



Бетонные дороги: опыт компании LafargeHolcim

Евген Флореску
Менеджер проектов дорожного
строительства

Сочи, 27 мая, 2016

-
- **LafargeHolcim – мировой лидер в строительных материалах!**
 - **Бетонные дороги – свойства и преимущества**
 - Типы дорожных покрытий и функциональность
 - Прочность и долговечность
 - Экономические факторы
 - Экологические факторы
 - **LafargeHolcim и бетонные дороги**
 - Факты о бетонных дорогах
 - Опыт компании в других странах
 - УКБ – Уплотнённый катком бетон
 - Укрепление грунтов
 - LafargeHolcim – Ваш партнер в строительстве дорог!
 - **Проект в М3 – Ферзиково, Калужская обл.**
 - Результаты ПредПроекта

Новый лидер на рынке



90

стран



2 500

предприятий



32,6

млрд швейцарских
франков выручки от
реализации



115 000

сотрудников

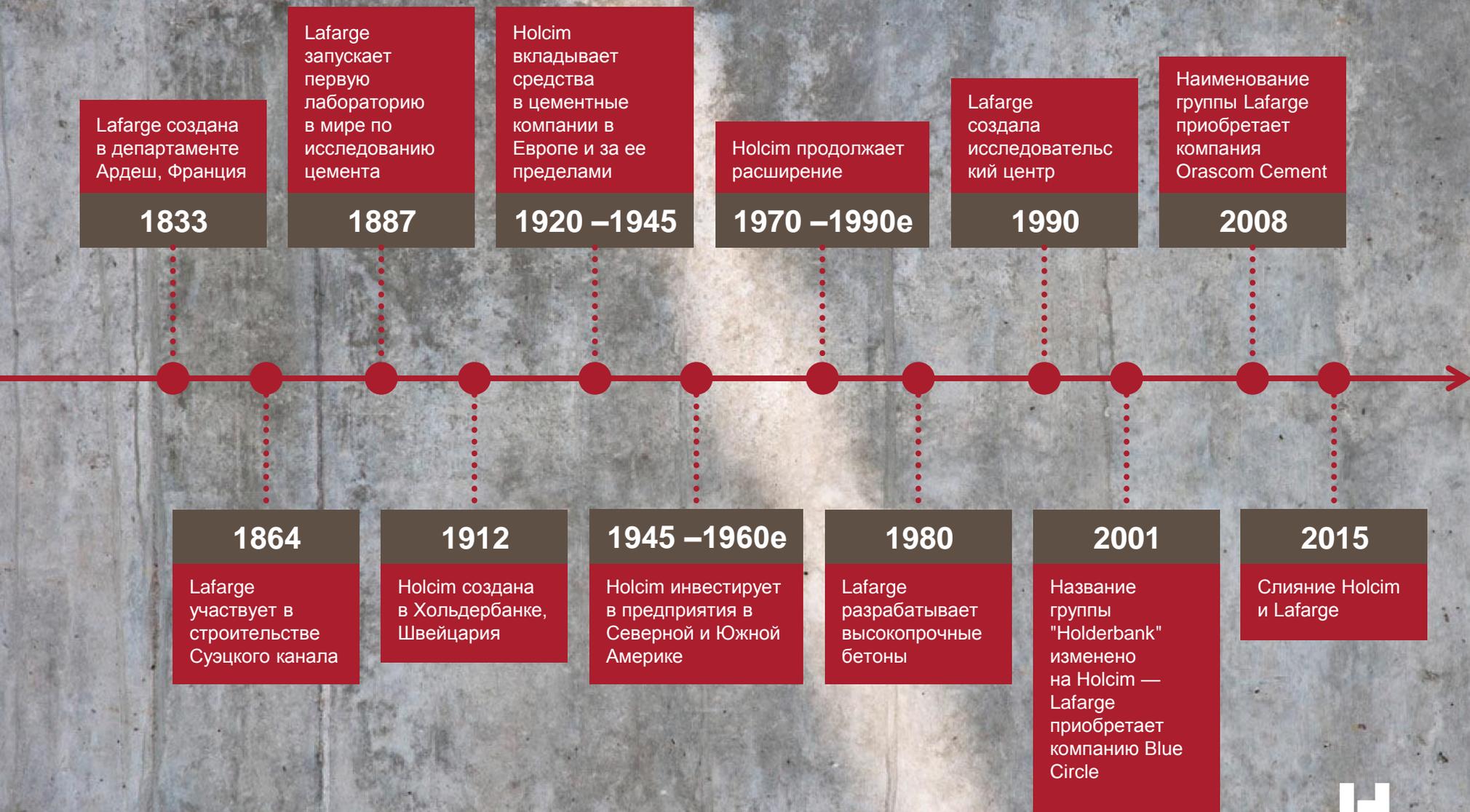


Входит в списки SIX
Swiss Exchange
и Euronext



Все показатели ориентировочные, на 31 декабря 2014 года.

Более 180 лет опыта



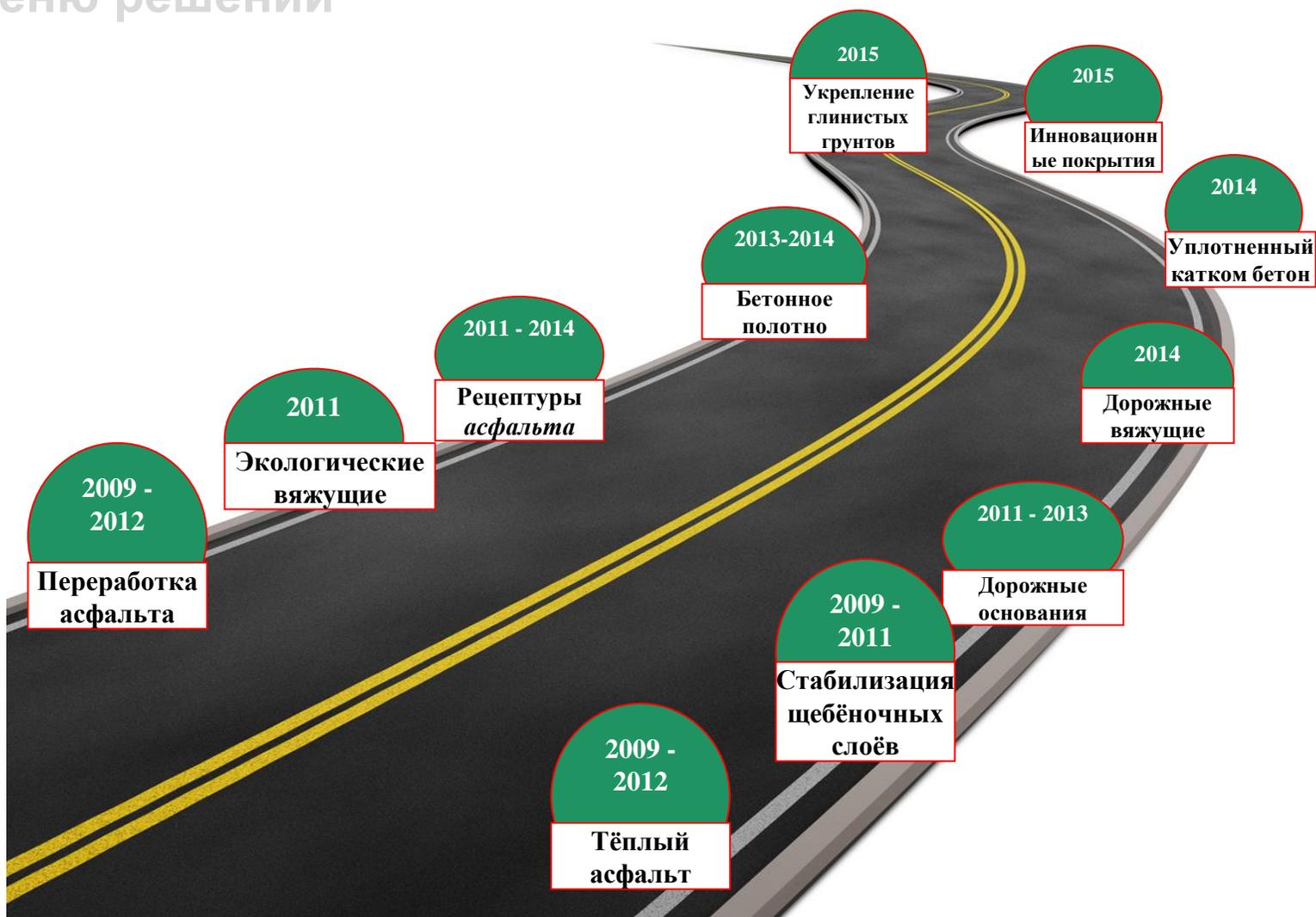
Самый большой Центр исследований и разработок в мире – Лион, Франция

- **Исследовательский Центр**
 - 250 сотрудников
 - 60% наших руководителей – доктора наук
 - 12 национальностей
- **Уникальный набор патентов**
 - Получено более 150 патентов
 - Более 1000 патентов в глобальном портфолио
- **Уникальное оборудование для бетонных инноваций**
 - Реальные условия индустриального производства
 - Быстрый вывод на рынок инновационных решений
- **“CDL Euromed”**: лаборатория для разработки новых решений для строительства



Разработки для дорожного строительства в Исследовательском Центре (Лион)

Меню решений



Решения существуют для каждого проекта!

Все зависит от потребностей и ожиданий



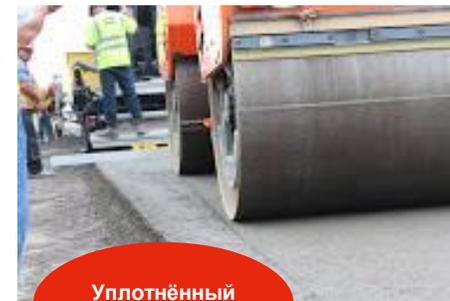
Переработка
нерудных
материалов



Укрепление
слоёв
дорожной
одежды



Укрепление
грунтов



Уплотнённый
катком бетон



Бетонное
покрытие



Лаборатор-
ные услуги
на объекте

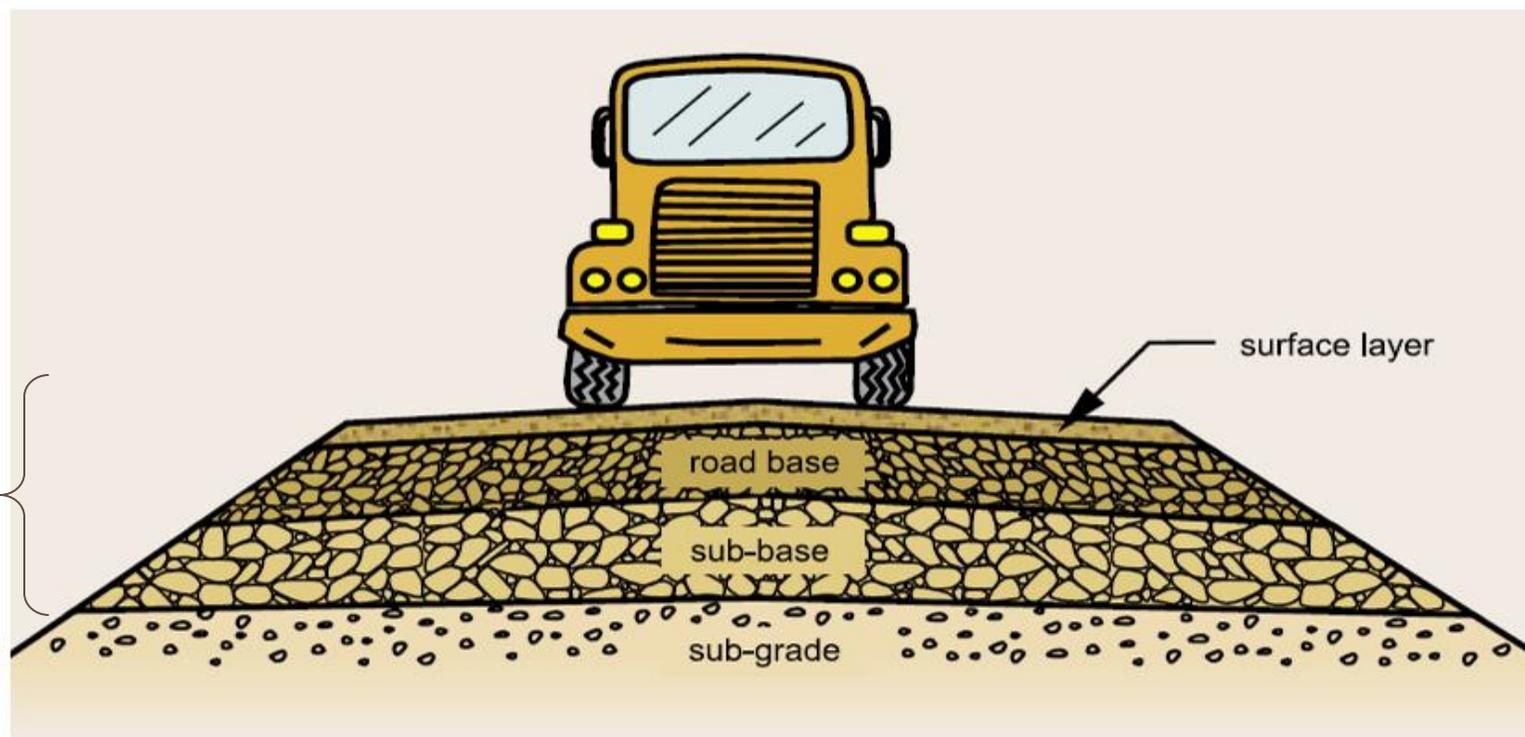


Оптимизация
логистики

-
- **LafargeHolcim – мировой лидер в строительных материалах!**
 - **Бетонные дороги – свойства и преимущества**
 - Типы дорожных покрытий и функциональность
 - Прочность и долговечность
 - Экономические факторы
 - Экологические факторы
 - **LafargeHolcim и бетонные дороги**
 - Факты о бетонных дорогах
 - Опыт компании в других странах
 - УКБ – Уплотненный катком бетон
 - Укрепление грунтов
 - LafargeHolcim – Ваш партнер в строительстве дорог!
 - **Проект в М3 – Ферзиково, Калужская обл.**
 - Результаты ПредПроекта

Дорожное полотно и функциональность

Структура
дорожной
одежды



Дорожное полотно и функциональность

Представьте мир без дорожного полотна....



Дорожное полотно и функциональность

Дорожное покрытие можно классифицировать по 3 категориям:

1 – нежёсткий тип (асфальтобетон)

2 – жёсткий тип (цементобетонный)

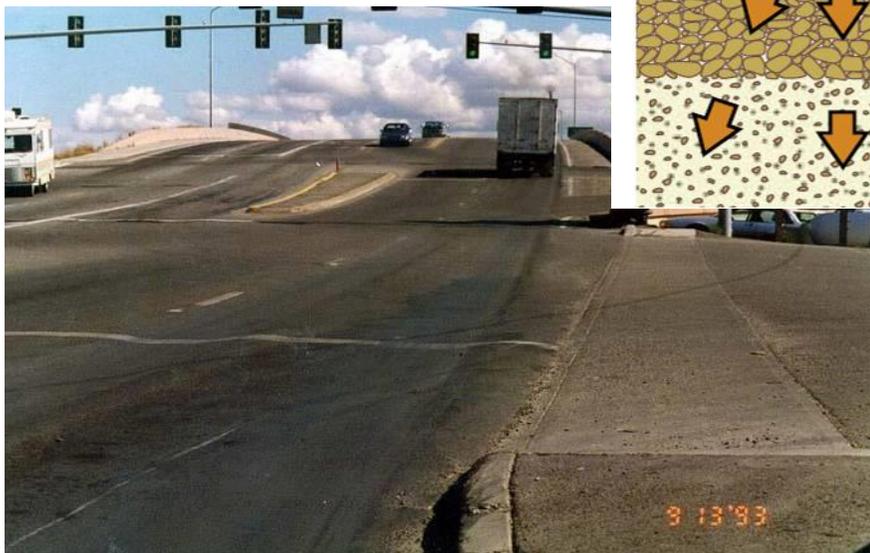
3 – полужёсткий тип (асфальтобетон и цемент используются)



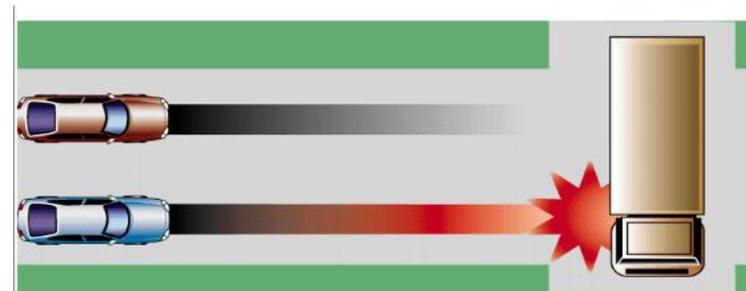
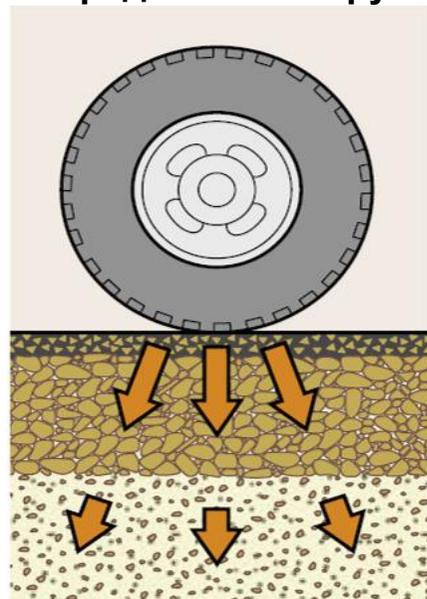
Дорожное полотно и функциональность

Распределение нагрузки

Дорожное полотно выполняет 4 основные функции:



Гладкая и комфортная поверхность



Безопасность

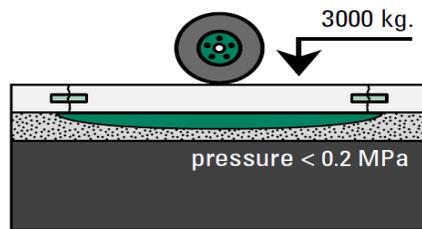


Защита от воздействия влаги

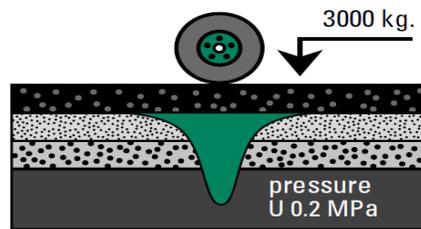
Эффективность и долговечность

Бетонное покрытие распределяет нагрузку!

- Бетон – материал жёсткого типа!
- Нагрузки распределяются на большие площади!
- Влияние на подстилающие слои относительно незначительны
- Бетонное покрытие не требует укреплённого основания



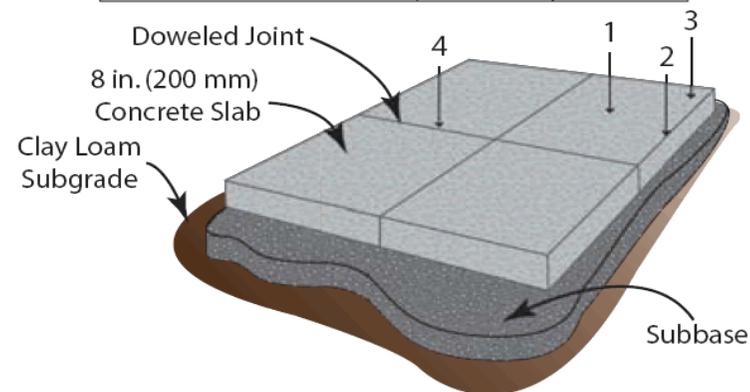
Concrete (Rigid) Pavement



Asphalt (Flexible) Pavement

Concrete's Rigidity spreads the load over a large area and keeps pressures on the subgrade low.

Loading Position	Maximum Subgrade Pressure	
	psi	MPa
1. Slab Interior	3	0.02
2. Outside Edge	6	0.04
3. Outside Corner	7	0.05
4. Transverse Joint Edge	4	0.03



A 12,000 lb (5,400 kg) load is placed on a 12 in. (380 mm) plate. This yields a pressure of 106 psi (0.73 MPa) on the pavement surface and the resultant subgrade pressures listed above.

РАВНОМЕРНОСТЬ >> ПРОЧНОСТЬ

Эффективность и долговечность

Бетонное покрытие прочнее!

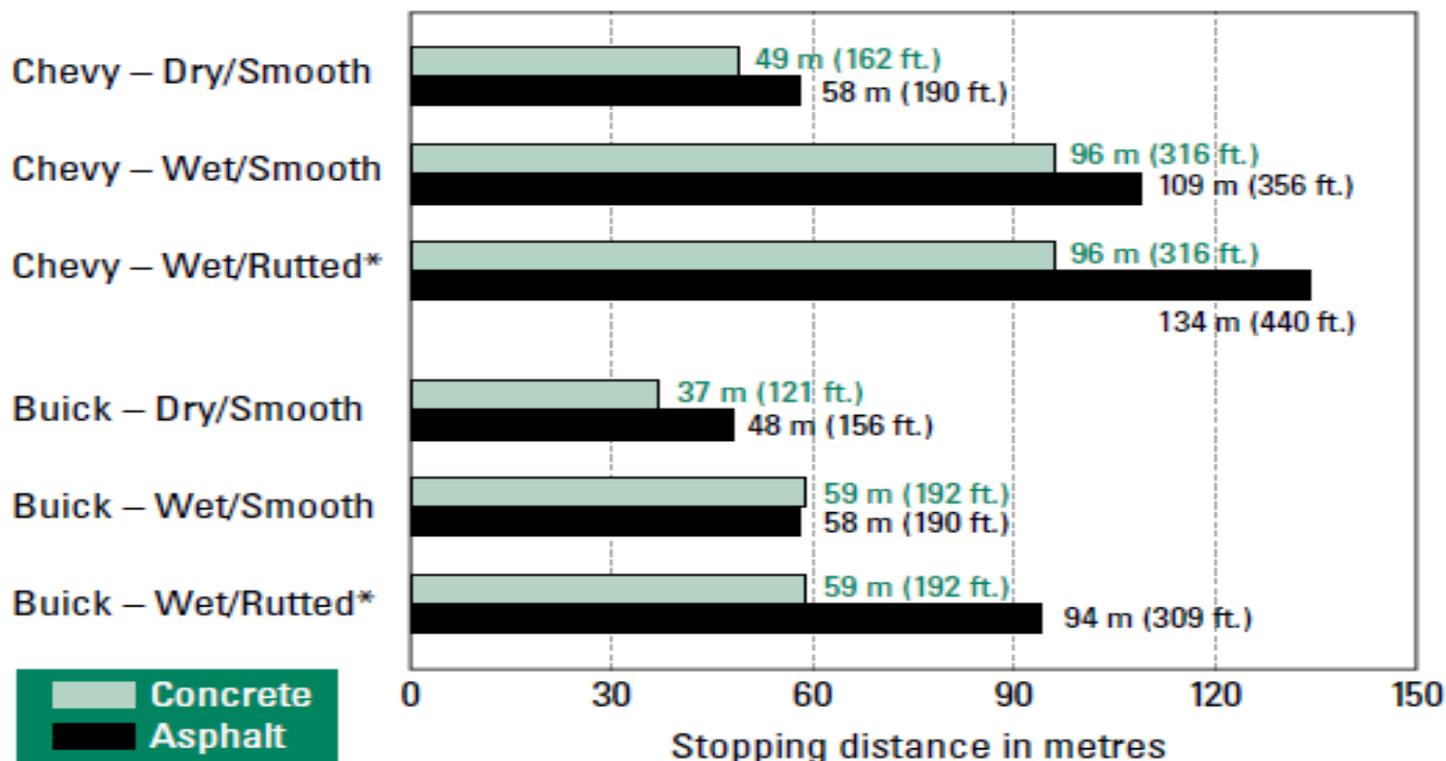
- При высоких температурах, асфальтобетон становится мягче. Также может становится мягче и подстилающий слой через:
 - сдвиг асфальтного слоя
 - большие нагрузки, которые передаются на щебёночный слой, что физически меняет конструкцию дорожного полотна!



Эффективность и долговечность

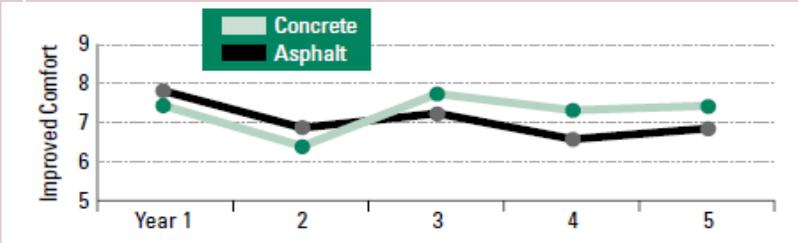
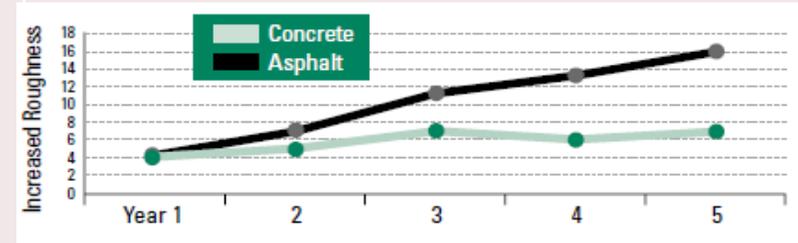
Бетонная дорога более безопасна!

Тормозной путь на бетонных покрытиях короче чем на асфальтобетонных, когда покрытие мокрое и неровное!

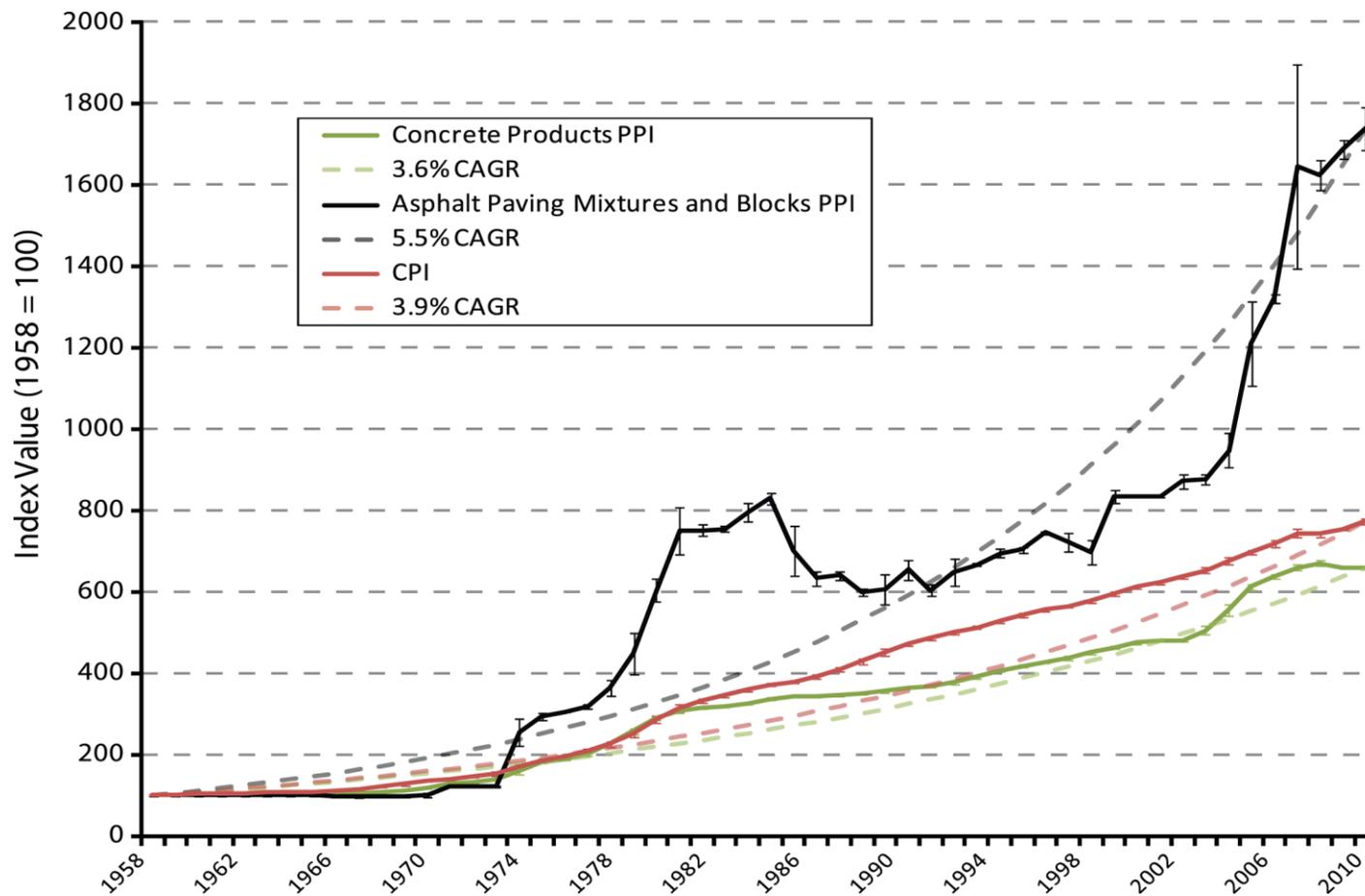


Эффективность и долговечность

Бетонное покрытие – комфортнее в эксплуатации!

Фактор	Бетонное покрытие	Асфальтобетонное покрытие																		
Индекс комфортности вождения	Результаты исследований в 1999 показывают качество для вождения на асфальтобетонном покрытии падает через короткий период времени	 <table border="1"><caption>Improved Comfort</caption><thead><tr><th>Year</th><th>Concrete</th><th>Asphalt</th></tr></thead><tbody><tr><td>Year 1</td><td>7.8</td><td>7.5</td></tr><tr><td>2</td><td>6.5</td><td>6.8</td></tr><tr><td>3</td><td>7.8</td><td>7.2</td></tr><tr><td>4</td><td>7.4</td><td>6.6</td></tr><tr><td>5</td><td>7.5</td><td>7.0</td></tr></tbody></table>	Year	Concrete	Asphalt	Year 1	7.8	7.5	2	6.5	6.8	3	7.8	7.2	4	7.4	6.6	5	7.5	7.0
Year	Concrete	Asphalt																		
Year 1	7.8	7.5																		
2	6.5	6.8																		
3	7.8	7.2																		
4	7.4	6.6																		
5	7.5	7.0																		
Международный Индекс Ровности (IRI)	Результаты исследования показывают, что бетонное покрытие сохраняет свою ровную поверхность	 <table border="1"><caption>Increased Roughness</caption><thead><tr><th>Year</th><th>Concrete</th><th>Asphalt</th></tr></thead><tbody><tr><td>Year 1</td><td>4.5</td><td>4.5</td></tr><tr><td>2</td><td>5.5</td><td>6.5</td></tr><tr><td>3</td><td>7.5</td><td>11.5</td></tr><tr><td>4</td><td>6.5</td><td>13.5</td></tr><tr><td>5</td><td>7.0</td><td>16.0</td></tr></tbody></table>	Year	Concrete	Asphalt	Year 1	4.5	4.5	2	5.5	6.5	3	7.5	11.5	4	6.5	13.5	5	7.0	16.0
Year	Concrete	Asphalt																		
Year 1	4.5	4.5																		
2	5.5	6.5																		
3	7.5	11.5																		
4	6.5	13.5																		
5	7.0	16.0																		
Шум	Исследование на протяжении 2-4 лет показывает, что уровень шума на бетонных дорогах составляет 2-4 дБ, что выше чем у асфальта. Но, для сравнения, разговор между людьми проходит со звуком в 60-70 дБ.																			

Экономические факторы

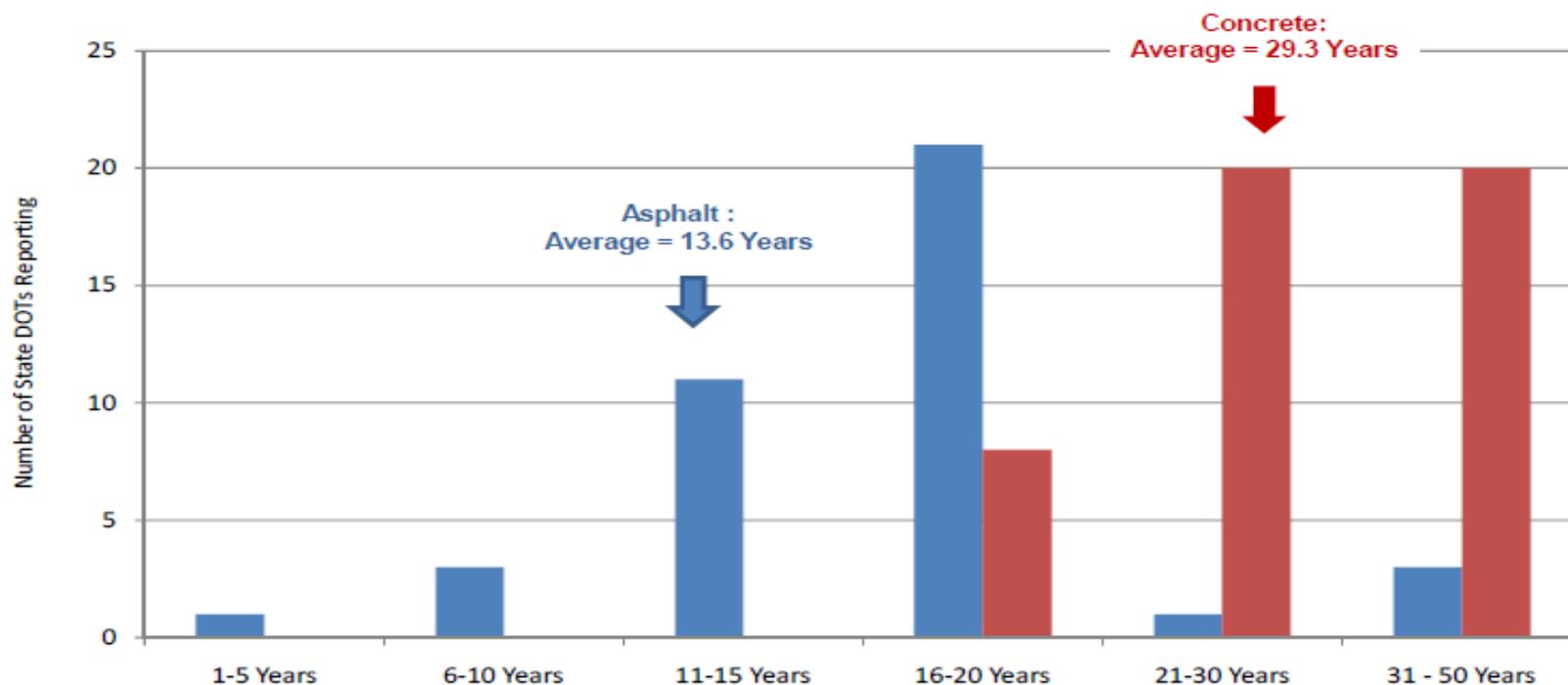


Источнк: (Leif Wathne, P.E., ACPA.) – Introduction to Concrete Pavements (Part II)

Экономические факторы

Бетонные покрытия: служат дольше!

Pavement Life Expectancy: Asphalt vs. Concrete Years Before a Major Reconstruction is Required

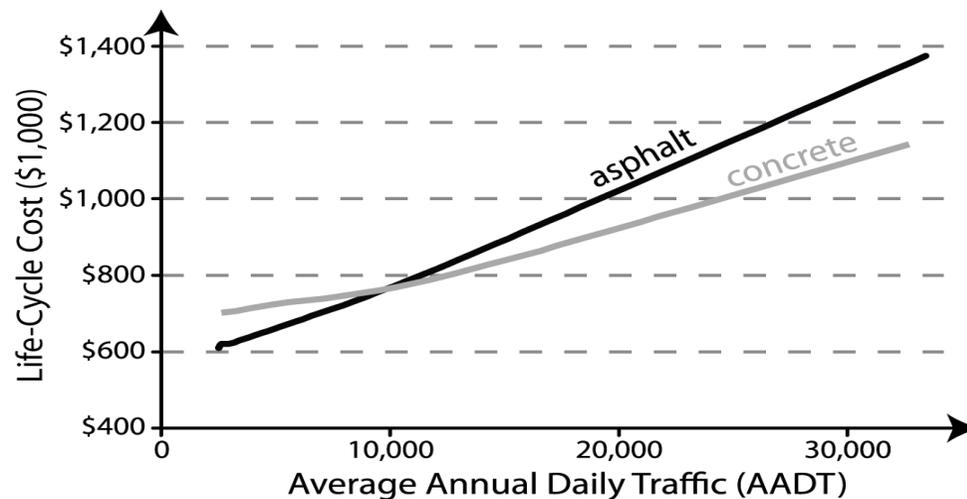
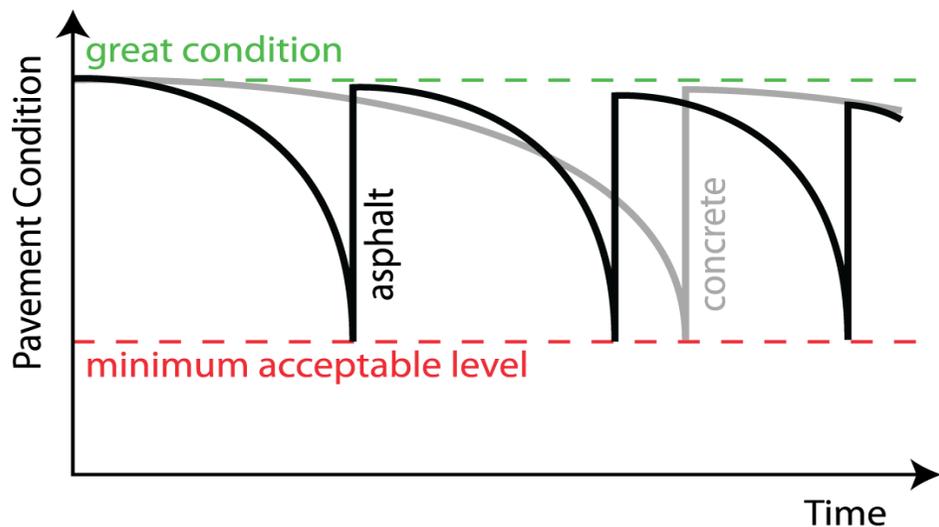


Source: PCA 2008 Highway Report

Экономические факторы

Затратные преимущества бетонного покрытия

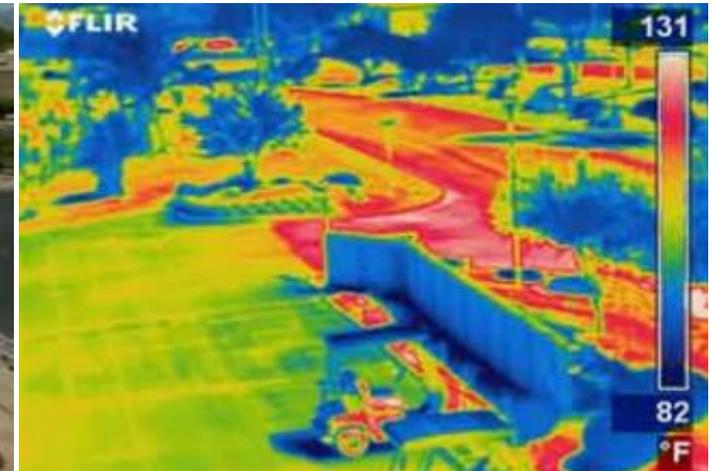
- Асфальт и бетон служат абсолютно разные сроки!
- Аналогичную структуру дорожного полотна тяжело достичь!
- Стоимость жизненного цикла дороги с бетонным покрытием имеет значительное преимущество по сравнению с асфальтобетонным аналогом!



Экологические факторы / Другие экономические преимущества

Бетонное покрытие отражает свет!

Благодаря естественному цвету, бетон отражает намного больше света и поглощает меньше тепла чем асфальт



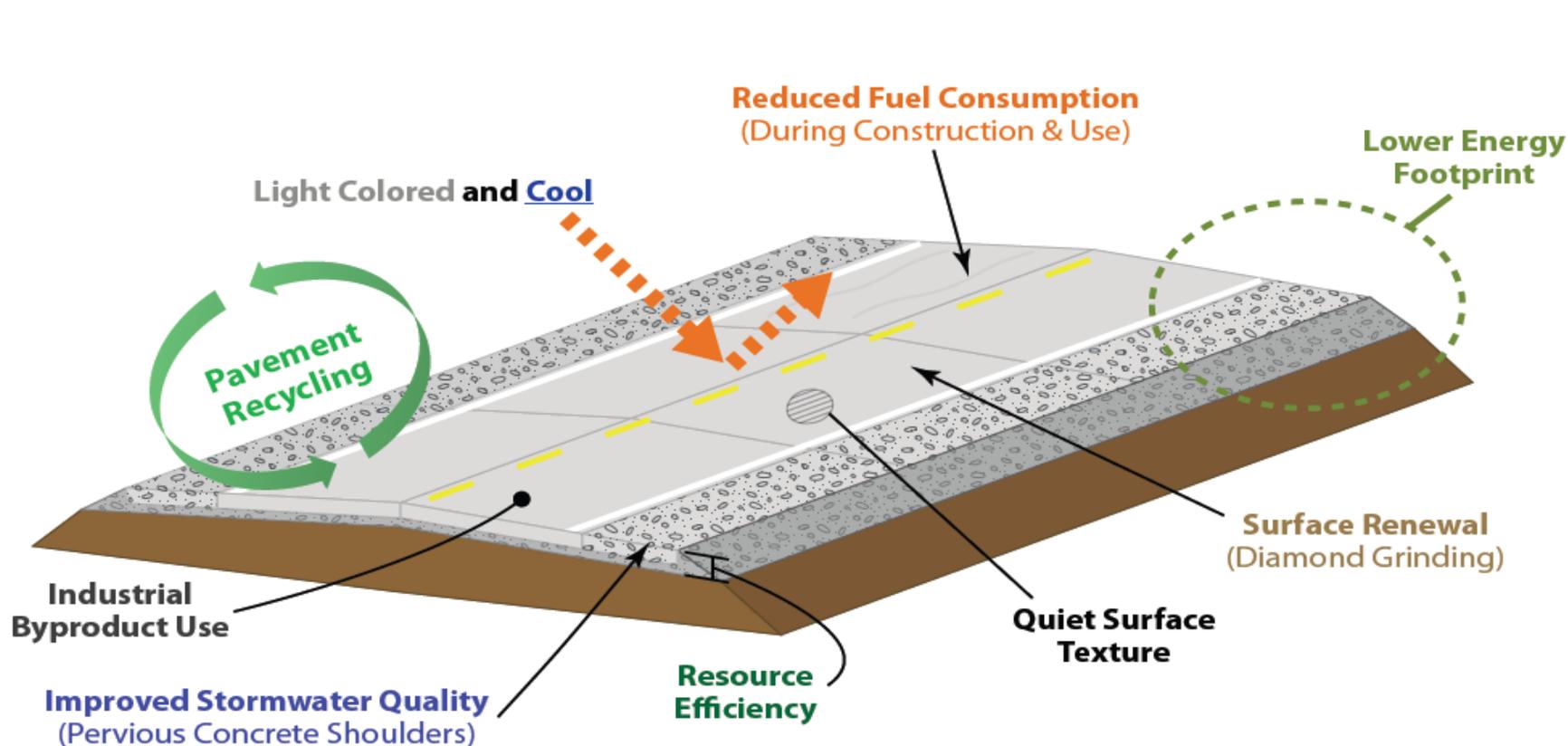
Бетон отражает свет тогда как асфальт поглощает его. Это **позволяет снизить затраты на электроэнергию на 30%.**

Экологические факторы

- **Строительный материал, на 100% пригодный для переработки:**
 - Использование с вяжущими для подстилающих слоёв
 - Возможность повторного использования, как щебеньrete pavement



Жёсткая конструкция дорожного полотна – рациональное решение!



-
- **LafargeHolcim – мировой лидер в строительных материалах!**
 - **Бетонные дороги – свойства и преимущества**
 - Типы дорожных покрытий и функциональность
 - Прочность и долговечность
 - Экономические факторы
 - Экологические факторы
 - **LafargeHolcim и бетонные дороги**
 - Факты о бетонных дорогах
 - Опыт компании в других странах
 - УКБ – Уплотненный катком бетон
 - Укрепление грунтов
 - LafargeHolcim – Ваш партнер в строительстве дорог!
 - **Проект в М3 – Ферзиково, Калужская обл.**
 - Результаты ПредПроекта

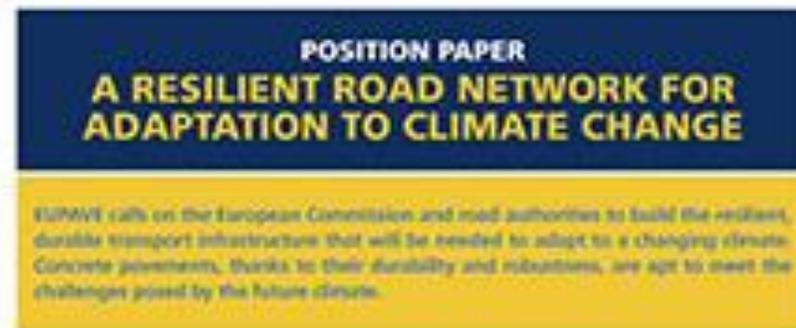
Данные и факты о бетонных дорогах

Country \ Network	Highway network	National network	Rural network
France	13 %	0,5 %	0,2 %
Allemagne	51 %	15,0 %	35,0 %
Belgique	40 %	20,0 %	31,0 %
États-Unis	60 %	40,0 %	40,0 %

Part du béton dans les réseaux routiers de quelques pays.

Страны с очень разными климатическими условиями планируют строительство бетонных дорог:

- Индия, Малайзия, Филиппины, Австралия, Южная Африка... также Австрия, Польша...



Во время рабочей сессии «Лучшие практики в бетонных дорогах», которая проходила в Ферале, 2016, EUPAVE (European Concrete Pavement Association) согласовала заключение «Дорожная инфраструктура должна быть адаптирована под изменения в климате» напоминая следующее:

“Бетонные дороги прочнее и долговечнее, что представляет собой идеальное решение при сегодняшних изменениях в климате”

Данные и факты о бетонных дорогах

Страны с бетонными дорогами

- Argentina
- Australia
- Austria
- Belgium
- Bolivia
- Brazil
- Canada
- Chile
- China
- Costa Rica
- Czech Republic
- Dominican Republic
- Ecuador
- El Salvador
- France
- Germany
- Ghana
- Guatemala
- Honduras
- India
- Indonesia
- Iran
- Italy
- Japan
- Kenya
- Kingdom of Bahrain
- Mexico
- Netherlands
- New Zealand
- Nicaragua
- Norway
- Pakistan
- Peru
- Poland
- Portugal
- Puerto Rico
- Russia
- South Africa
- South Korea
- Spain
- Sweden
- Switzerland
- Taiwan
- Thailand
- Turkey
- Uruguay
- United Kingdom
- USA

Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Бельгия



Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Китай



Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Кения



Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии – Саудовская Аравия



Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Индия

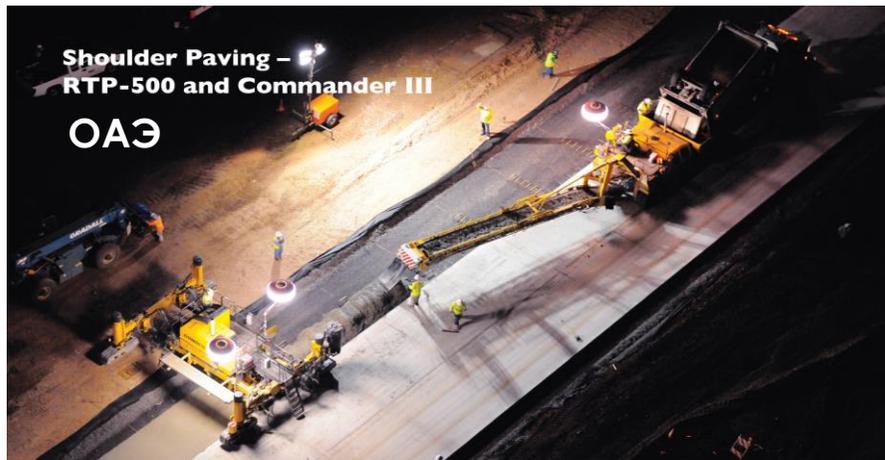


Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Индонезия

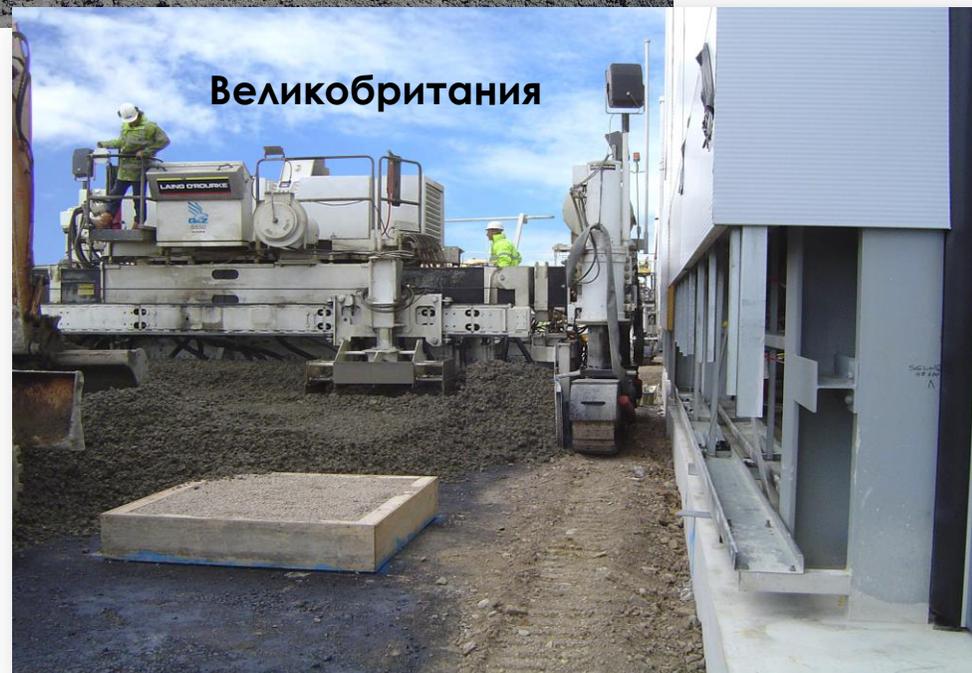


Опыт LafargeHolcim в бетонном покрытии - Боливия





Доминиканская
Республика



Польша





Airbase Paving – Afghanistan



GP-2400 – Sri Lanka



Road Finishing – Vietnam



Уплотнённый катком бетон (УКБ)

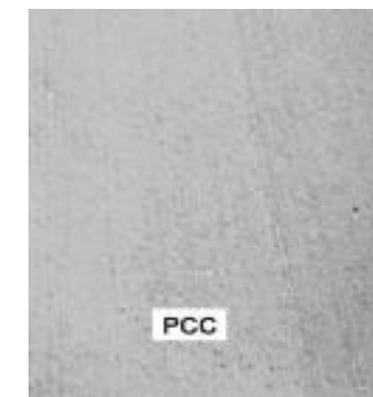
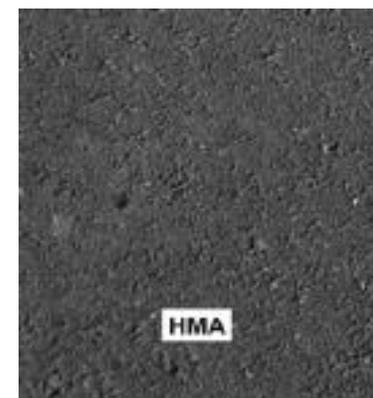
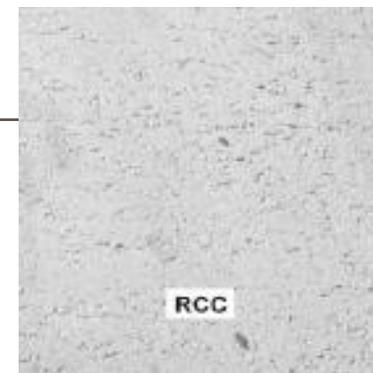
Уплотнённый катком бетон (УКБ)

Что такое УКБ?

- Сухой бетон с 0-усадкой
- Густой материал с максимальным содержанием нерудных материалов
- Может быть уложен с тем же оборудованием, что и асфальтобетон

Возможные преимущества

- Первоначальная стоимость решения (бетон + укладка)
- Хорошая эффективность, долговечность и устойчивость к воздействию реагентов, соли и т.д.
- Простота реализации
- Короткий срок для запуска движения и быстрый набор прочности
- Немного и отсутствие швов по сравнению с традиционным бетонным покрытием



Уплотнённый катком бетон (УКБ)

Где может применяться УКБ ?

- Улицы и городские дороги
- Парковки
- Региональные и сельские дороги
- Порты, аэропорты и промышленные площадки
- Зоны оплаты на дорогах
- Городские магистрали
- Подстилающие слои для тяжёлого транспорта



Терминал в порту



Городские улицы



Городские магистрали



Коммерческие площади



Зоны отдыха и дорожные «карманы»

Уплотнённый катком бетон (УКБ)

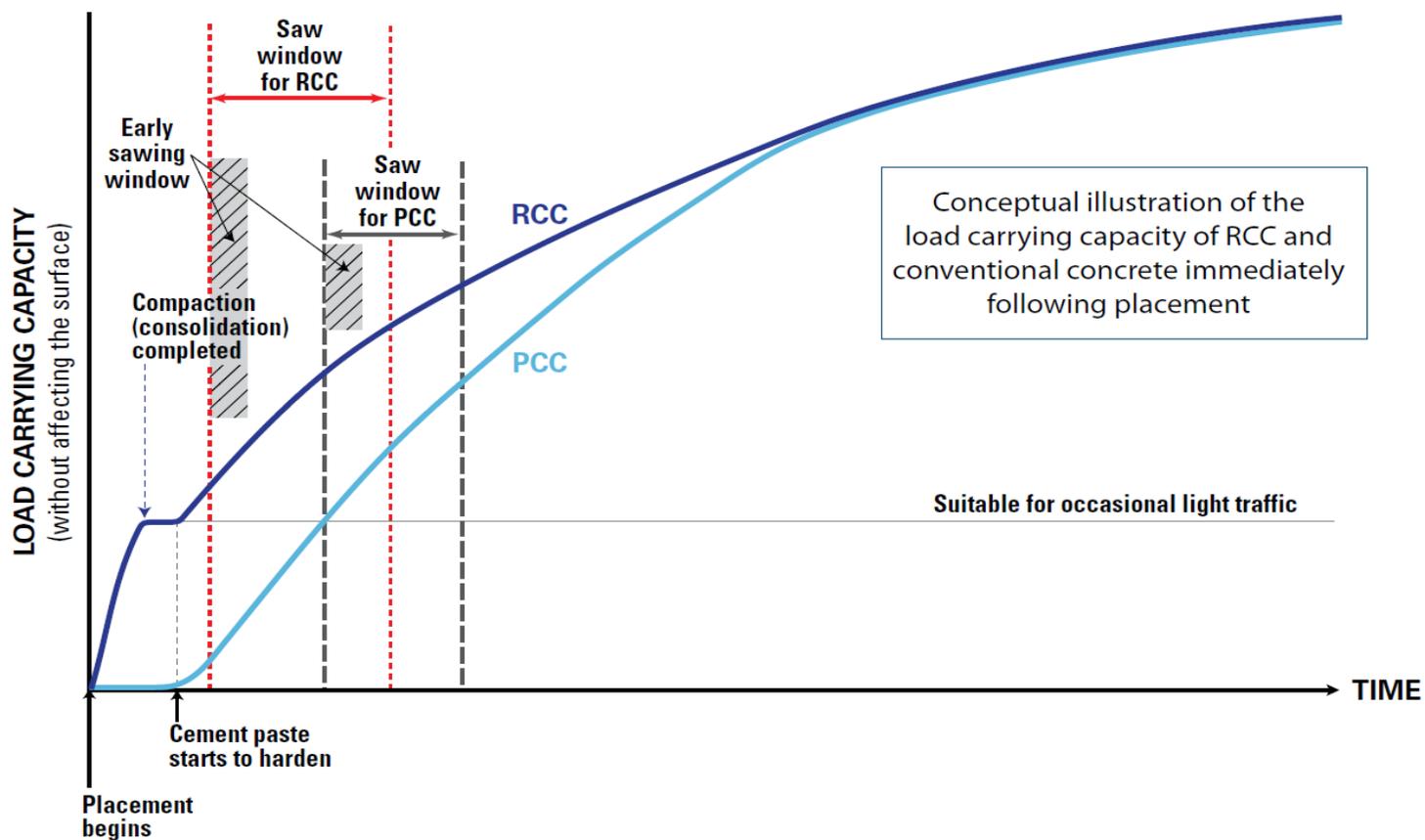
● Характеристики бетона

- **Прочность на сжатие**
 - 4,000 to 6,000 psi (27 to 41 MPa)
- **Прочность на изгиб**
 - 500 to 1,000 psi (3.5 to 6.9 MPa)
- **Модуль упругости**
 - 3,000,000 to 5,000,000 psi (20 to 35 GPa)
- **Структурно сравним с обычным бетонным покрытием!!!**



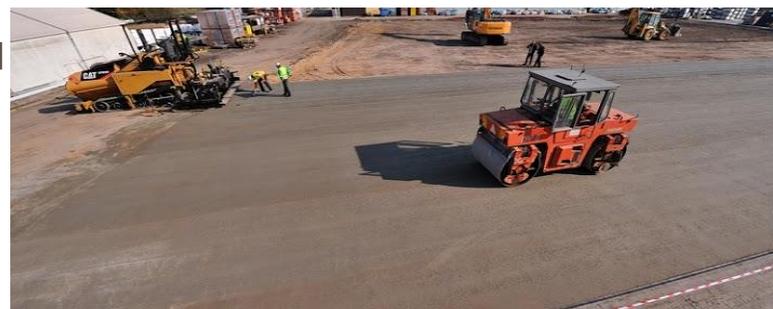
Начало эксплуатации

- Возможности нагрузки после завершения укладки УКБ



Пример УКБ в LafargeHolcim: Опочно, Польша, коммерческие площади

- **Площадь:** 15000 м²
- **Дата:** September 2014
- **Механические параметры:** С35 бетон с прочностью на сжатие 35 Мра (28 суток)
- **Применение:** склад и парковка магазина медикаментов
- **Тип транспорта:** десятки грузовиков в сутки со сложными зимними условиями
- **Предложенное решение:** строительные материалы и техническая поддержка для производства УКБ и укладки



Пример УКБ в LafargeHolcim: подъездная дорога и паркинг, Молдова

- **Площадь:** 3000 м²
- **Дата:** 2015
- **Применение:** подъездная дорога и паркинг
- **Предложенное решение:** укладка на стройплощадке и контроль качества



**Оптимизация :
24 % экономии для заказчика**

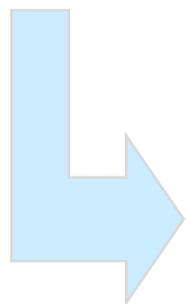


Укрепление грунтов

Что делать с непригодными грунтами?

Когда непригодность грунтов определена, подрядчик имеет 4 варианта:

1. Найти новое место строительства
2. Перепроектировать объект
3. Заменить непригодный грунт
4. Улучшить свойства грунтов на объекте



Механическое улучшение свойств
Улучшение добавки



Улучшение свойств грунта

- Применение столетиями
- Улучшение грунтовых свойств в основном развито в Европе и США



Изменение свойств грунта

- Уменьшение содержания влаги и повышение пригодности
- Улучшение
 - Уплотнения
 - Несущей способности

20 – 50 кг/м³ (1 или 3 %)

Известь и/или цемент



Стабилизация грунта

- Улучшение
 - Несущей способности
 - Морозостойкости
 - Водостойкости
 - Прочности

50 – 80 кг/м³ (3 или 6%)
Дорожного вяжущего (HRB)

Дорожные вяжущие для укрепления (HRB)

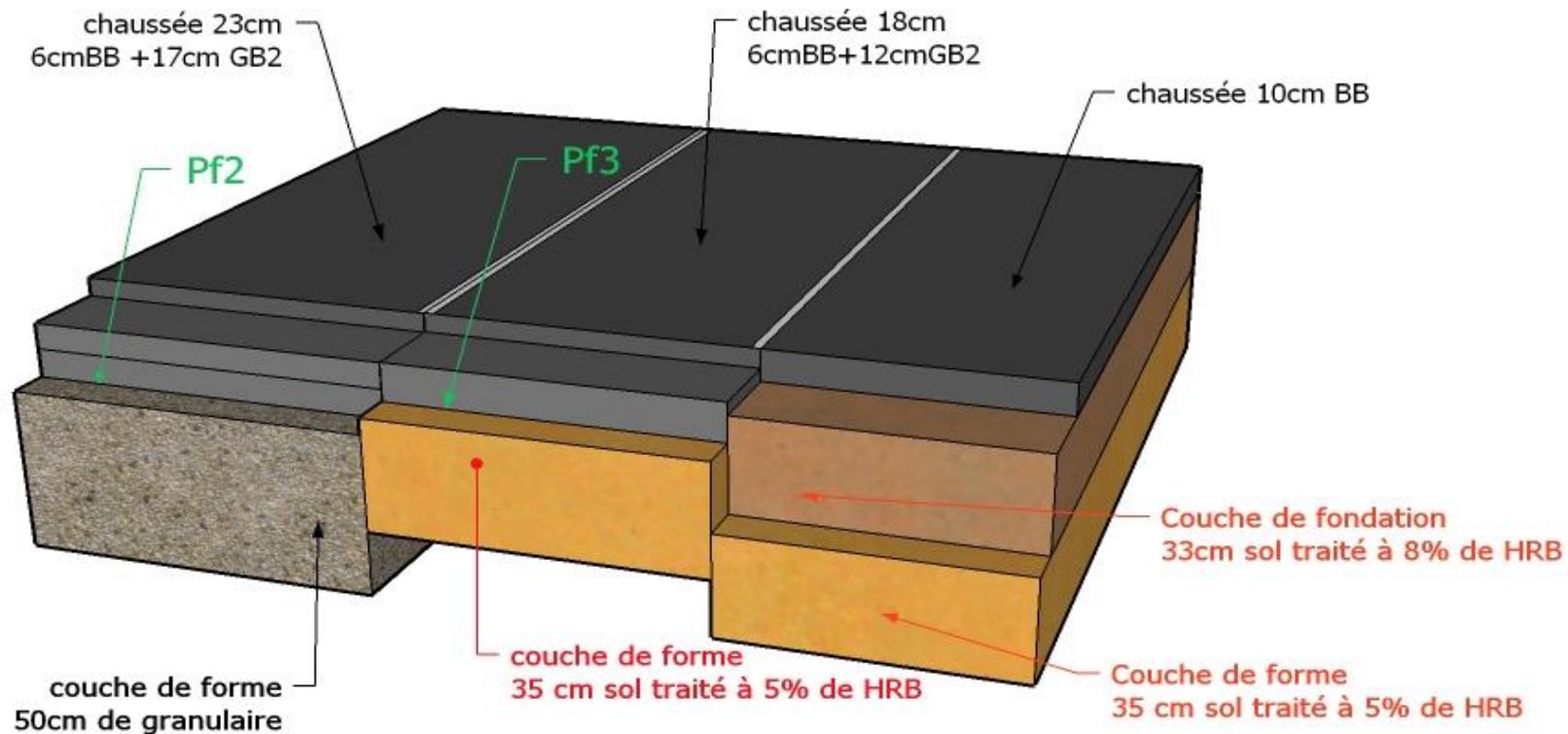
- Разработаны с 1980х с существенным прогрессом в последние годы
- Подходят для укрепления материалов земляного полотна, подстилающих слоёв, щебёночных смесей в автодорогах, ж\д, аэропортах и т.д.
- Простота в применении
- Полный контроль механических свойств
- Адаптируется под типы и свойства грунтов, которые нуждаются в укреплении

LafargeHolcim : примеры продуктов

	Добавки	Пыль	Негашеная известь
USA and Canada			
Terracem Joppa – Exshaw Terracem Edmonton	Fly ash	45-50 7-13	
France			
ROLAC PI ROLAC 645 ROLAC 445 ROLAC 425	Limest. – slag Limestone slag		X
Austria			
HRB 22.5E HRB 32.5E	Limestone mainly slag		
Romania			
Soilmix, Roadmix Roadmix Plus	Limestone Fly ash Lim – FA - SI		
Germany			
Lafarge SOL 50 Lafarge SOL 70 HRB 32.5E HRB 12.5	Limestone Limestone Limestone Limestone	1.3	
Japan's BU			
SA#100 SA#400 SA#500	Limestone Slag		55

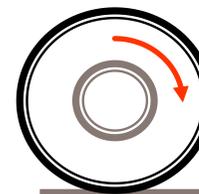
Стабилизация грунтов

Оптимизация дорожного полотна



Comparatif Granulaire / Sol Traité
TC3 / pf2-3

Применение: процесс



Щебень

Подстилающий слой ЩПС

Песчаное основание

Земляное полотно

1. Распределение материала HRB
2. Перемешивание с грунтом
3. Выравнивание смеси
4. Уплотнение слоя
5. Защита от просушивания

Преимущества укрепления грунтов

- Экономические преимущества
 - Экономия денежных средств
 - Экономия времени
 - Улучшения свойств всего полотна
 - Меньше долгосрочные затраты
- Экологические преимущества
 - Неукреплённый непригодный материал необходимо утилизировать
 - Весть грунт можно использовать!
 - Экономия природных ресурсов
 - Минимальное влияние на окружающую среду

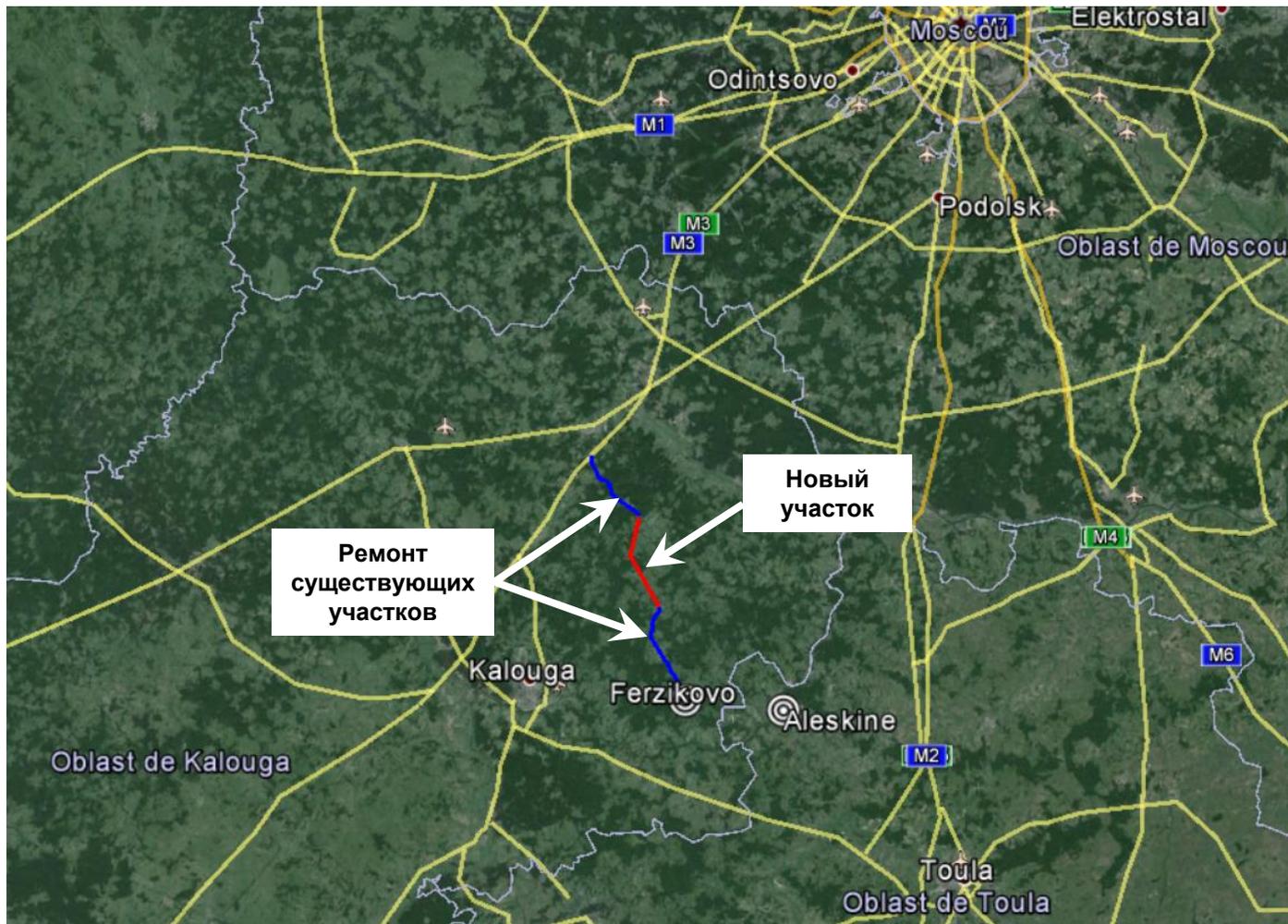


LafargeHolcim – Ваш партнёр в строительстве дорог!

- В России, у нас есть все необходимые производственные возможности
- Наше Предложение заключается в поддержке ВАС для оптимизации затрат, времени и долговечности дорожных проектов: укрепления дорожной одежды, УКБ, бетонных дорог.
- LafargeHolcim является специалистом в производстве материалов (цемент, нерудные материалы, бетон и дорожные вяжущие) и наращивает экспертизу в дорожном строительстве как надёжный партнёр!
- Наш Центр Разработок и Исследований нацелен на постоянную разработку решений под Ваши потребности!

-
- **LafargeHolcim – мировой лидер в строительных материалах!**
 - **Бетонные дороги – свойства и преимущества**
 - Типы дорожных покрытий и функциональность
 - Прочность и долговечность
 - Экономические факторы
 - Экологические факторы
 - **LafargeHolcim и бетонные дороги**
 - Факты о бетонных дорогах
 - Опыт компании в других странах
 - УКБ – Уплотненный катком бетон
 - Укрепление грунтов
 - LafargeHolcim – Ваш партнер в строительстве дорог!
 - **Проект в МЗ – Ферзиково, Калужская обл.**
 - Результаты ПредПроекта

Презентация проекта



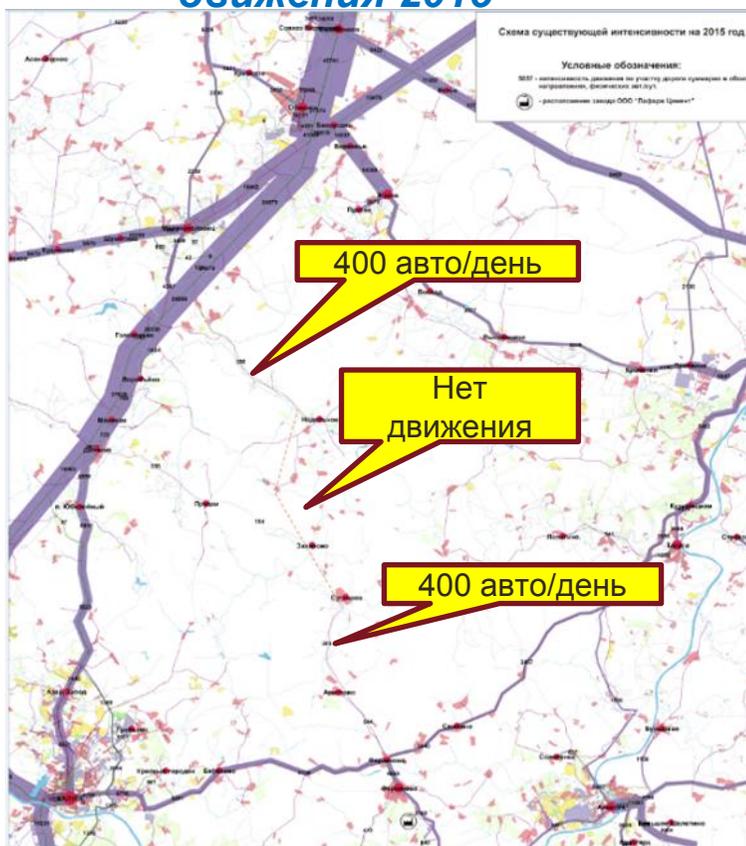
54 км длина дороги:
(первая оценка из Калуги была 60 км)

- **13 км реконструкции между Ферзиково и Сугоново**
- **24 км нового строительства между Сугоново и Недельное**
- **17 км реконструкции между Недельное и М-3 Украина**

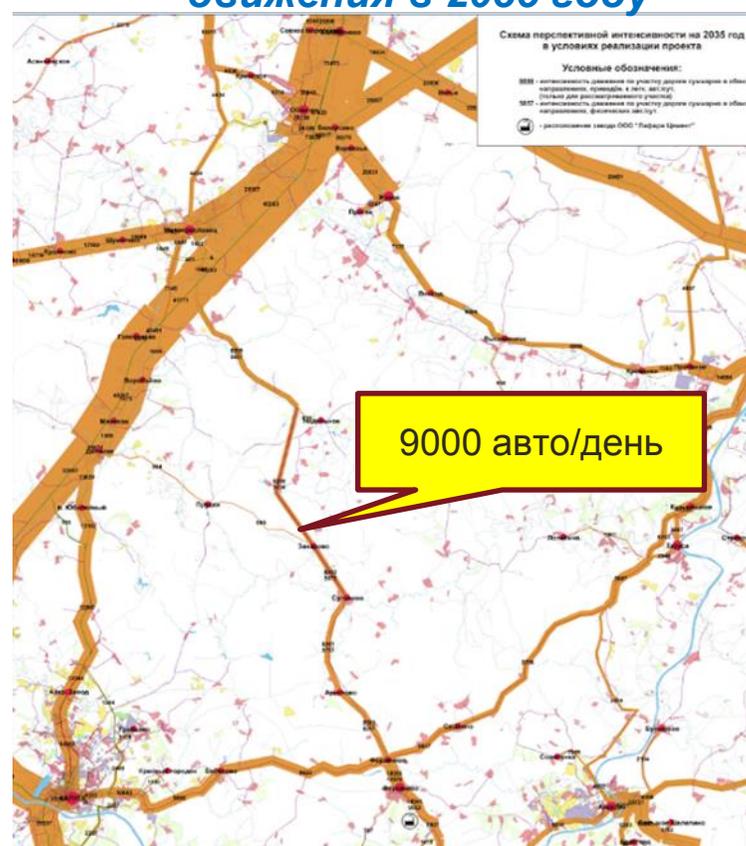
Техническое задание – интенсивность движения

- Ленгипротранс оценил интенсивность движения в 2035 году в количестве 9000 авто/день.
- Согласно нормам СНиП, интенсивность движения соответствует 2-й категории дорог.

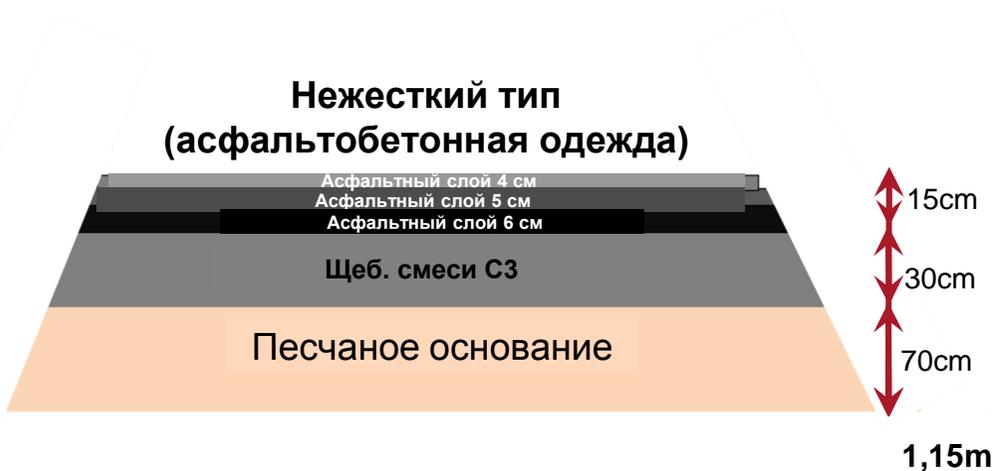
Интенсивность движения 2015



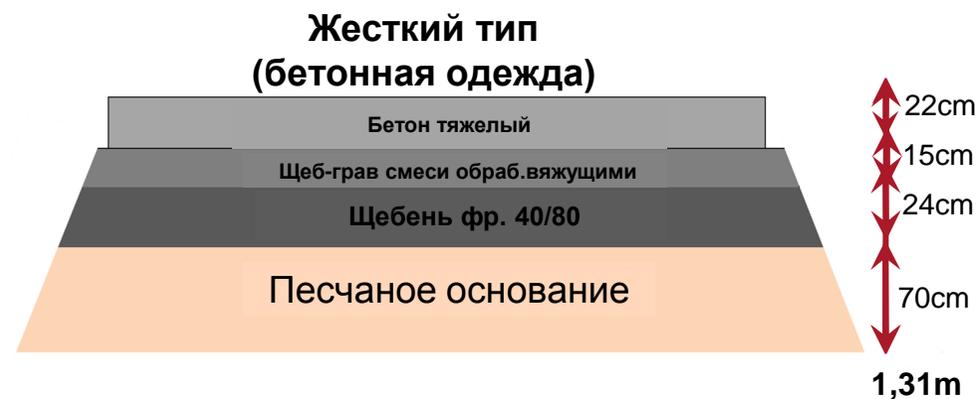
Интенсивность движения в 2035 году



Сравнение конструкций дорожной одежды



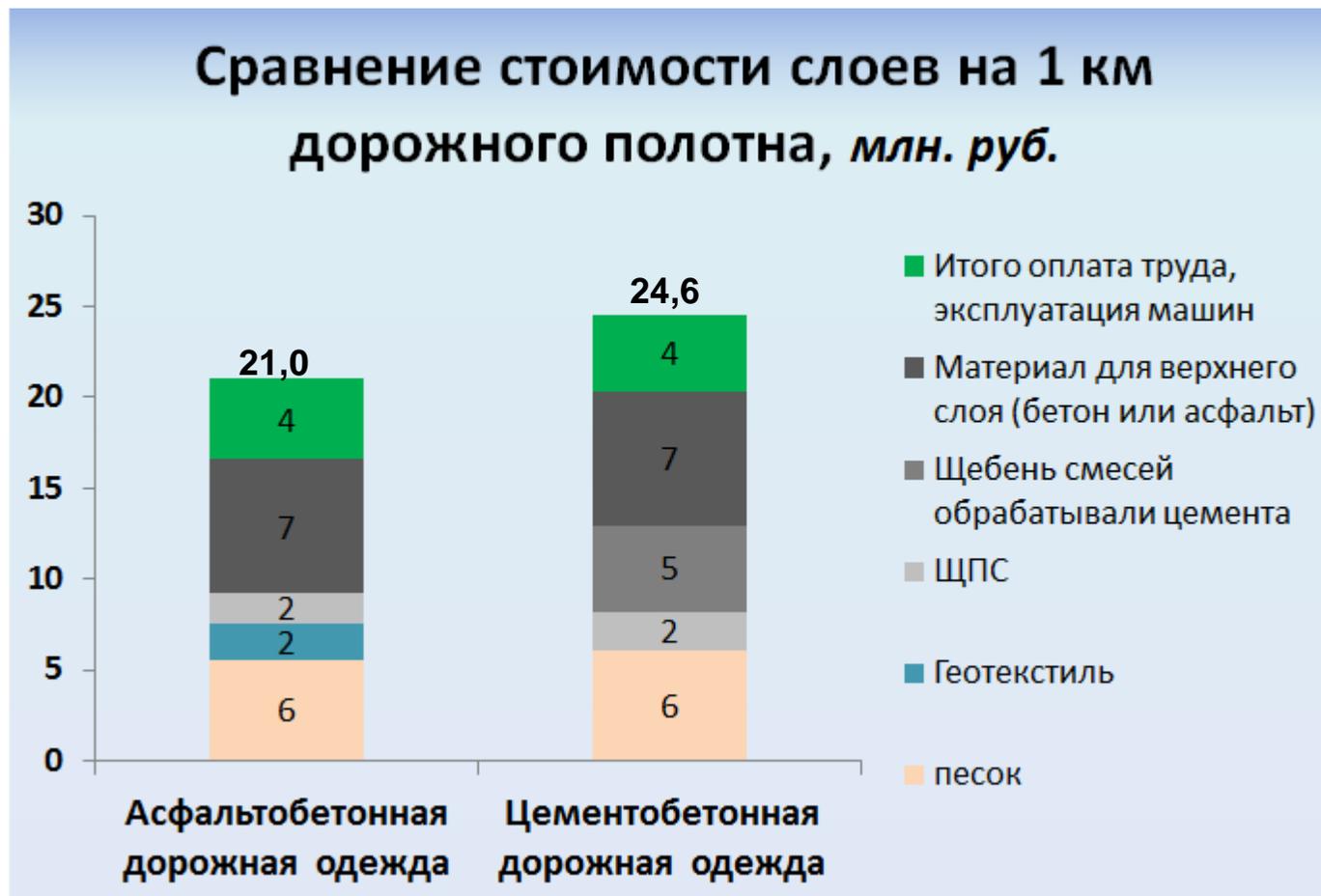
- 3 асфальтобетонный слоя: 4, 5 и 6 см
- Щебеночные смеси с непрерывной гранулометрией при максимальном размере зерен С3 - 120 мм
- Песчаные основания: песок средней крупности при содержании пылевато-глинистой фракции: 5%



- Бетон тяжелый Б40
- Щеб.-грав.-песчаные смеси и грунты, обраб. неорган. вяжущими, с цементом
- Щебень. фр. 40-80 мм
- Грунт песок средней крупности содержание пылевато-глинистой фракции: 5%

Согласно строительных норм РФ!

Стоимость на строительство на 1 км дорожного полотна



Цены: МРР и без НДС

Общая стоимость проекта



Цены: МРР и без НДС

Стоимость проекта на протяжении срока службы в 25 лет

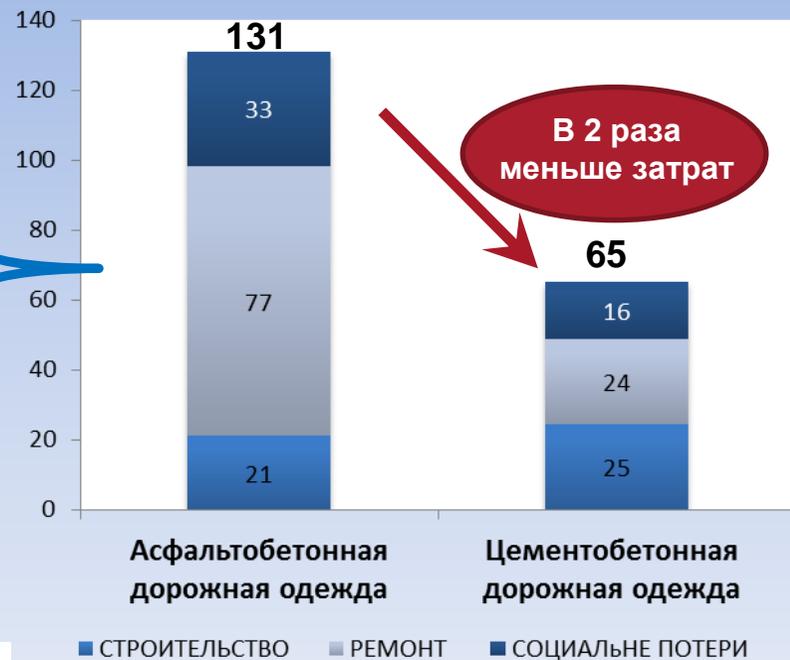
Затраты
млн. руб.



Затраты
млн. руб.



Сравнение общих затрат после 25 лет -
на 1 км - млн. руб.



Дисконтируемые затраты на протяжении 25 лет



Норма дисконта : 10%

Спасибо за внимание!!

- Евгений Флореску
 - Руководитель проектов дорожного строительства
 - eugen.florescu@lafargeholcim.com
 - Mobile 0033 6 65171556





LafargeHolcim