

6-я международная конференция по битуму и ПМБ «Проектирование дорожных покрытий и преимущества ПМБ



Д-р Маркус Шпигль
Санкт-Петербург,
7 апреля 2017 г.

OMV Downstream

Содержание

- ▶ **Новый подход к проектированию дорожного покрытия в Австрии**
 - ▶ Влияющие параметры
 - ▶ Типы битумных и асфальтовых смесей
 - ▶ Входные данные – свойства материалов, связанные с эксплуатационными характеристиками
 - ▶ Цифровая модель
- ▶ **Примеры конструкции покрытия**
 - ▶ Шоссе (класс нагружения 10)
- ▶ **Анализ расходов на жизненный цикл**
 - ▶ Пример – шоссе (класс нагружения 10)
- ▶ **Выводы**

Новый подход к проектированию покрытий в Австрии

Влияющие параметры

Движение – тяжелые транспортные средства

- ▶ Групповой эталон (предварительно заданный)
- ▶ Данные по сбору оплаты от ASFiNAG или подсчета интенсивности движения
- ▶ Данные по взвешиванию транспортных средств
→ **желательно в зависимости от наличия данных**

Климат

- ▶ Климатическая зона I или II

Свойства материалов, связанные с эксплуатационными характеристиками

- ▶ Минимальная жесткость асфальтобетона S_{min} (поверхностного слоя, вяжущего и слоя основания)
- ▶ Сопротивление усталости ϵ_6 (слой основания)
→ **декларация об эксплуатационных характеристиках производителя асфальтобетона (начальные типовые испытания)**

Структура покрытия

- ▶ Минимальная несущая способность несвязанных подстилающих слоев
- ▶ Тип и толщина несвязанных или связанных подстилающих слоев
- ▶ Класс несвязанных подстилающих слоев согласно RVS 08.15.01
→ **отдельно желательно**

Свойства битумного вяжущего

Дорожный битум OMV 70/100

Требование или характеристика	Ед. изм.	Интервал
Пенетрация при 25 °С	х0,1 мм	70 - 100
Температура размягчения	°С	43 -51
Изменение массы при 163 °С	%	≤ 0.8
Изменение пенетрации	%	≥ 46
Температура размягчения после старения	°С	≥ 45
Повышение температуры размягчения	°С	≤ 9
Температура вспышки	°С	≥ 230
Температура хрупкости по Фраасу	°С	≤ – 10
Растворимость	% (м/м)	≥ 99
Динамическая вязкость при 60 °С	Па·с	≥ 90
Кинематическая вязкость 135 °С	мм ² /с	≥ 230

Свойства битумного вяжущего

		ПМБ OMV Starfalt®			
Тип вяжущего по EN 14023		25/55-65	45/80-65	45/80 RC	ПМБ HiM
Требование/характеристика	Ед. изм.	Интервал значений			
Пенетрация при 25 °С	х0,1 мм	25 - 55	45 - 80	45 - 80	45-80
Температура размягчения	°С	≥ 65	≥ 65	≥ 70	≥ 80
Усилие при растяжении	Дж/см ²	≥ 3 (5 °С) ≥ 3 (10 °С)	≥ 3 (5 °С)	≥ 3 (5 °С)	≥ 3 (10 °С)
Изменение массы при 163 °С	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Изменение пенетрации	%	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Повышение температуры размягчения	°С	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Температура вспышки	°С	≥ 250	≥ 250	≥ 250	≥ 250
Температура хрупкости по Фраасу	°С	≤ - 12	≤ - 18	≤ - 18	≤ - 20
Упругое восстановление (25 °С)	%	≥ 80	≥ 80	≥ 80 (95)	≥ 80 (95)
Устойчивость при хранении - разница температуры размягчения	°С	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Упругое восстановление (25 °С) по EN 12607	%	≥ 60	≥ 70	≥ 70 (80)	≥ 70 (80)

Типы асфальтобетонных смесей

Верхний слой покрытия

- ▶ АС 11, битум 70/100
- ▶ АС 11, вяжущее ПМБ 45/80-65
- ▶ АС 11, вяжущее ПМБ 45/80-80 (ПМБ HiM)

Нижний слой покрытия

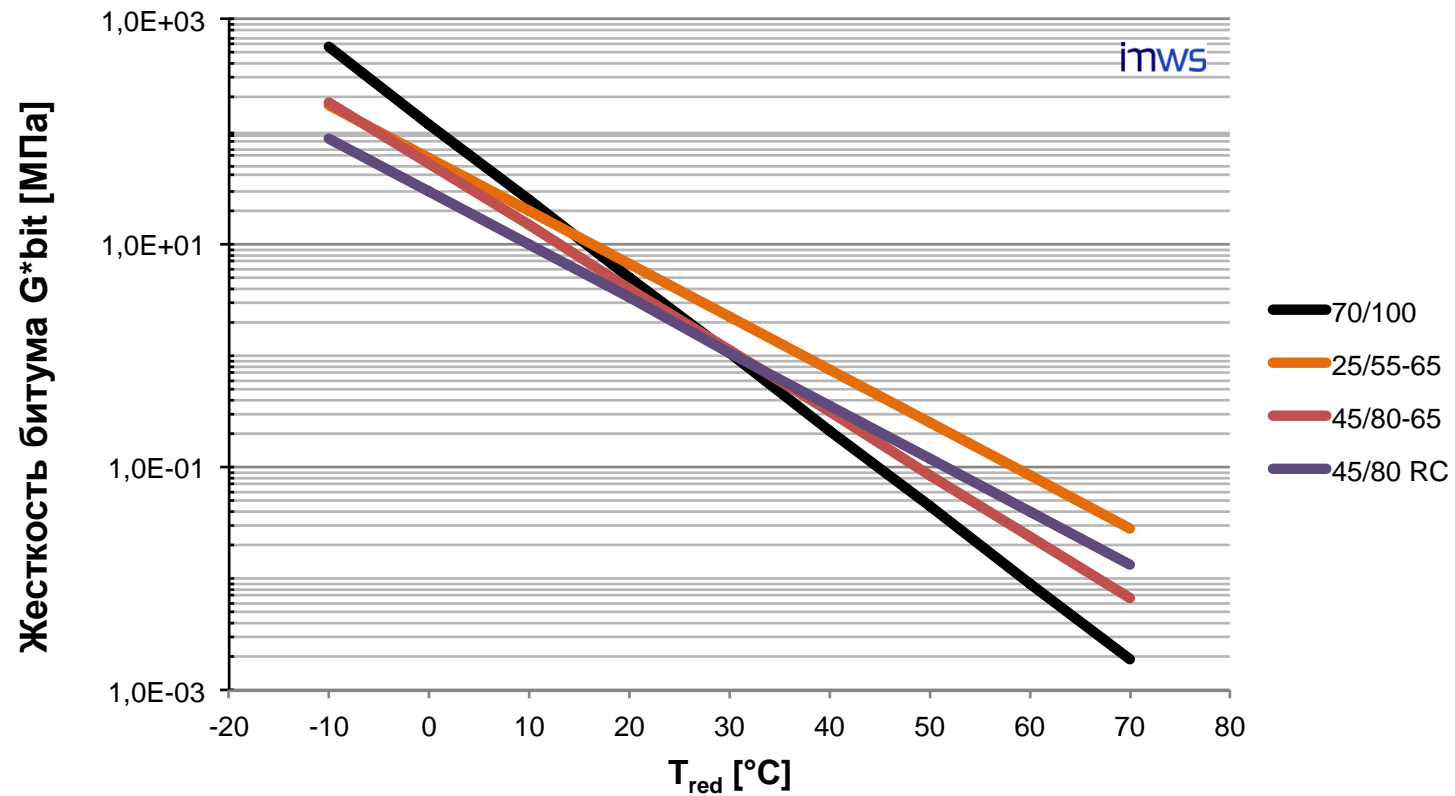
- ▶ АС 22, битум 70/100
- ▶ АС 22, вяжущее ПМБ 25/55-65
- ▶ АС 22, вяжущее ПМБ 45/80-65
- ▶ АС 22, вяжущее ПМБ 45/80 RC с 20 % РАП
- ▶ АС 22, вяжущее ПМБ 45/80-80 (ПМБ HiM)

Слой основания

- ▶ АС 32, битум 70/100
- ▶ АС 32, вяжущее ПМБ 45/80-65
- ▶ АС 32, вяжущее ПМБ 45/80 RC с 20 % РАП
- ▶ АС 32, вяжущее ПМБ 45/80-80 (ПМБ HiM)

Новый подход к проектированию покрытий в Австрии

Реологические свойства (DSR) вяжущего

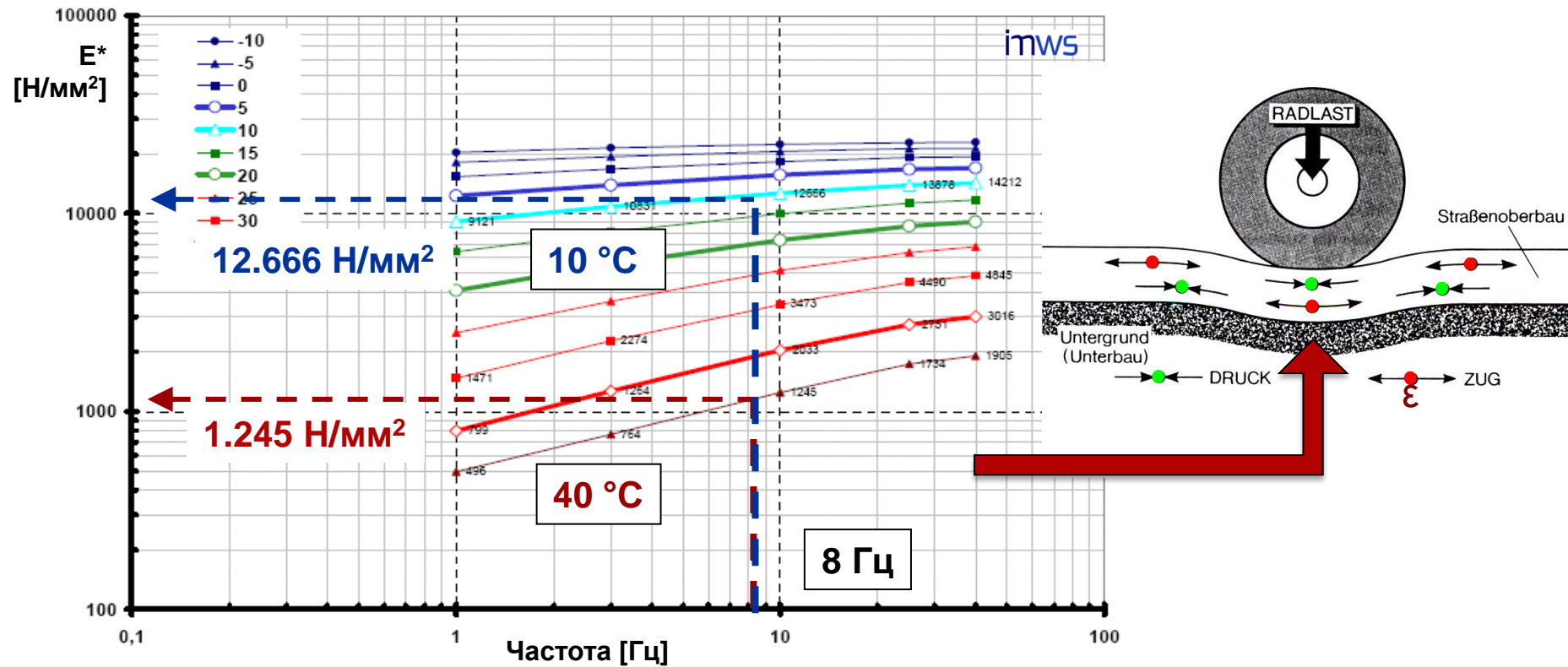


Обобщенные кривые выбранных битумных вяжущих для расчета входных параметров для Венской модели

Новый подход к проектированию покрытий в Австрии

Свойства асфальтобетона, связанные с эксплуатационными характеристиками

Свойства асфальтобетона - жесткость (4PB по EN 12697-26)



Новый подход к проектированию покрытий в Австрии Жесткость – Венская модель

$$S_{mix}(T) = \frac{p}{145,0377} \cdot \left[a \cdot \left(1 - \frac{VMA}{100} \right) + 145,0377 \cdot 3 \cdot G_{bit}^*(T) \cdot \left(\frac{VFB \cdot VMA}{10.000} \right) \right] +$$

$$+ \frac{(1 - p_c)}{145,0377} \cdot \left[\frac{1 - \frac{VMA}{100}}{a} + \frac{VMA}{VFB \cdot 145,0377 \cdot 3 \cdot G_{bit}^*(T)} \right]^{-1}$$

$$p = \frac{b + \frac{VFB \cdot 145,0377 \cdot 3 \cdot G_{bit}^*(T)^c}{VMA}}{d + \frac{VFB \cdot 145,0377 \cdot 3 \cdot G_{bit}^*(T)^c}{VMA}}$$

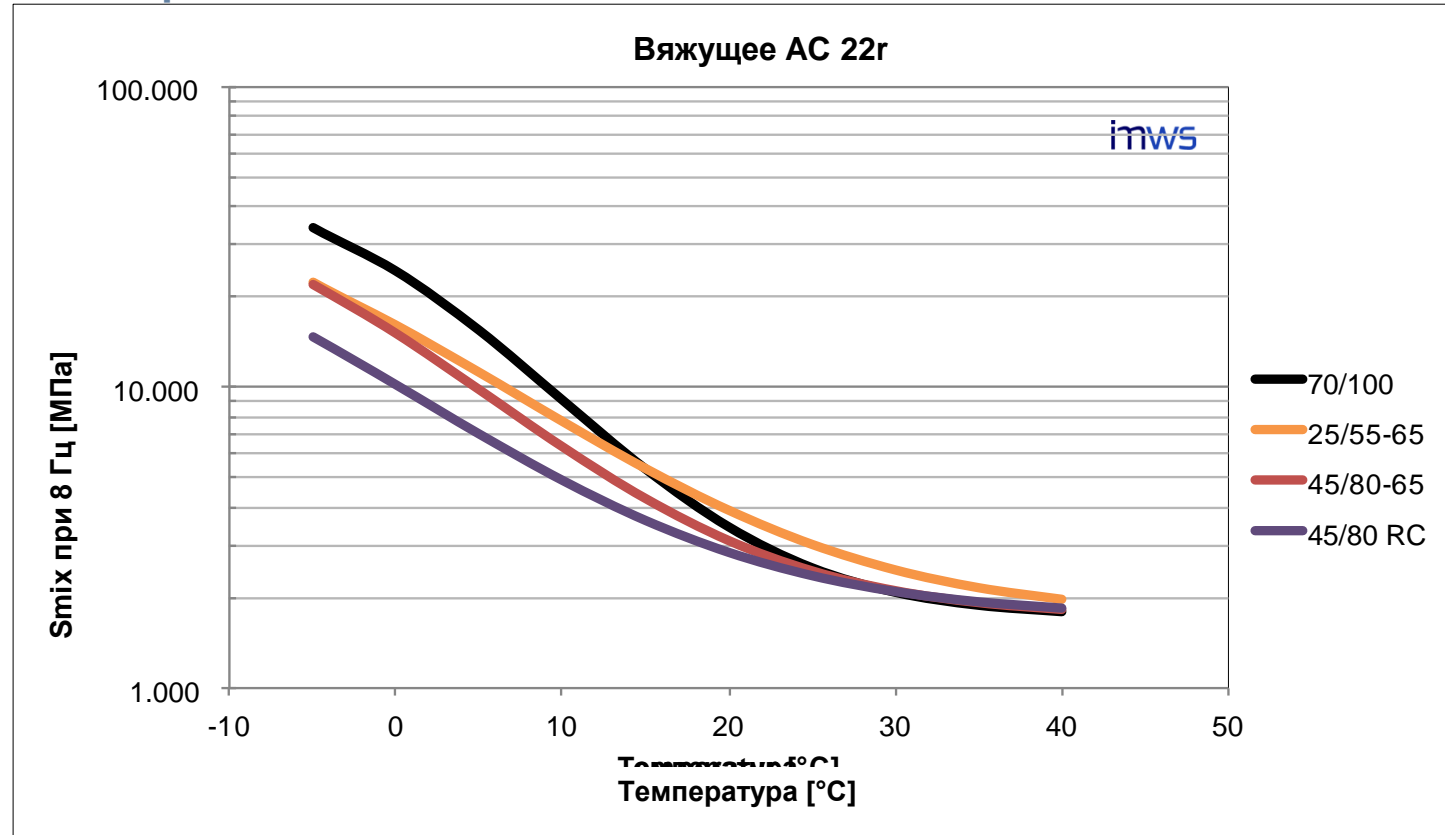
- Объемные свойства асфальтобетона
- Жесткость битума G^* при соответствующих температуре и частоте приложения нагрузки
- Динамическая жесткость S_{mix} как входные данные для проектирования дорог

© Blab, Eberhardsteiner

Новый подход к проектированию покрытий в Австрии

Свойства асфальтобетона, связанные с эксплуатационными характеристиками

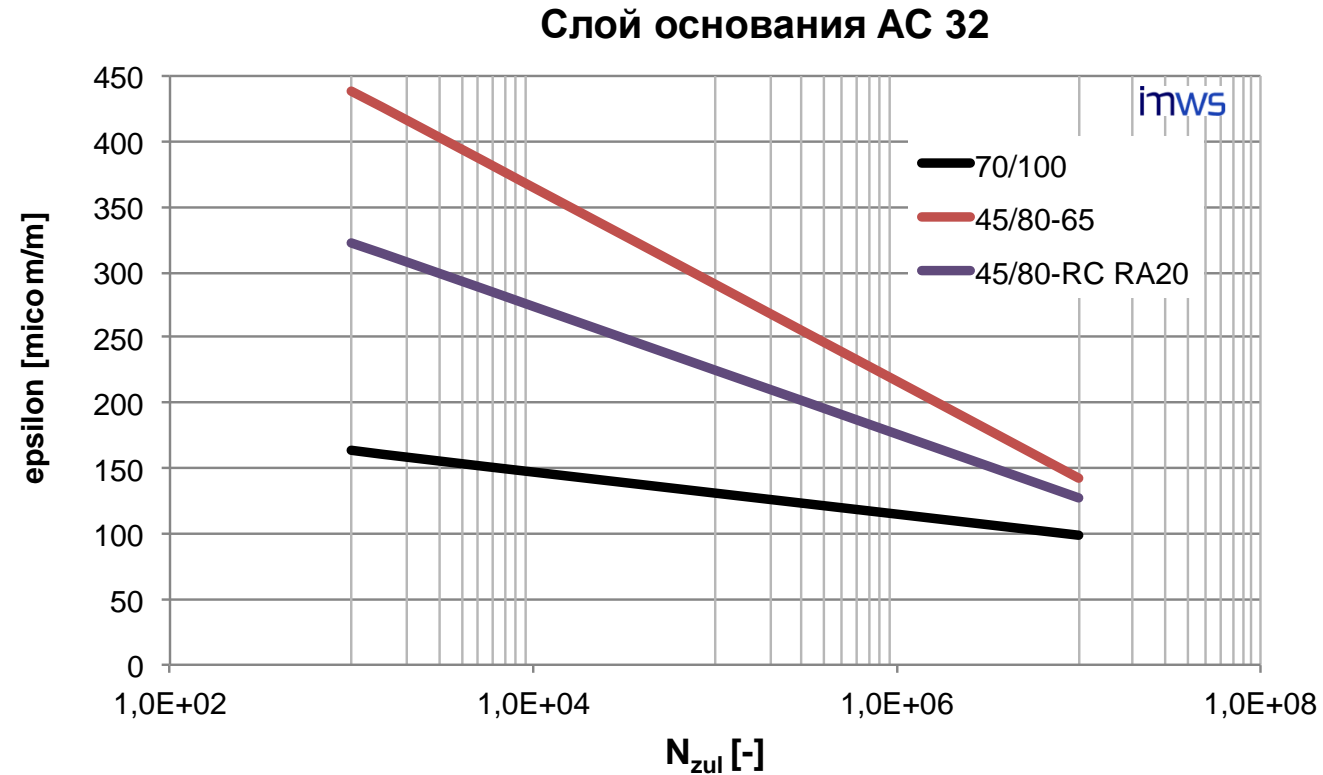
Жесткость асфальтобетона – венская модель



Зависимая от температуры жесткость S_{mix} вяжущего для AC 22 с различными битумными вяжущими

Новый подход к проектированию покрытий в Австрии

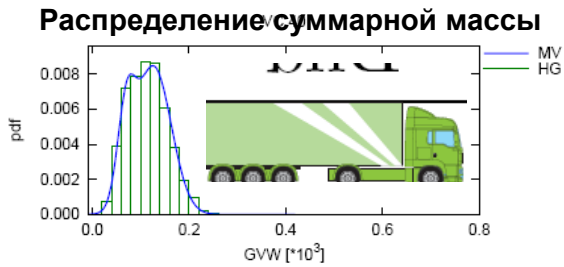
Свойства асфальтобетона, связанные с эксплуатационными характеристиками



Кривая усталости на базе испытаний с изгибом балочки по 4 точкам для уже использованного асфальтобетона и битумных вяжущих

Цифровая модель

Определение первичного эффекта



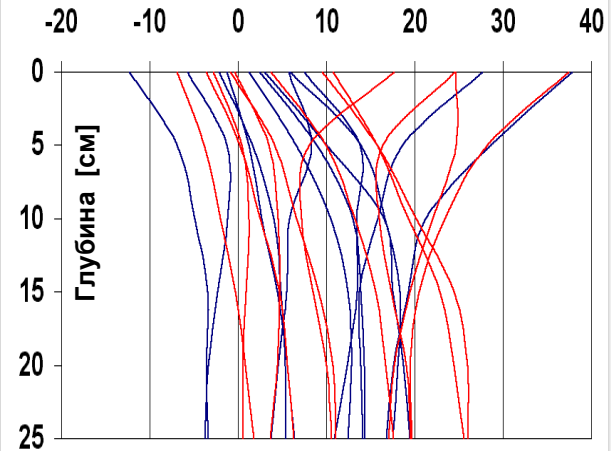
Распределение нагрузки на ось



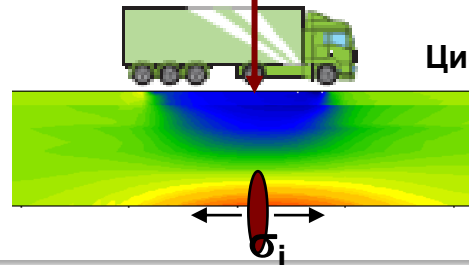
$$m_i(W) = b_i + a_i W$$

Интенсивность движения
и климат

Распределение температуры по асфальту [°C]



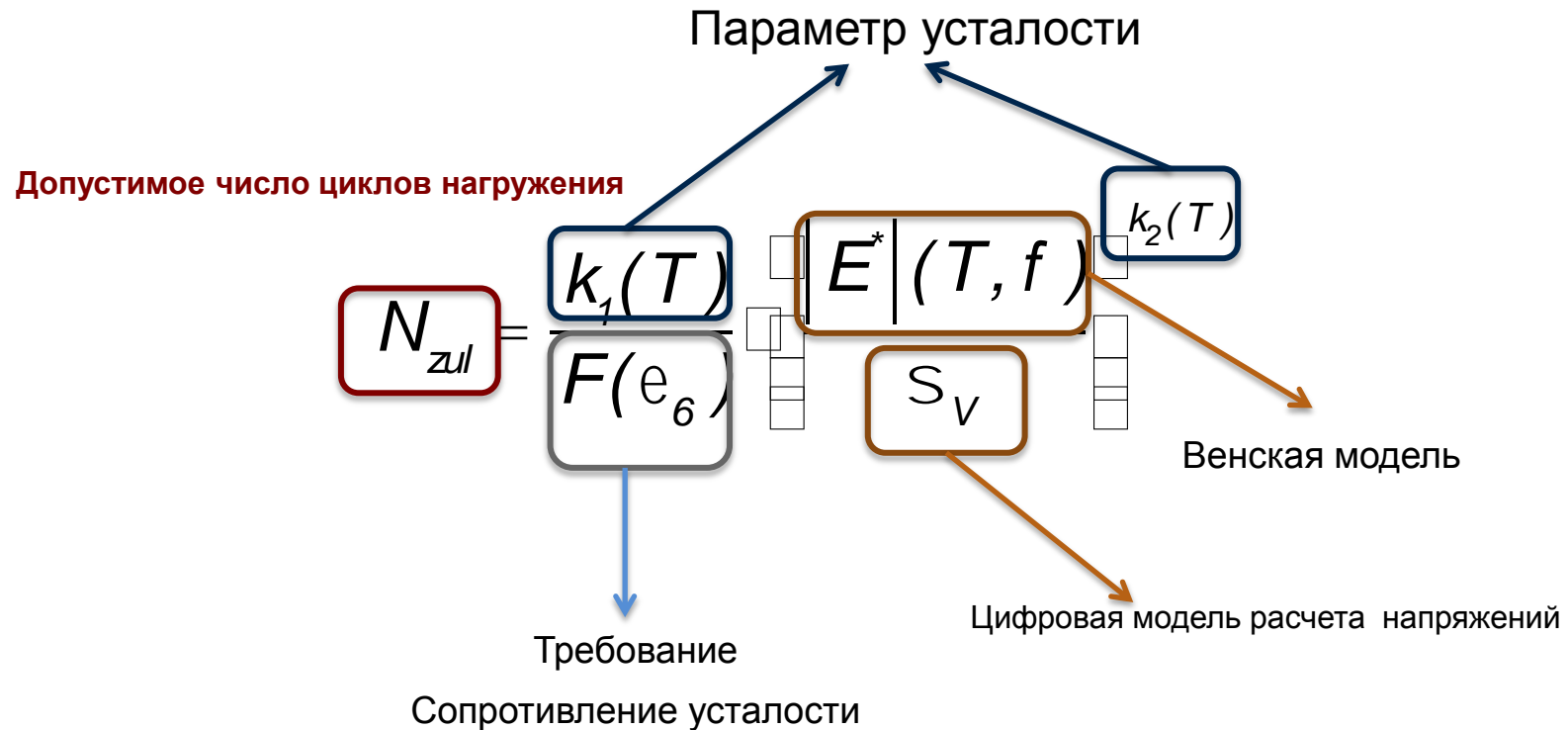
Нагрузка на ось



Цифровая модель

Новых подход проектирования дорог с асфальтобетонным покрытием

Венская модель – критерии усталости



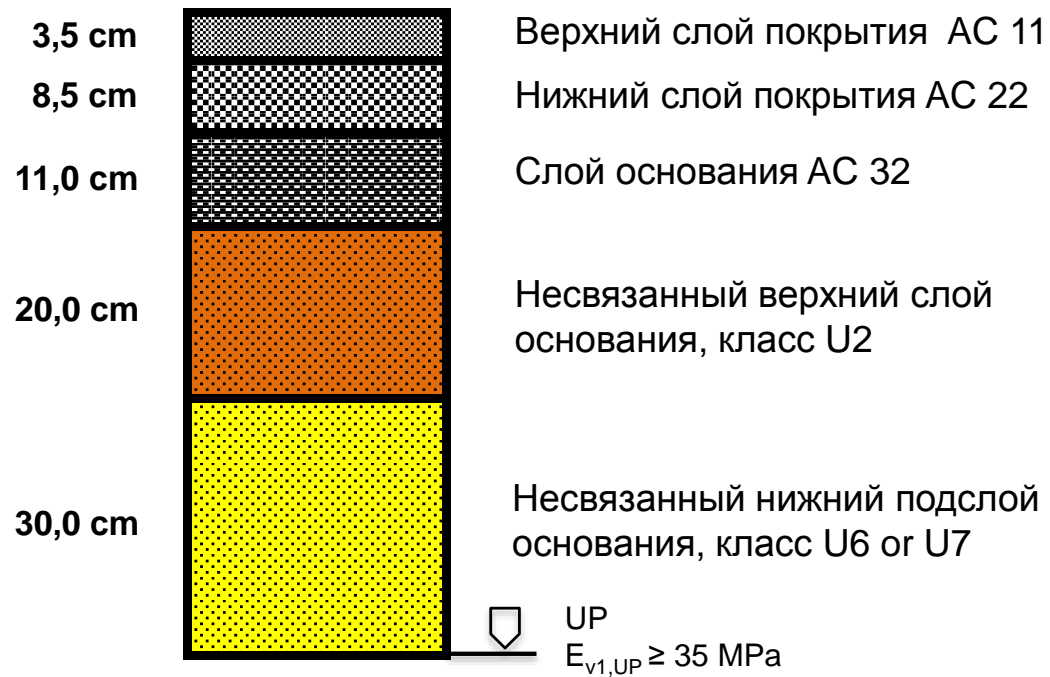
Расчет допустимого числа циклов нагружения до разрушения покрытия

© Blab, Eberhardsteiner

Пример

Шоссе с классом нагрузки 10

Структура покрытия



→ Вариант

- 70/100
- ПМБ 45/80-65
- ПМБ 25/55-65
- ПМБ 45/80 RC
- ПМБ 45/80-80

Пример

Шоссе с классом нагрузки 10

Расчет ресурса до разрушения покрытия

Толщина асфальтобетонного покрытия: 23 см

- ▶ Каталог асфальтобетонных моделей
- ▶ Вариант I:

3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	70/100
8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр.	70/100
11,0 см	АС 32 основание	70/100
- ▶ Вариант II:

3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр.	70/100
11,0 см	АС 32 основание	70/100
- ▶ Вариант IIIa:

3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр.	ПМБ 45/80-65
11,0 см	АС 32 основание	70/100
- ▶ Вариант IIIb:

3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр.	ПМБ 25/55-65
11,0 см	АС 32 основание	70/100

Пример

Шоссе с классом нагрузки 10

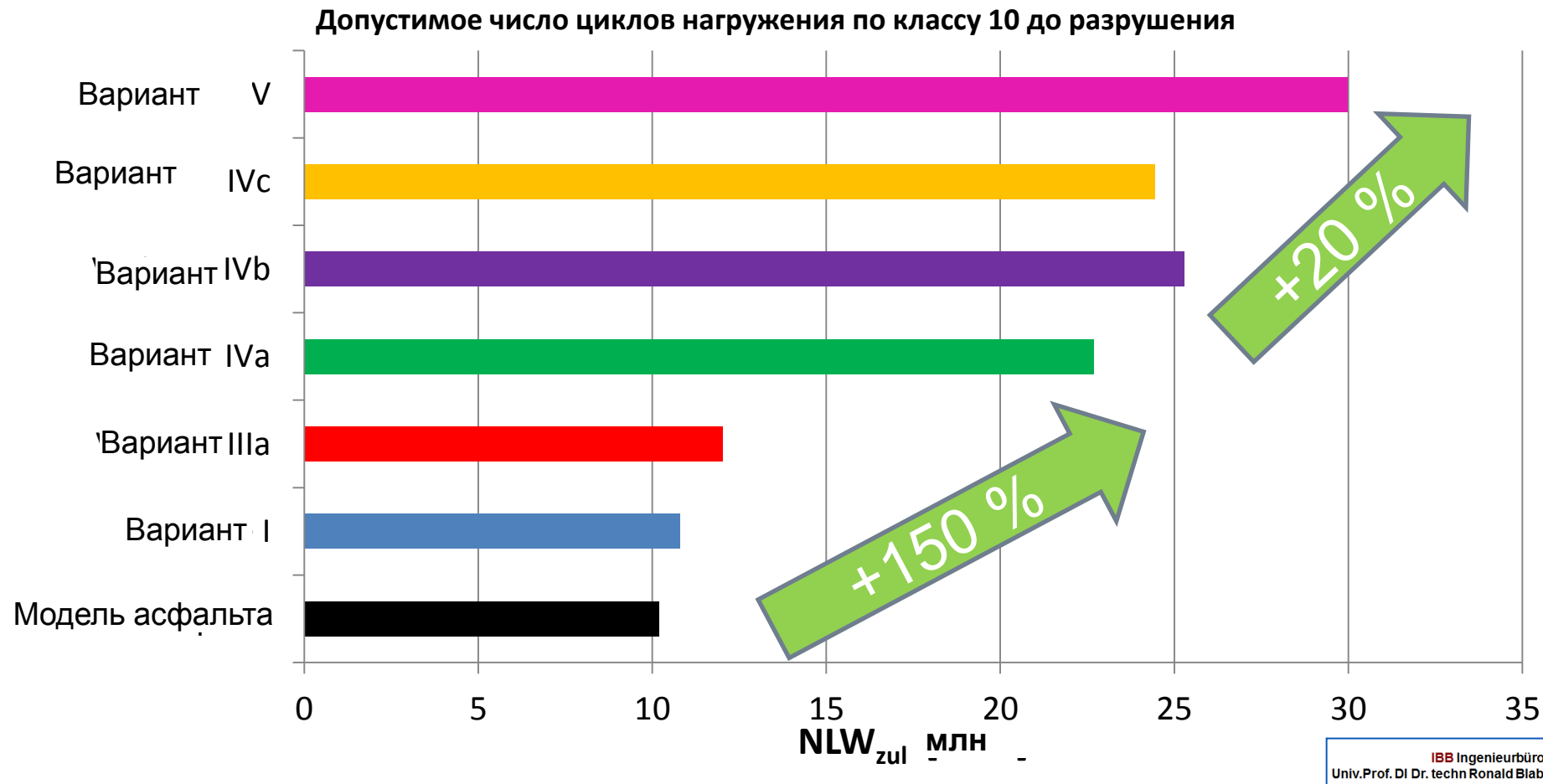
Расчет ресурса до разрушения покрытия

Толщина асфальтобетонного покрытия: 23 см

▶ Вариант IVa:	3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
	8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр	ПМБ 45/80-65
	11,0 см	АС 32 основание	ПМБ 45/80-65
▶ Вариант IVb:	3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
	8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр	ПМБ 25/55-65
	11,0 см	АС 32 основание	ПМБ 45/80-65
▶ Вариант IVc:	3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-65
	8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр	ПМБ 45/80 RC
	11,0 см	АС 32 основание	ПМБ 45/80-65
▶ Вариант V:	3,5 см	АС 11 верх.слой.покр.	ПМБ 45/80-80
	8,5 см	АС 22 ниж.сл.покр	ПМБ 45/80-80
	11,0 см	АС 32 основание	ПМБ 45/80-80

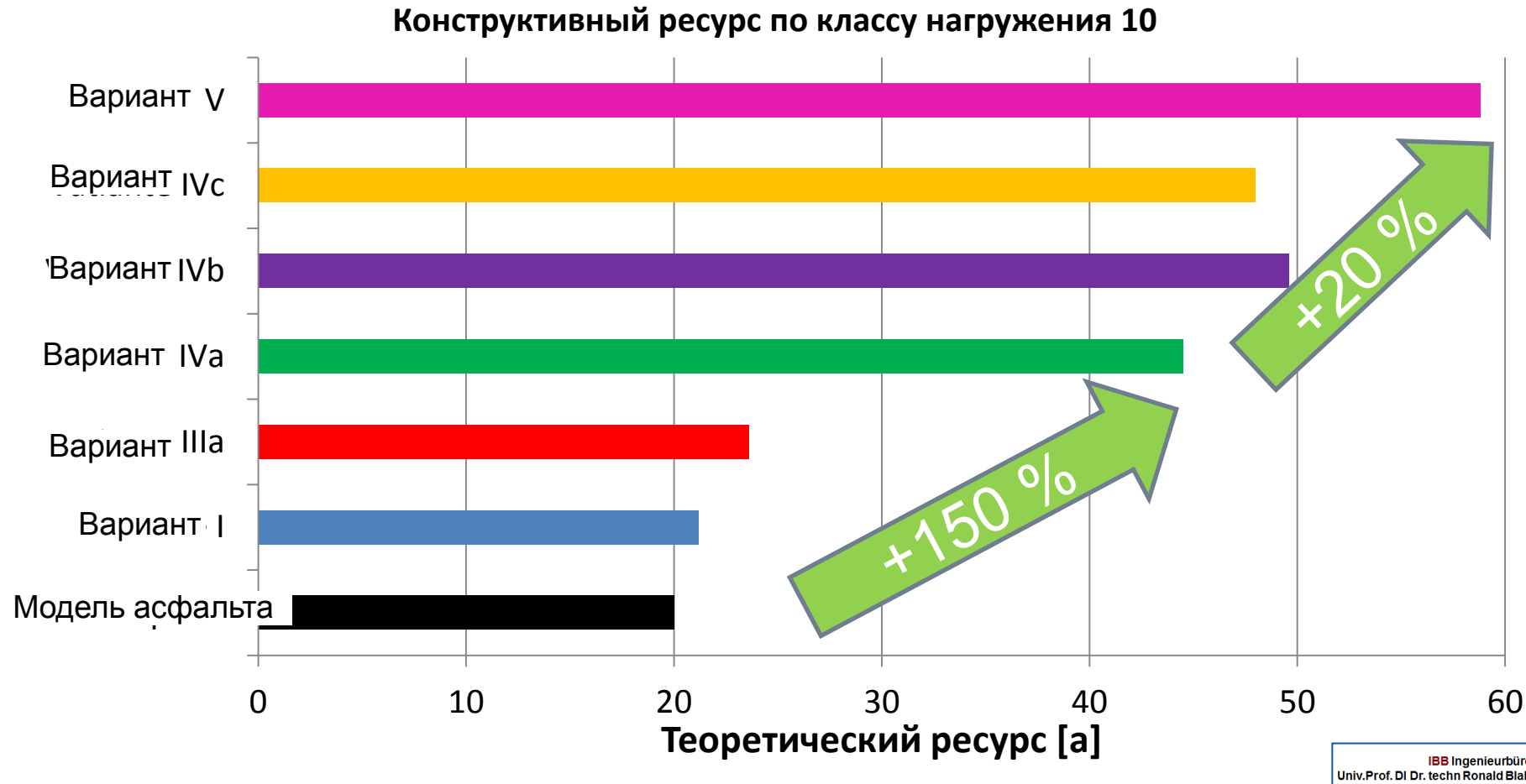
Пример

Шоссе с классом нагрузки 10



Пример

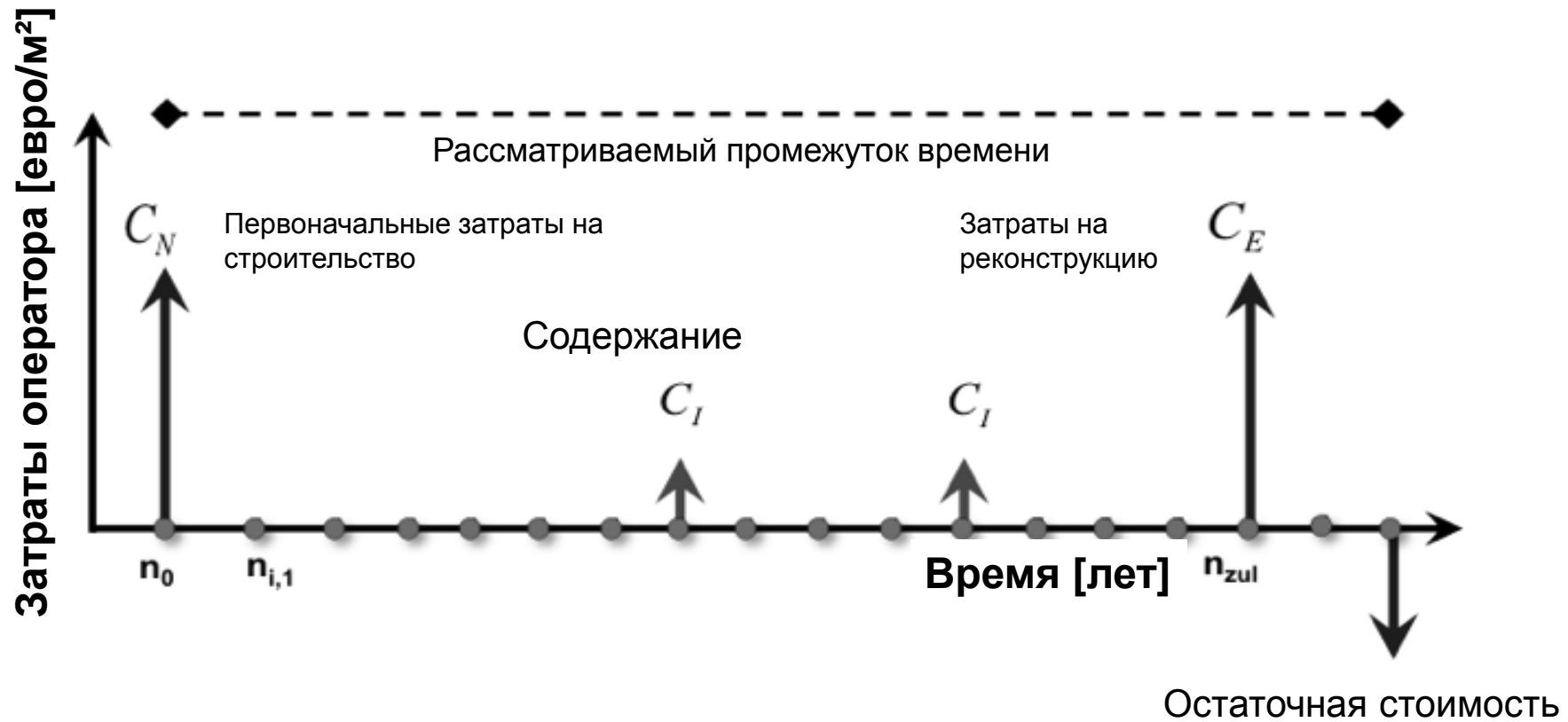
Шоссе с классом нагрузки 10



Анализ расходов на жизненный цикл – LCCA

Методика

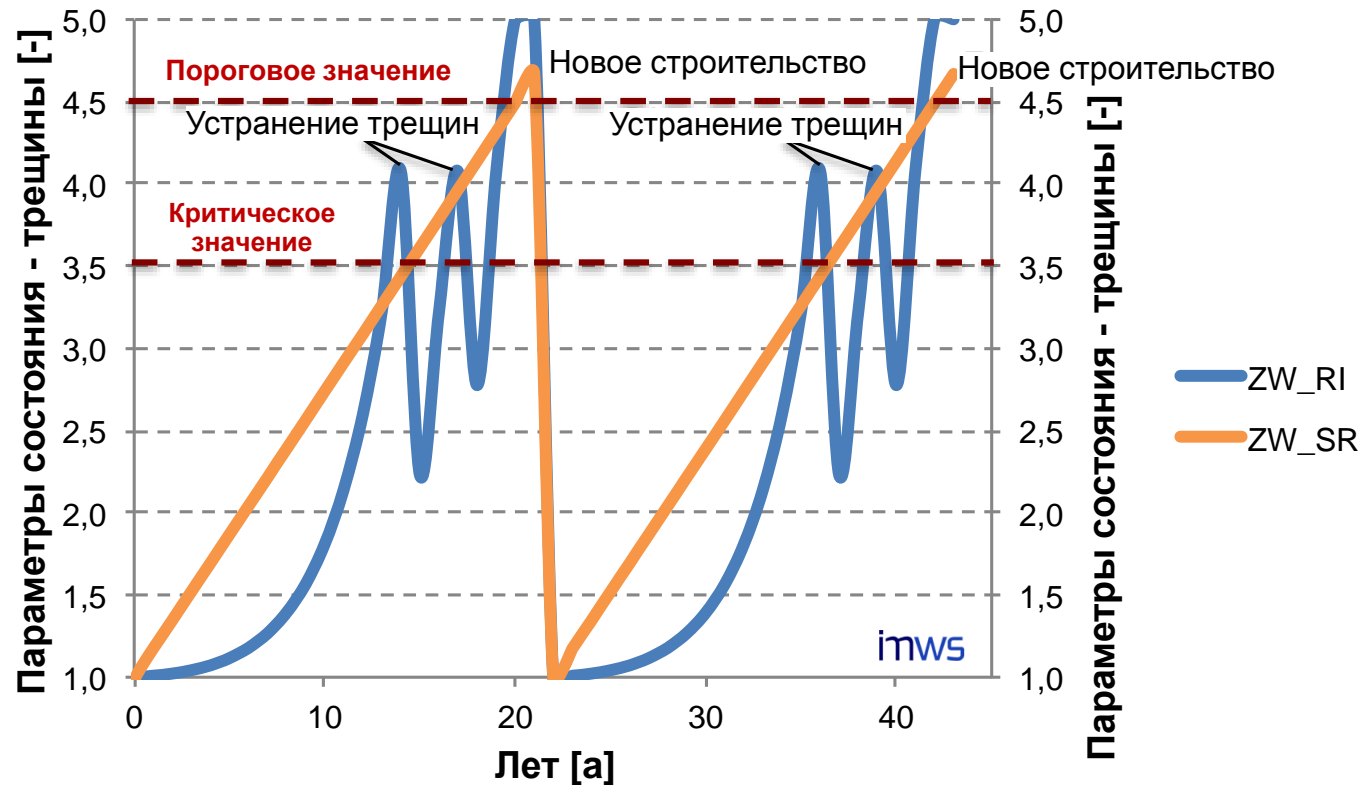
- ▶ Рассмотрение затрат на первоначальное строительство, содержание, реконструкцию и остаточной стоимости в конце жизненного цикла (затраты по публичному сервитуту)
- ▶ Расчет чистой дисконтированной стоимости и ежегодных платежей.



Анализ расходов на жизненный цикл – LCCA

Моделирование параметров состояния

Основные характеристики разрушения – трещины, деформация и колееобразование

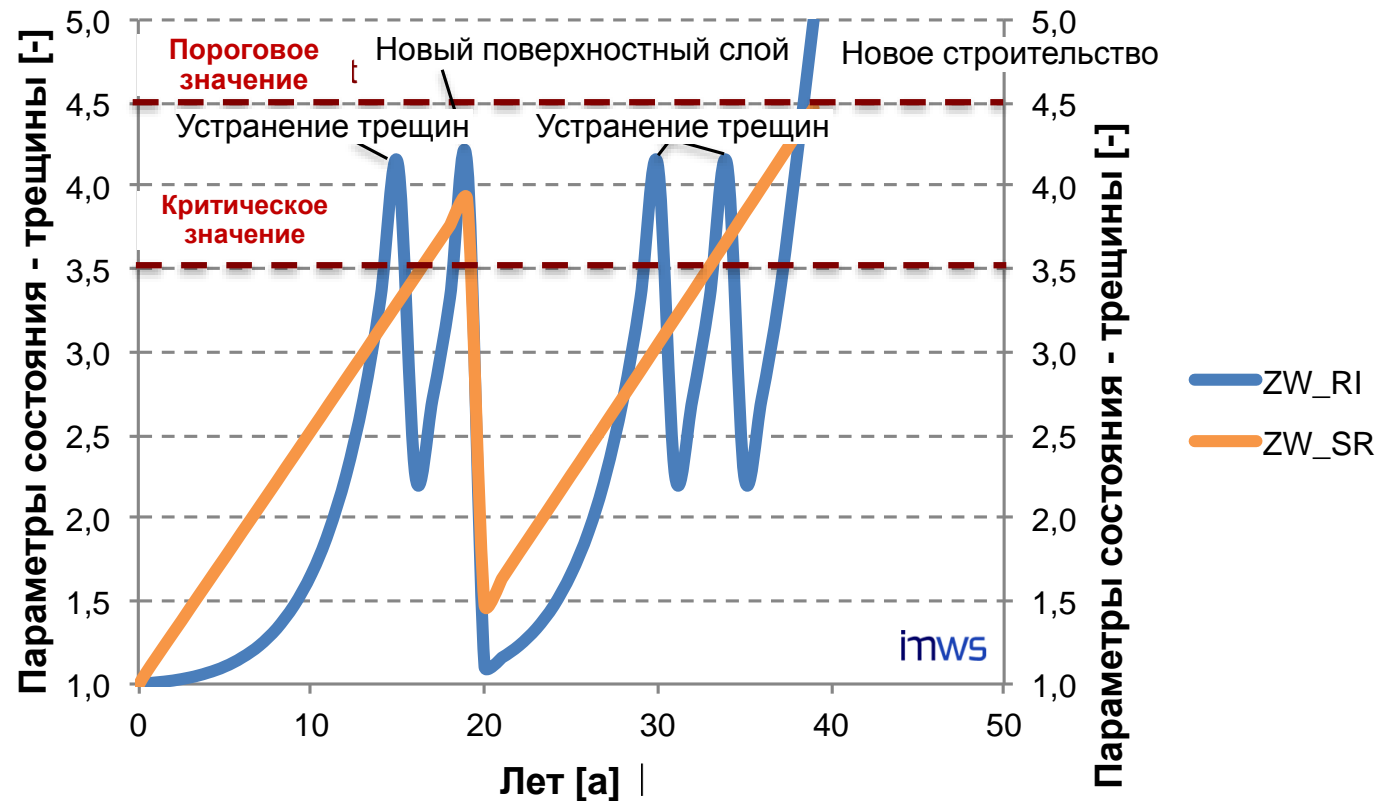


Тип строительства AS1-LC10, вариант I - асфальтобетонное покрытие с ПМБ

Анализ расходов на жизненный цикл – LCCA

Моделирование параметров состояния

Основные характеристики разрушения – трещины, деформация и колееобразование



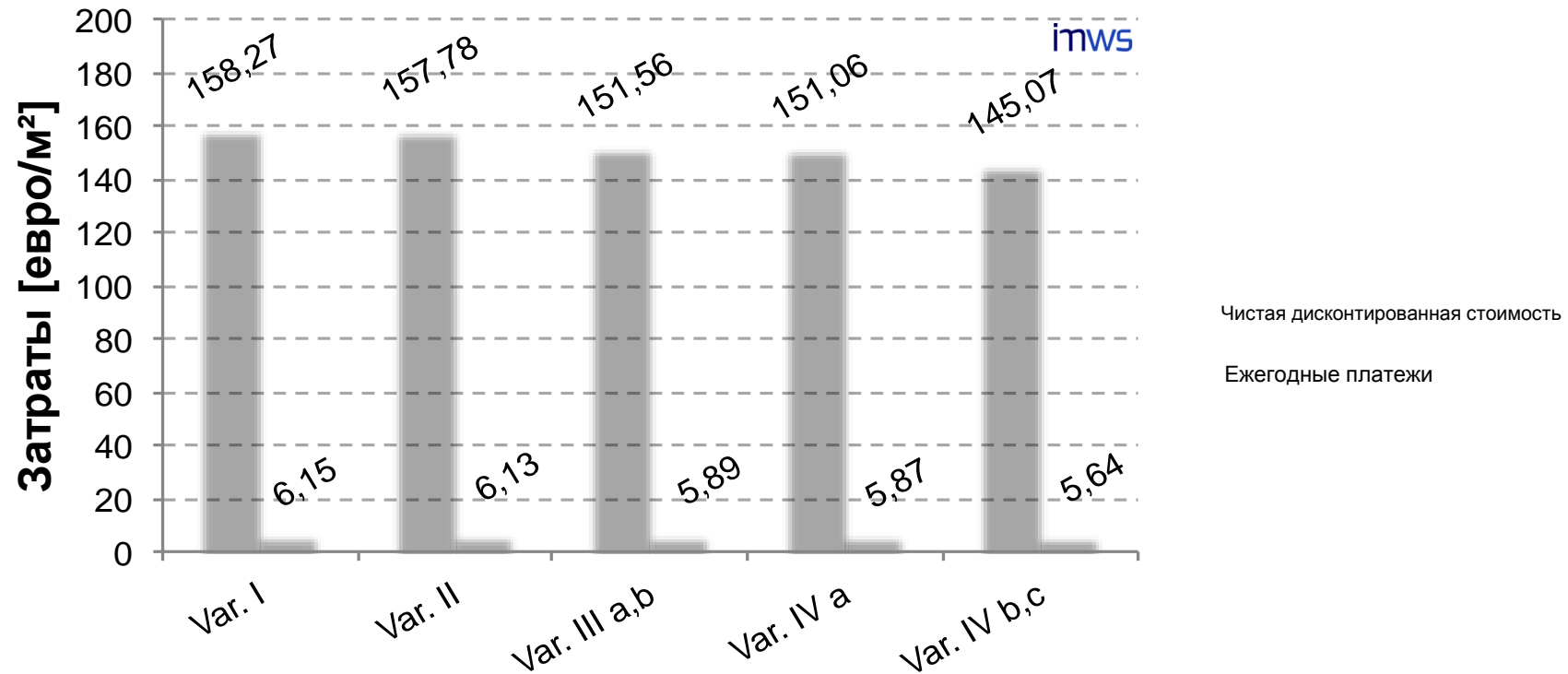
Тип строительства AS1-LC10, вариант IV - асфальтобетонное покрытие с ПМБ

Анализ расходов на жизненный цикл – LCCA

Затраты на строительство в сравнении с затратами по жизненному циклу

Тип строительства AS1-LC10

Рассматриваемый период времени 50 лет

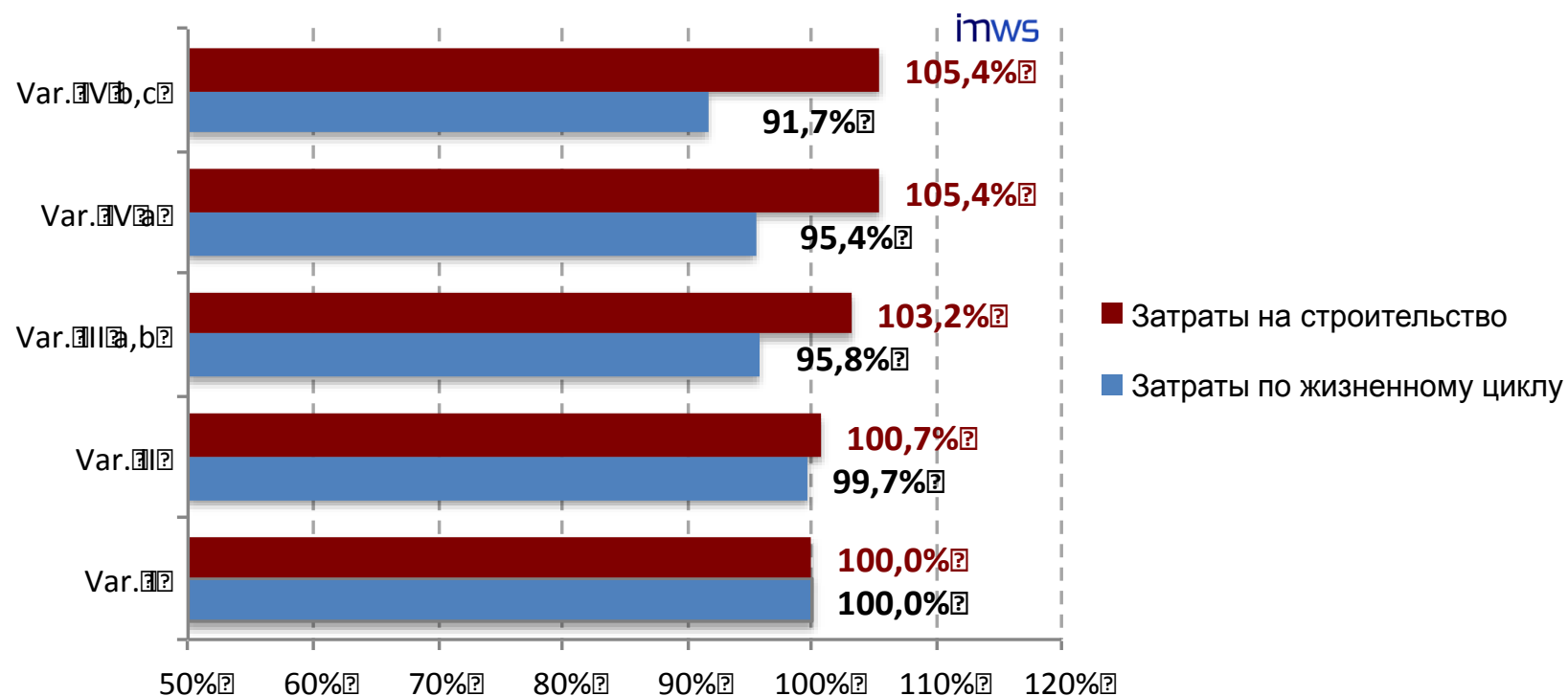


Средние цены (на 2015 г., строительная площадка более 5000 кв. м, процентная ставка $i = 3\%$)

Анализ расходов на жизненный цикл – LCCA

Затраты на строительство в сравнении с затратами по жизненному циклу

Тип строительства AS1-LC10
Рассматриваемый период времени 50 лет



Средние цены (на 2015 г., строительная площадка более 5000 кв. м, процентная ставка $I = 3\%$)

Заключение

- ▶ Проводить **испытания, связанные с эксплуатационными характеристиками** (испытания на сопротивление усталости и динамическую жесткость)
- ▶ Изменить процесс проектирования – рассмотреть **реальные свойства** асфальтобетона (высокое качество - увеличенный ресурс - меньше затрат по содержанию)
- ▶ **Тип и качество вяжущего** имеют **большое влияние** на общий **ресурс** покрытия
- ▶ Значительное **увеличение срока службы** при **использовании высококачественного ПМБ** для всей конструкции дорожного покрытия
- ▶ **Анализ затрат по жизненному циклу необходим** для надлежащей оценки затрат на первоначальное строительство
- ▶ Только ПМБ дает повышенные начальные затраты на 5 %, но на **8 % меньше затрат в рамках жизненного цикла.**

Вопросы?

markus.spiegl@omv.com



OMV Downstream

OMV
STARFALT
HIGH PERFORMANCE BITUMEN

Moving more. Moving the future. 

Правовая оговорка

Настоящая презентация подготовлена для выражения наших интересов. Никакие положения в настоящей презентации не считаются предназначенными для принятия каких-либо обязательств любой из сторон. Ни одна сторона не обязана выполнять какое-либо соглашение или иначе вступать в договорные отношения вследствие любых действий в связи с настоящей презентацией.

Все показатели и сведения, приведенные в настоящей презентации, являются строго конфиденциальными, но они не являются обязывающими и приводятся только как справочные данные.

© 2013 OMV Aktiengesellschaft, все права защищены, не допускается тиражирование без разрешения компании.