тыс. (15%  
плотное движение)*

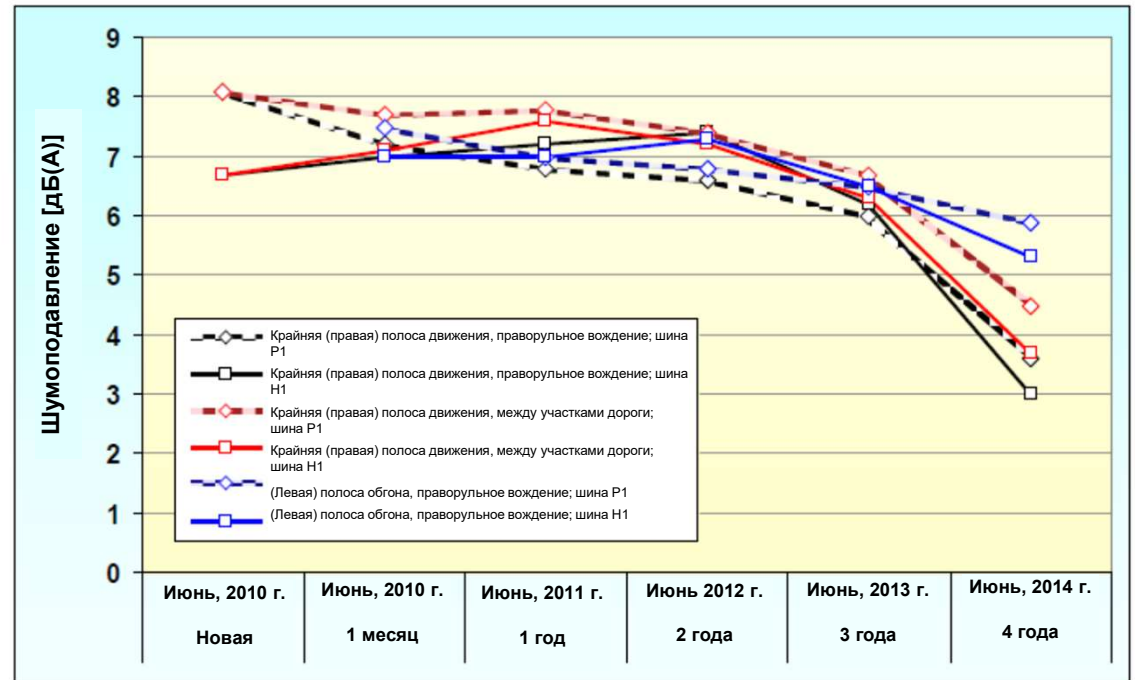


*Двойной дренирующий асфальтобетон (30  
мм/50 мм)  
Макс. размер щебня.: 11/16 мм (верх/низ)  
Шипованная резина!*

*Воздушные пустоты >20%  
высокомодифицированный ПМБ*



# Дренирующий асфальтобетон - полевые испытания



E4 Husqvarna

Покрытие с низким уровнем шума,  
уложенное в июне 2010 г.

Суточная интенсивность движения -  
20-30 тыс. (15% плотное движение)

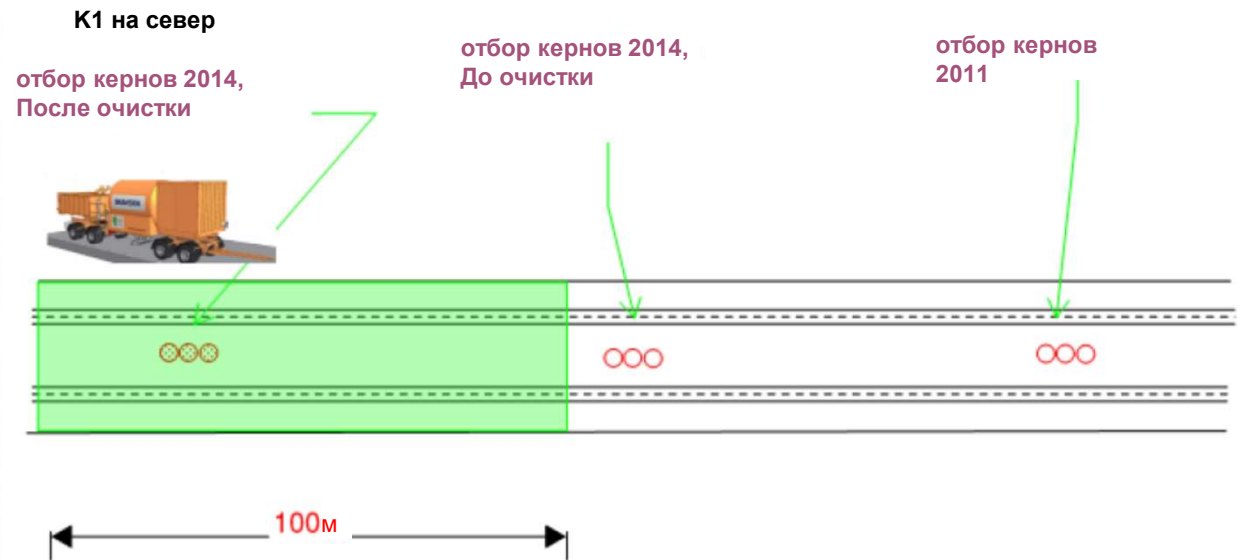
*Sandberg & Mioduszewski, Inter-noise 2014*

Акустические измерения CPX:

Уменьшение в сравнении с SMA16

Ухудшение шумоподавления примерно  
на 1 дБ/год => срок службы  
акустических параметров ~5 лет

# Дренирующий асфальтобетон - полевые испытания



E4 Husqvarna

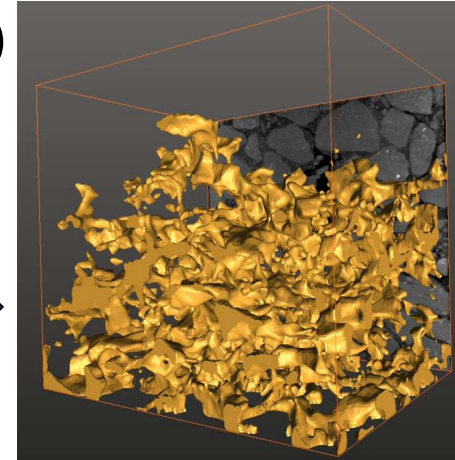
*Покрытие с низким уровнем шума,  
уложенное в июне 2010 г.*

*Суточная интенсивность движения - 20-  
30 тыс. транспортных средств (15%  
тяжелый транспорт)*

Структура пустот и измерение  
функциональных свойств

# Дренирующий асфальтобетон - полевые испытания

Отбор кернов в 2011 и 2014 (до/после очистки)



Измерения шума и проницаемости в 2014 г. (до/после очистки)



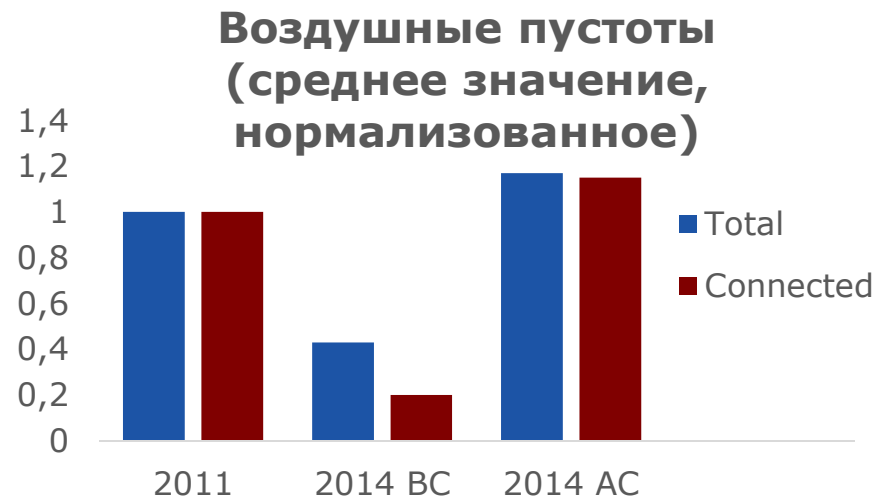
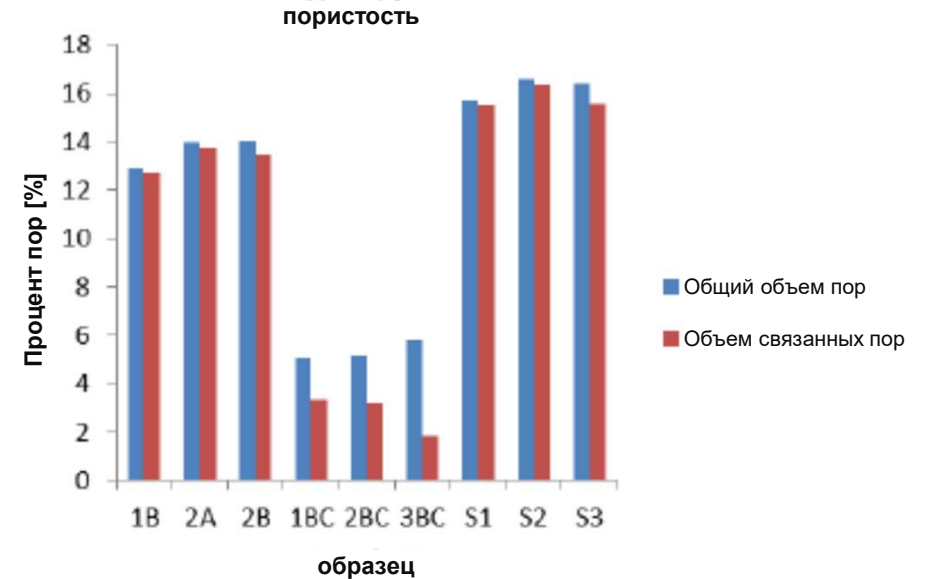


КОРОЛЕВСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# Дренирующий асфальтобетон - полевые испытания

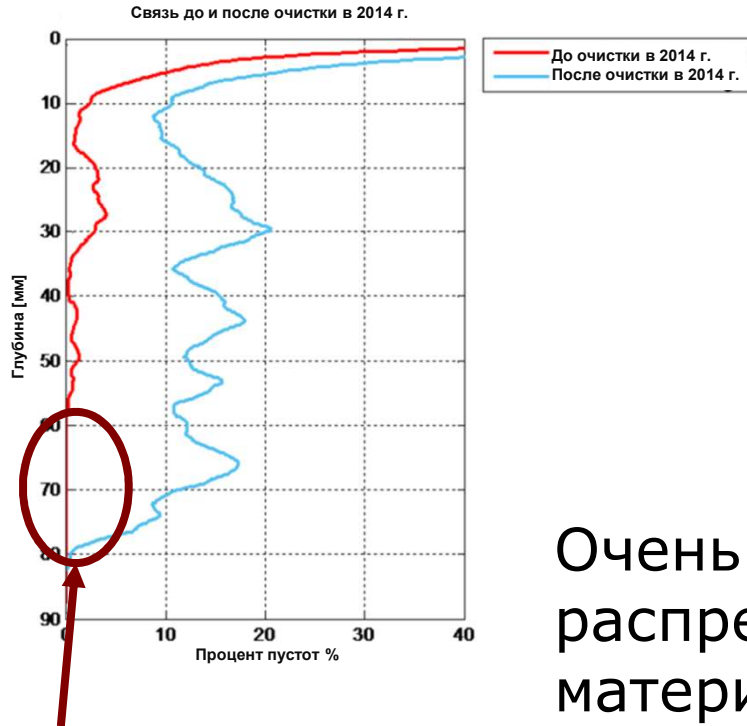
Просканированные образцы

Идентификатор пробы	Год взятия пробы грунта	Разрешение
1B	2011	66.000 x 66.000 x 66.000
2A	2011	66.000 x 66.000 x 66.000
2B	2011	66.000 x 66.000 x 66.000
1BC	2014	61.000x 61.000 x 61.000
2BC	2014	61.000x 61.000 x 61.000
3BC	2014	61.000x 61.000 x 61.000
S1 CLEAN	2014	61.000 x 61.000 x 61.000
S2 CLEAN	2014	61.000 x 61.000 x 61.000
S3 CLEAN	2014	61.000 x 61.000 x 61.000





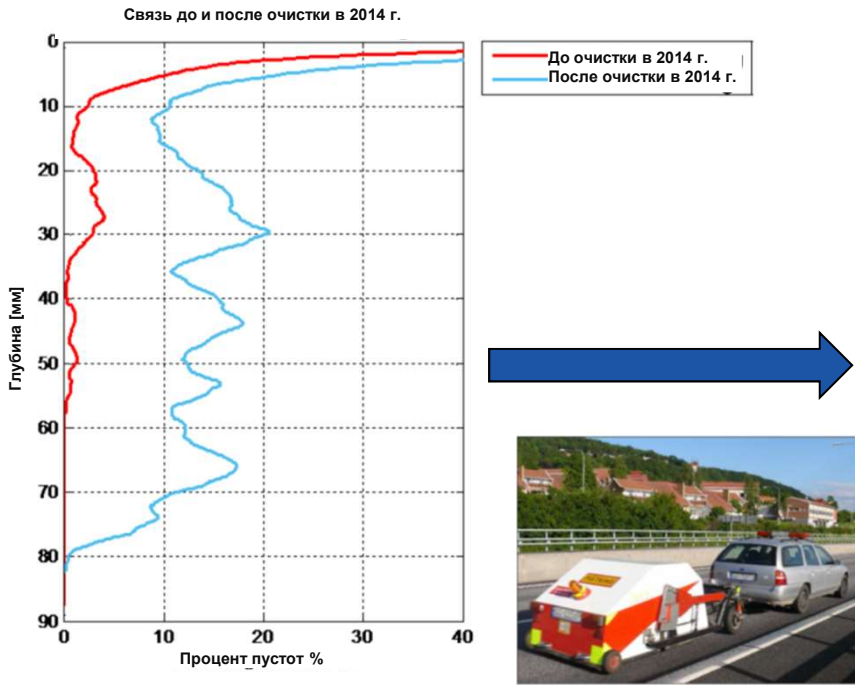
# Засорение асфальта



Проницаемость?

Очень важно пространственное распределение пустот в материале

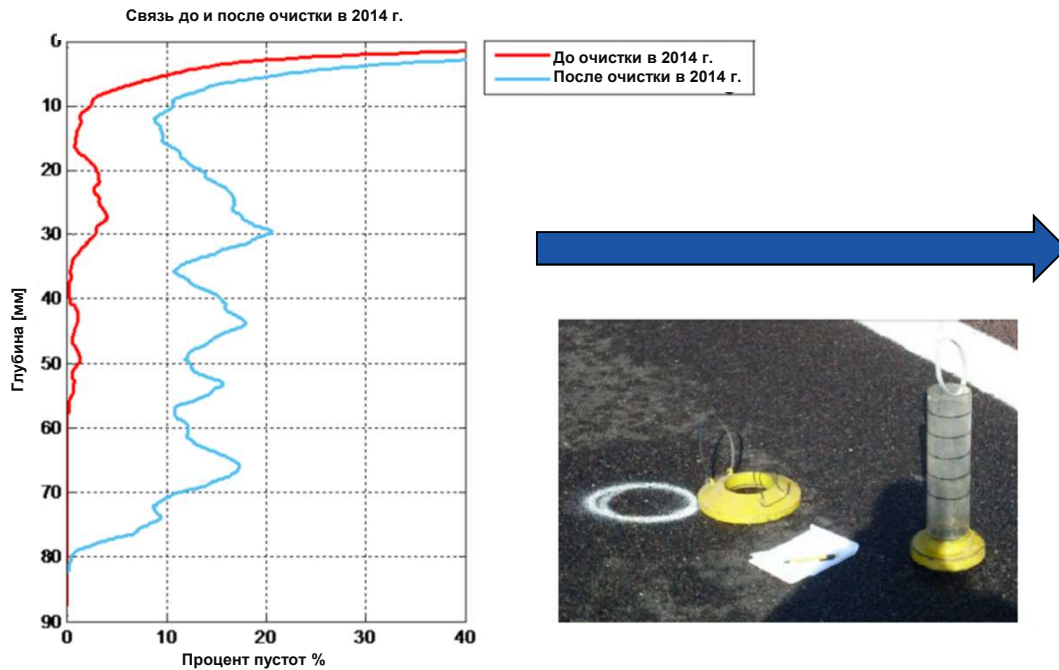
# Влияние очистки - функциональные свойства



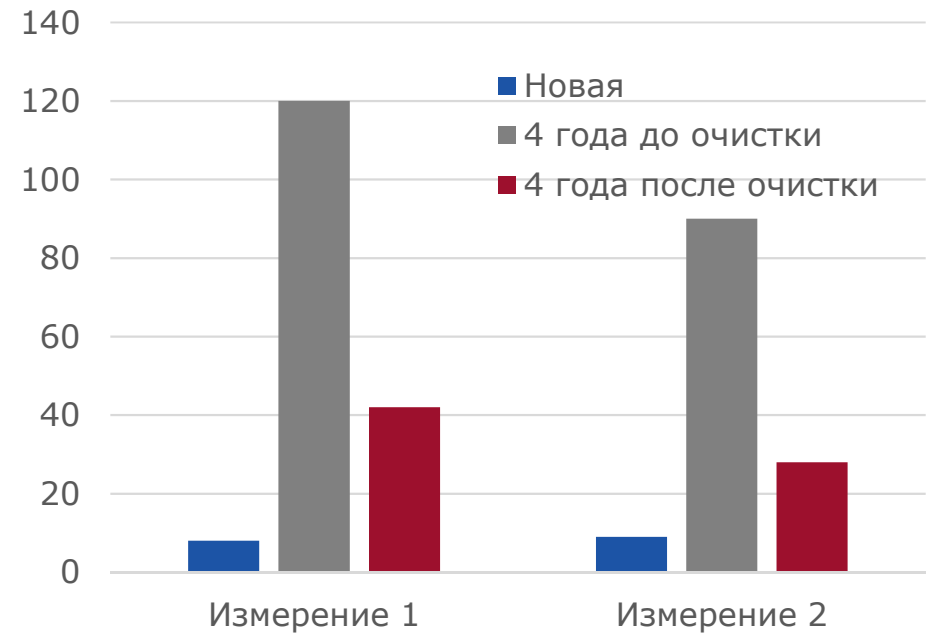
*Nilsson (2016), SBUF report*

**+1-2 дБ по шумоподавлению из-за  
очистки**

# Влияние очистки - функциональные свойства



## Время дренажа воды (с)



После очистки дренажная способность восстановлена



КОРОЛЕВСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# Выводы

- Можно создавать дорожные покрытия из дренирующего асфальтобетона с функциональным сроком службы  $>5$  лет (в условиях Швеции):
  - Циклы замерзания/оттаивания, движение с шипованной резиной
  - Компромисс по максимальному размеру щебня
  - Свойства вяжущего очень важны
- Важно понимать эволюцию структуры связанных пор в материале:
  - Связь с функциональными свойствами
  - Оптимизация технического обслуживания (техника/интервалы)