

Обеспечение водоотвода на дорогах с низкой интенсивностью движения Часть I

Тимо Сааренкето, PhD
Управляющий директор
Компания Roadscanners



ПРОЕКТЫ ROADEX 1998 - 2012

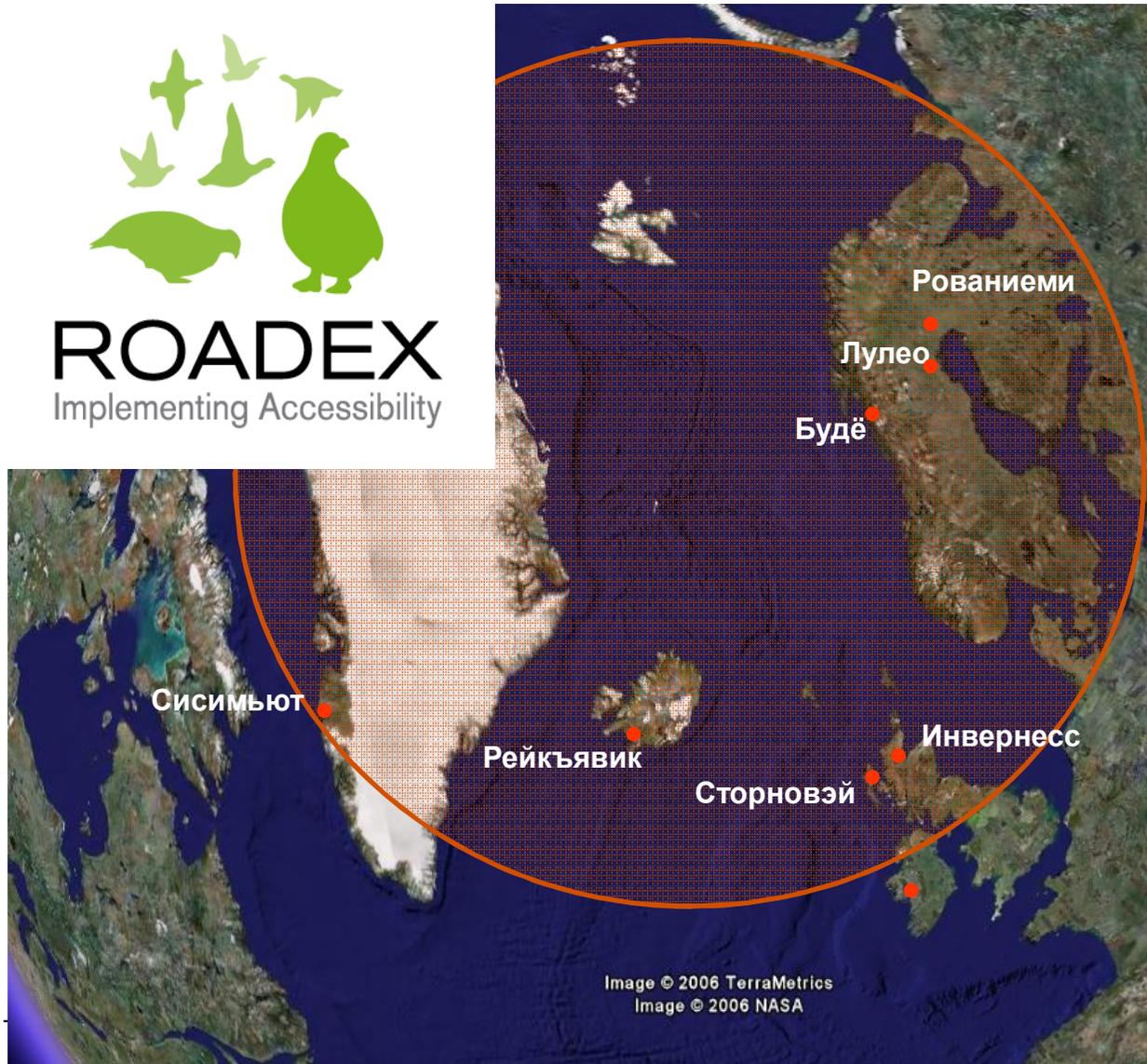


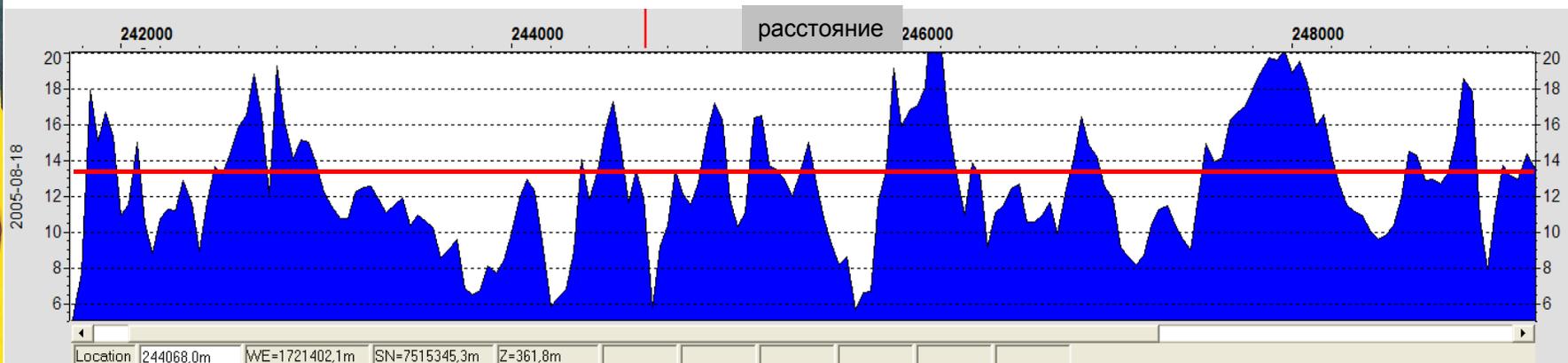
Image © 2006 TerraMetrics
Image © 2006 NASA



Что такое срок службы дорожной одежды?

- потребность в мерах по восстановлению/ремонту, возникающая при превышении показателей колейности или потери ровности более чем на 10 % от предельного значения

Что общего у этих критических участков?



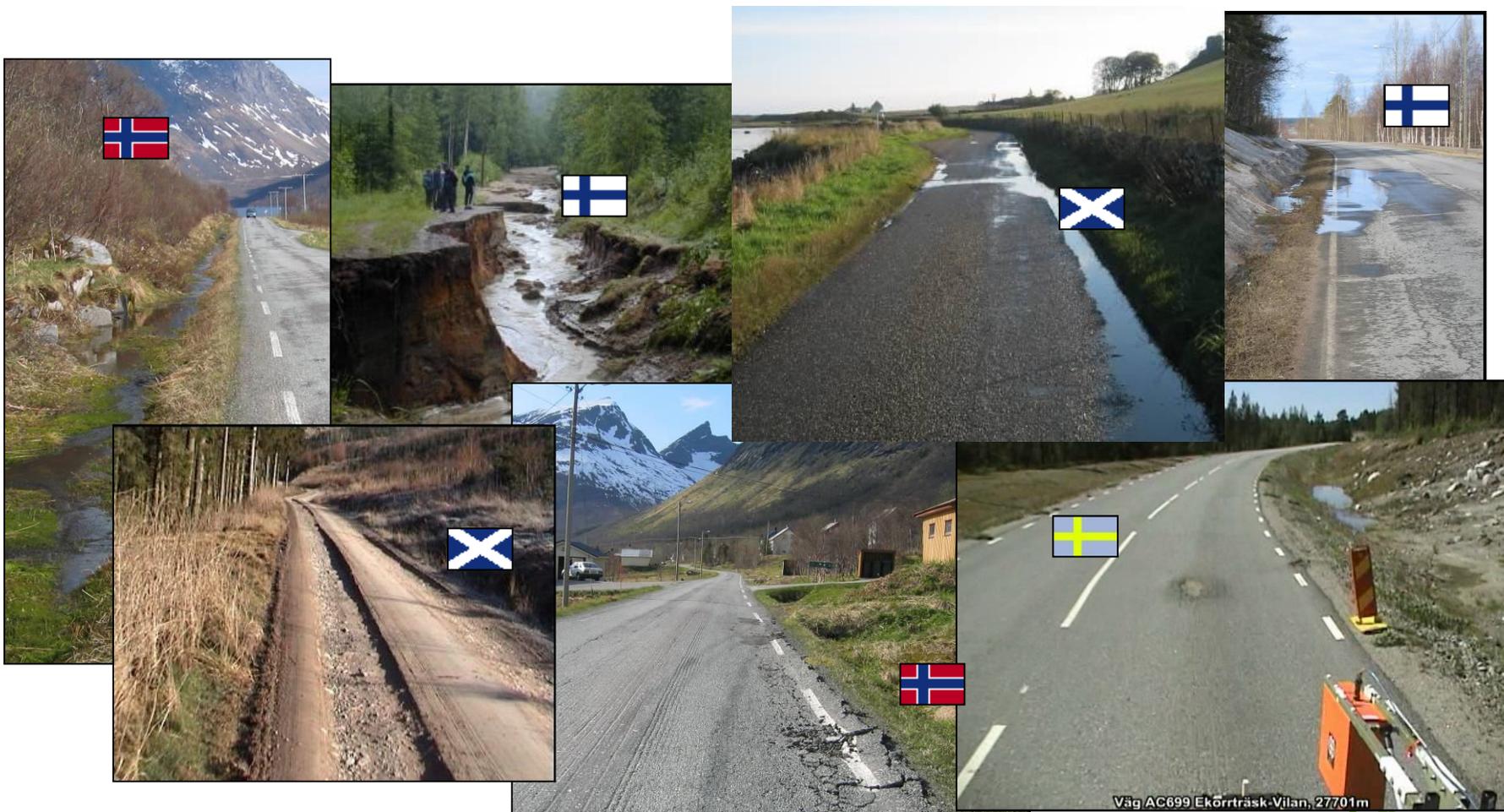
This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Проекты ROADEX свидетельствуют:

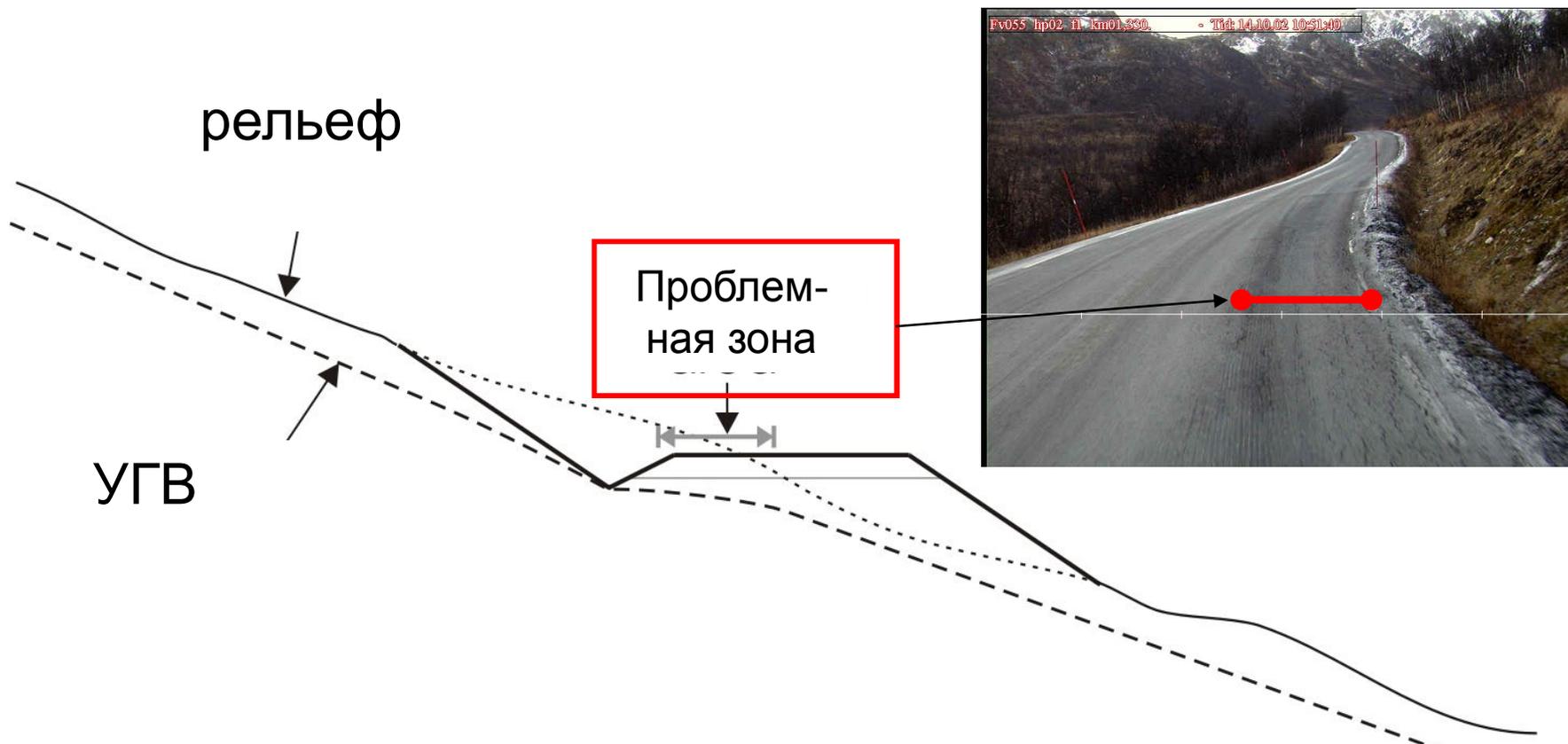
Водоотвод – **основная проблема** дорог Северной Периферии!



This Project is financed by EU



Особая проблема обеспечения водоотвода на дорогах в Северной Периферии: Дороги на косогорах (полунасыпь-полувыемка)

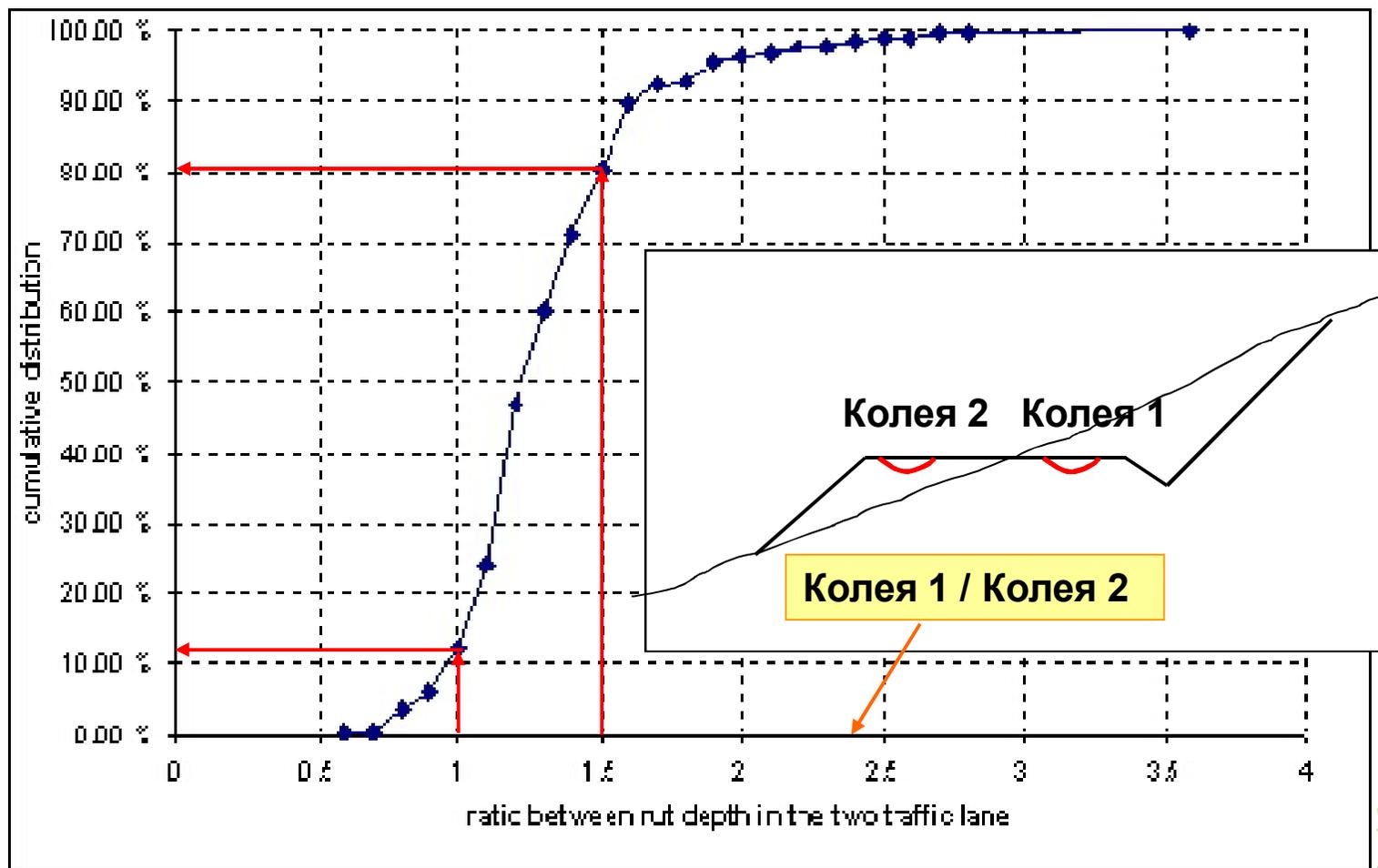


This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Кумулятивное распределение соотношения глубины колеи на дренируемой и недренируемой полосе движения



Влияние неудовлетворительного водоотвода на состояние покрытия: Теоретические расчеты:

Экспериментальные расчеты на основе Шведского Руководства по проектированию дорог

Дорожная конструкция

110 мм битумосодержащий
слой износа

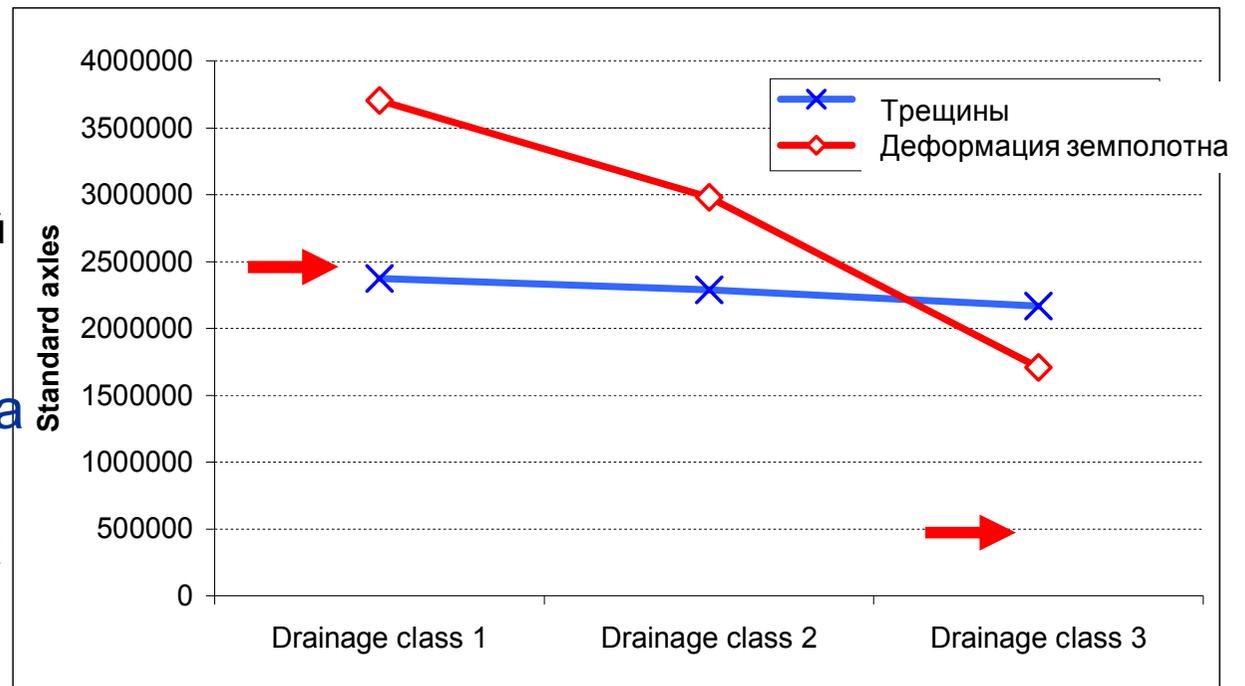
120 мм черный щебень

800 мм старый нижний слой
основания из гравия

Земполотно: суглинок

Повышение качества
содержания
водоотвода с класса
3 до 1

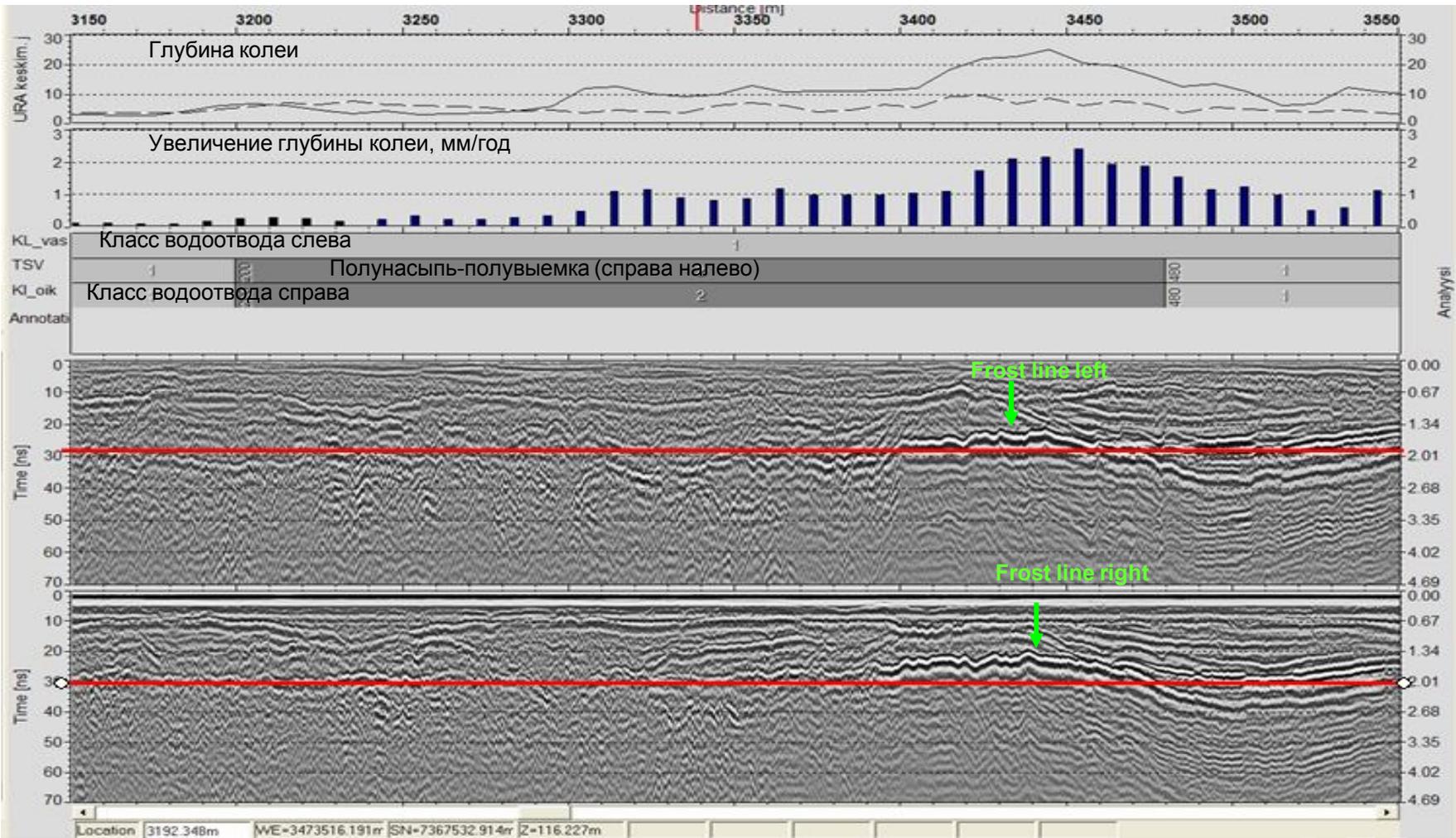
Увеличение срока
службы примерно в
2,2 раза.



This Project is financed by EU



Водоотвод, морозное пучение и колеиность: пример на а/д 81



This Project is financed by EU



Глубина промерзания и водоотвод

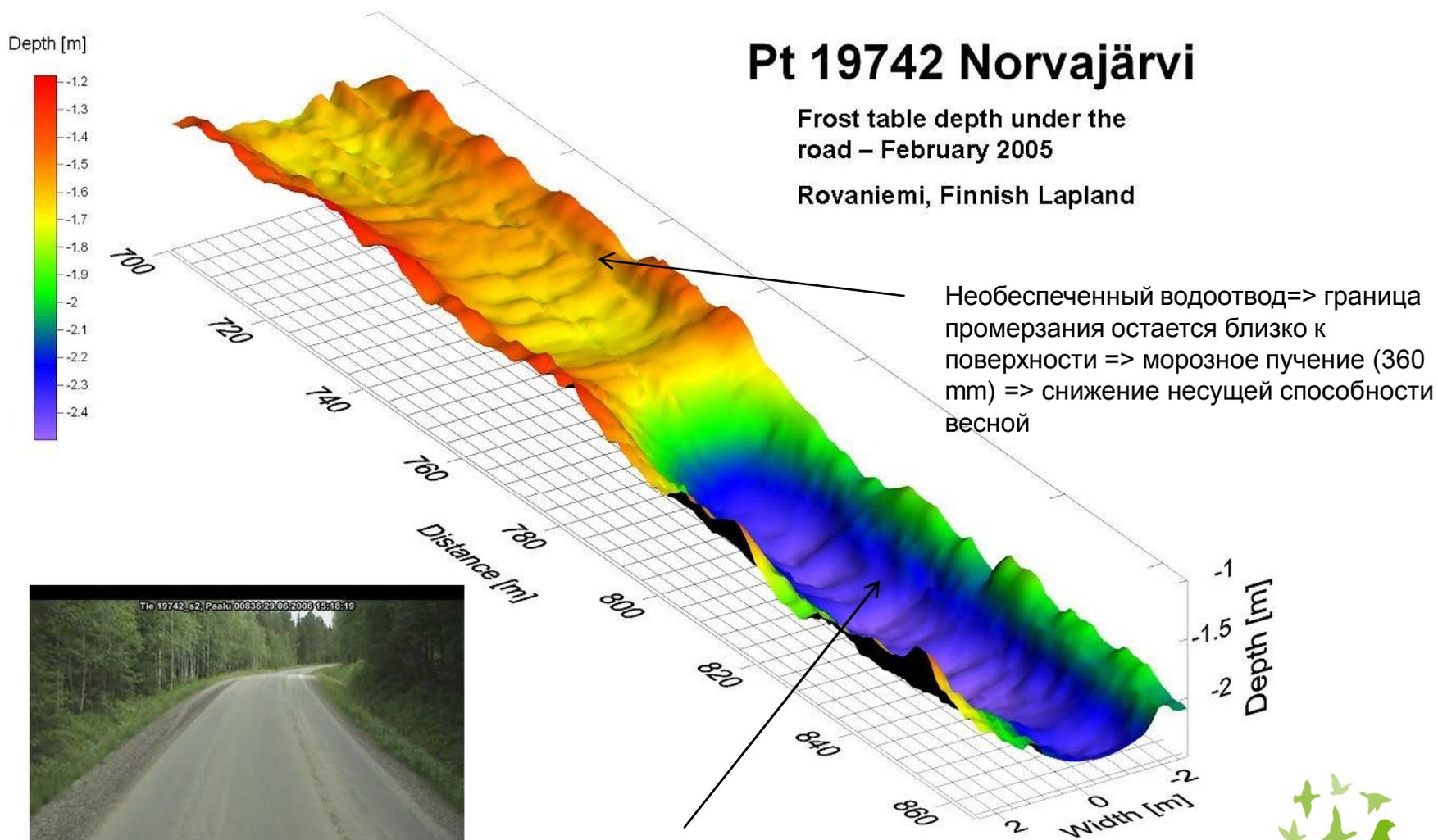


Image from 836 m backwards



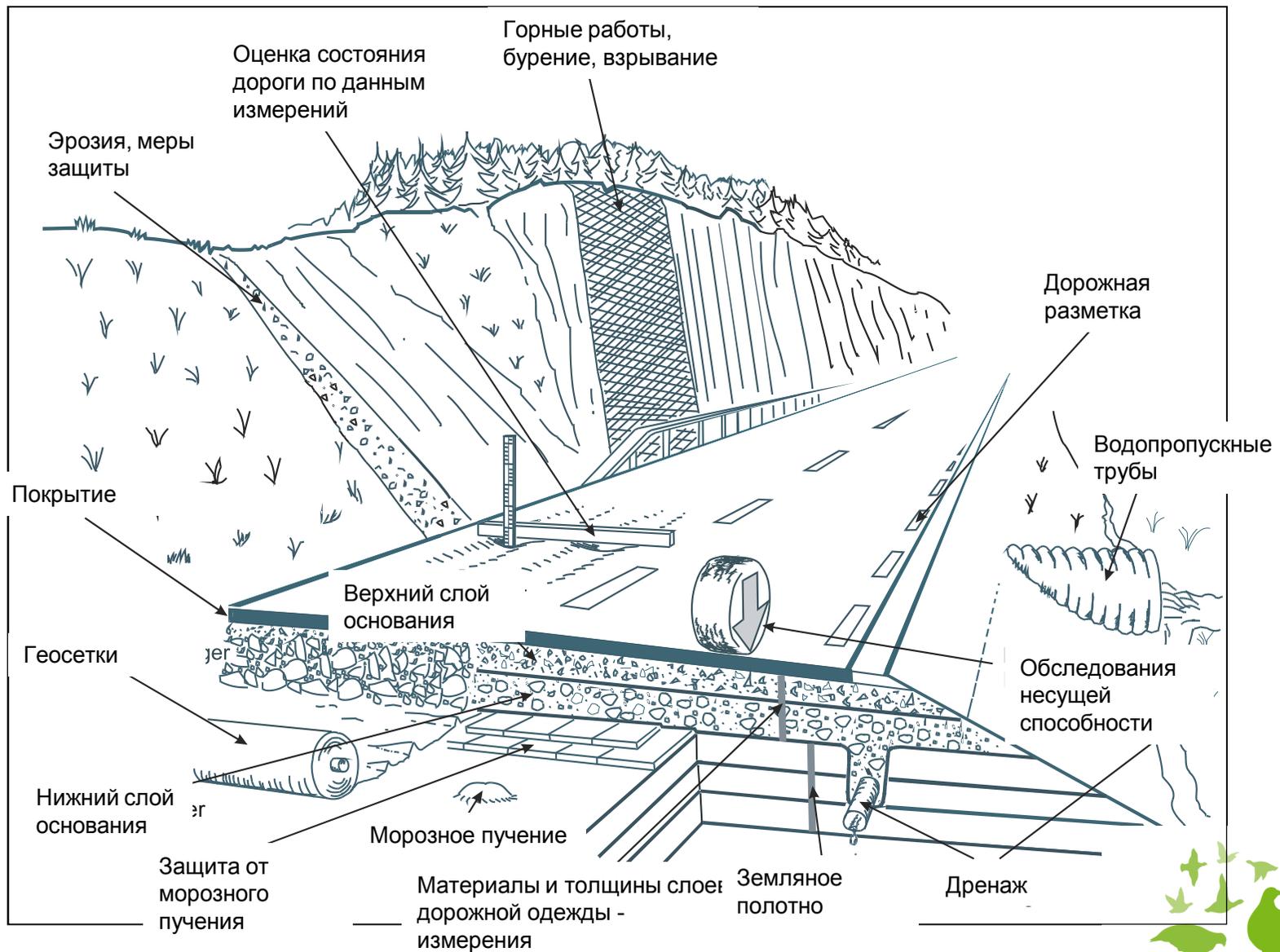
Berntsen and Saarenketo 2005

| Состояние водоотводной системы | Классы водоотвода ¹⁾ | Коэффициент – увеличение срока службы за счет улучшения системы водоотвода |
|--|---------------------------------|--|
| <p><i>Группа 1</i> Водоотвод не функционирует (или система водоотвода отсутствует). Наличие водочувствительных материалов в дорожной одежде и грунтах земляного полотна. Очень высокий УГВ. Расположение дороги в низинах или наличие горной породы блокирует свободный поток грунтовых вод. Чаше локальные участки.</p> | >3 | > 2,5 |
| <p><i>Группа 2</i> Водоотвод не функционирует, материалы дорожной одежды и грунты земляного полотна менее чувствительны к воде, чем в группе 1. Система водоотвода работает неудовлетворительно из-за недостаточного содержания (боковые канавы и трубы не чистятся) и наличия чувствительных к воде материалов.</p> | 3 | 2-2,5 |
| <p><i>Группа 3</i> Водоотвод функционирует плохо из-за недостатка содержания (канавы и водопропускные трубы не чистятся). Материалы дорожной одежды и грунты земляного полотна менее чувствительны к воде.</p> | 2 | 1,5-2 |
| <p><i>Группа 4</i> Водоотвод функционирует неудовлетворительно из-за недостатка содержания или стандарты содержания занижены.</p> | 1-2 | 1-1,5 |

This Project is financed by EU

1) Сравнение классов водоотвода согласно шведскому руководству по проектированию.

Компоненты системы водоотвода!

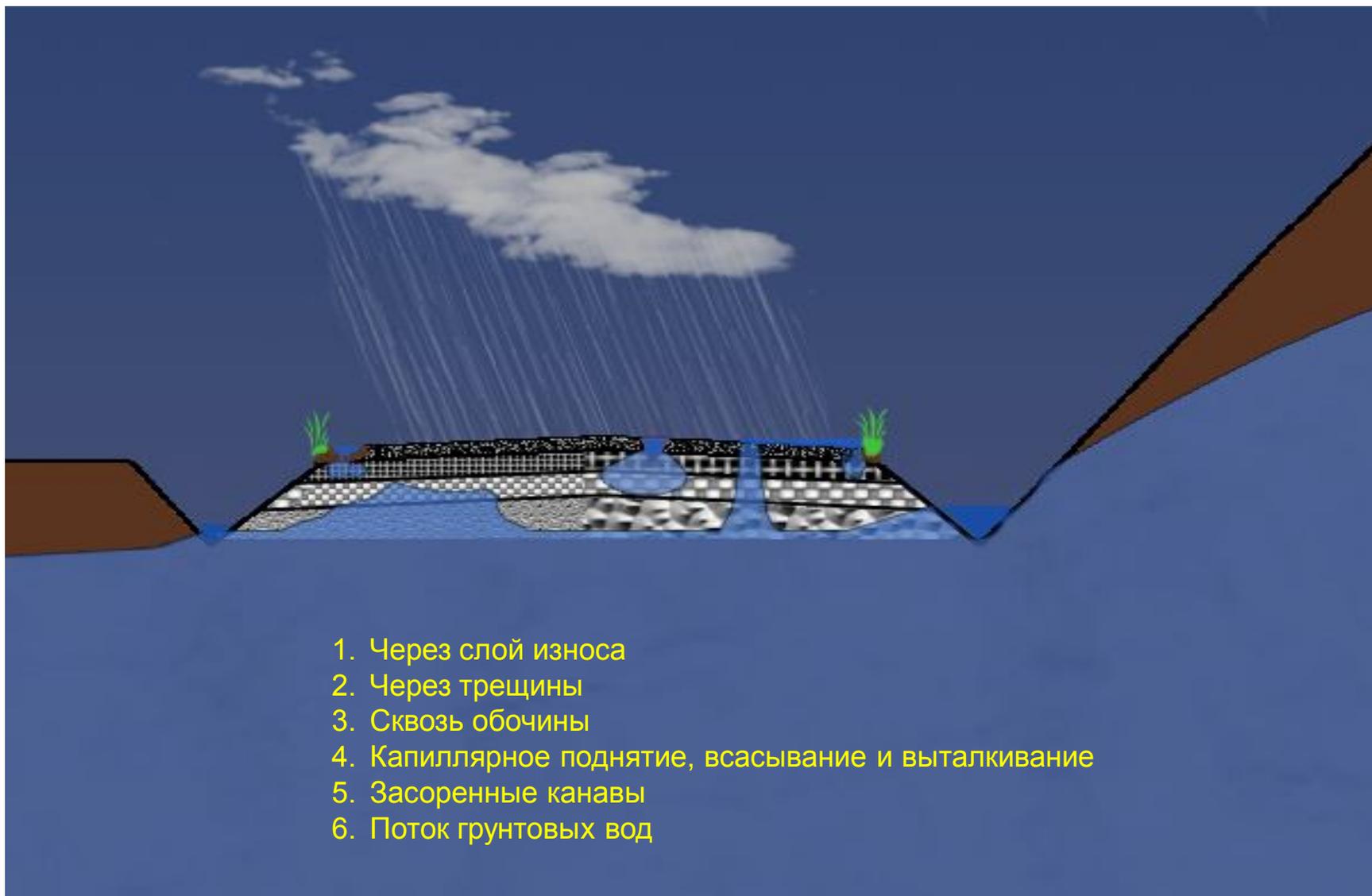


This Project is financed by EU

Рисунок предоставлен Шведской дорожной администрацией

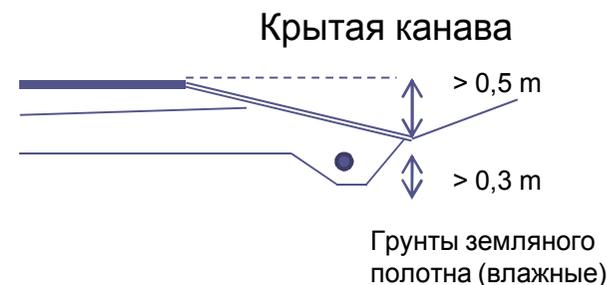
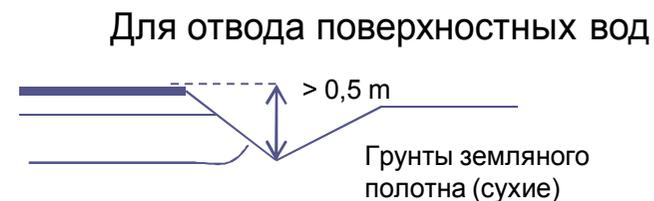
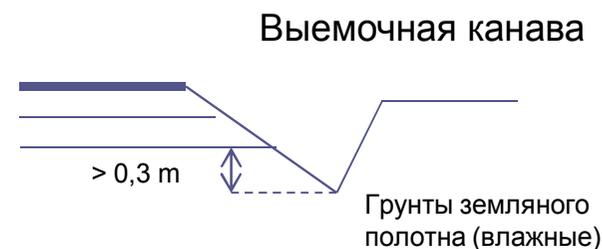


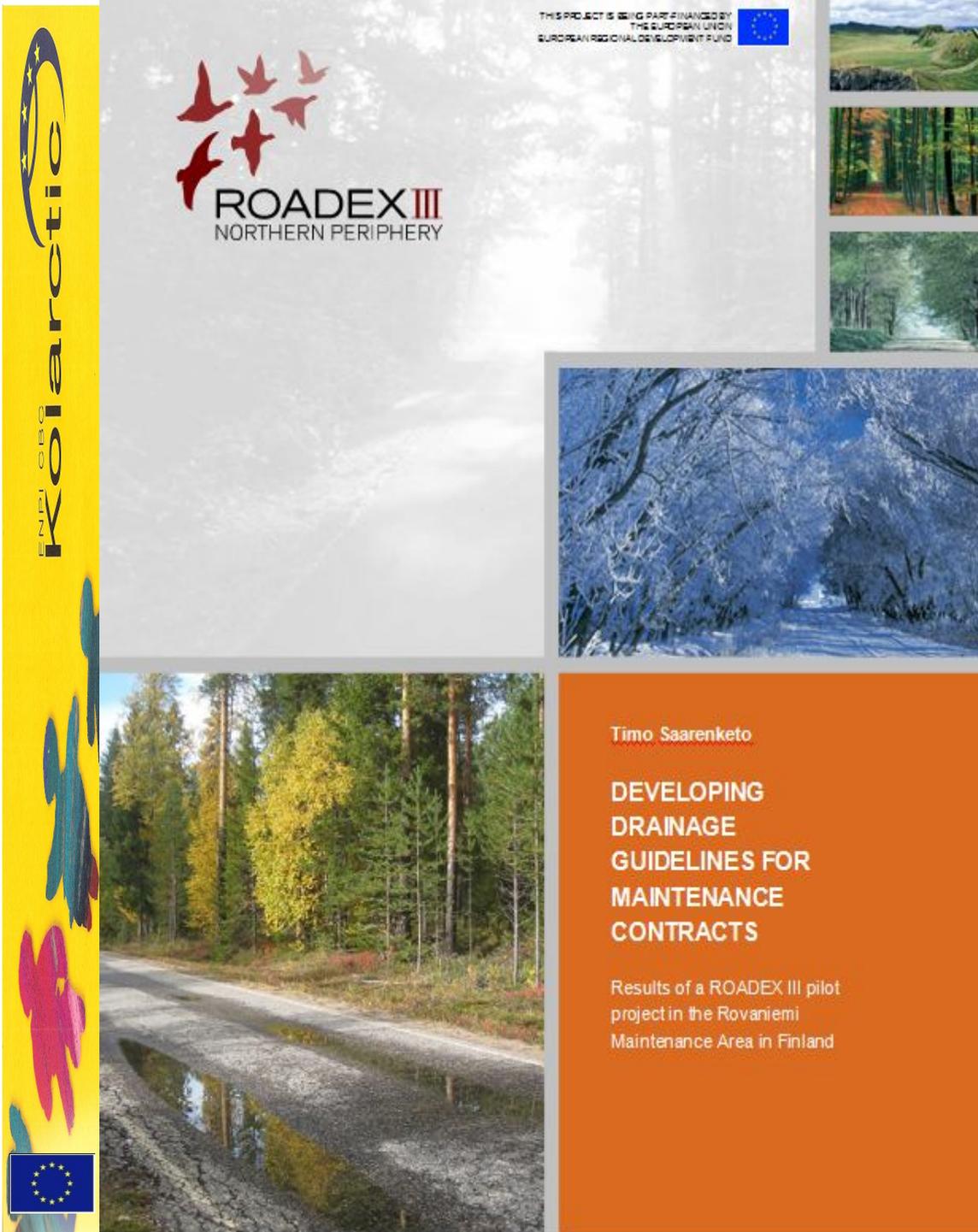
Как вода проникает в дорожную конструкцию?



Три основных типа боковых канав!

- **Выемочная канава** устраивается при влажных грунтах земляного полотна. Дно канавы должно располагаться не менее чем на 0,3м ниже подошвы дорожной одежды
- **Канавы для отвода поверхностных вод** устраиваются при сухих грунтах земляного полотна. Дно канавы должно располагаться не менее чем на 0,5м ниже поверхности покрытия
- **Крытые канавы** устраиваются в особых случаях при нестабильности откосов или снижении несущей способности обочин или недостатке места





Отчет Roadex III

Разработка
Руководства по
обеспечению
водоотвода в рамках
контрактов по
содержанию

Результаты пилотного
проекта ROADEX III в
округе Рованиеми,
Финляндия

Руководство по водоотводу – цели проекта:

Реализация новых политик и технологий в области водоотвода

- Новая модель управления водоотводом для контрактов по содержанию дорог
- Новые техники анализа водоотвода для дорог с твердым покрытием и гравийных
- Анализ состояния водоотвода на сети дорог в Рованиеми
- Стандарты для контрактов по содержанию
- Оценка влияния неудовлетворительного водоотвода на затраты в течение срока службы дорог с твердым покрытием и гравийных
- Какой объем инвестиций необходим для улучшения водоотвода, обеспечивая при этом экономическую эффективность вложений
- Тестирование нового руководства в процессе заключения контрактов на содержание дорог в округе Рованиеми 2007 - 2012



This Project is financed by EU

Технологии обследований для анализа водоотвода в 2005 и 2006



2 цифровых видеокамеры

GPS

Аудио-комментарий о классе водоотвода, состоянии канав и профиле дороги

Предварительная классификация с использованием компьютерной клавиатуры



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Новая система RD CamLink (Дорожный доктор) для обследований водоотводной системы и выявления разрушений покрытий

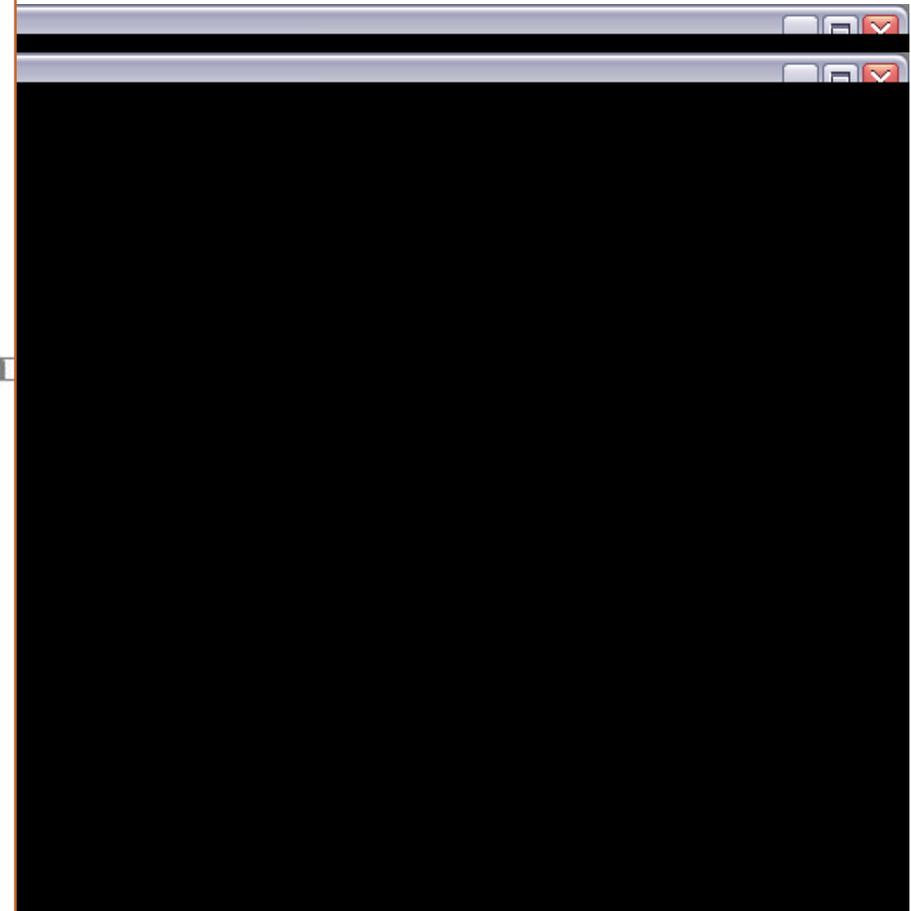
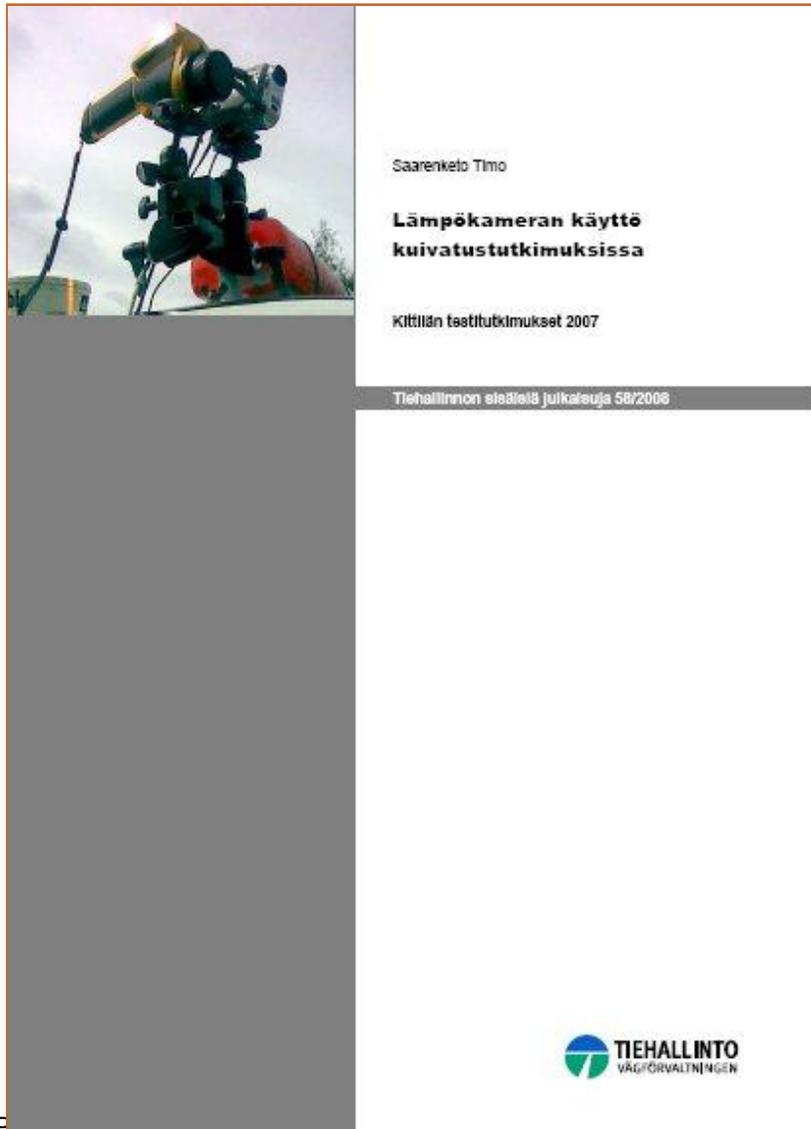


This Project is financed by EU



ROADDEX
Implementing Accessibility

Новые эксперименты: анализ состояния водоотвода и термальные камеры



This Project has received funding from the European Union under the ENPI CBC Kolarotio

Визуальная классификация состояния водоотвода дорог с твердым покрытием

Класс 1: Хорошее состояние водоотвода



Описание:

Водоотвод функционирует бесперебойно. Поперечный профиль дороги не изменен, вода стекает с покрытия в канавы беспрепятственно.



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Визуальная классификация состояния водоотвода дорог с твердым покрытием

Класс 2: Адекватное состояние водоотвода



Описание:

Возможны незначительные изменения поперечного профиля. Обочина может зарости травой, препятствующей свободному стеканию воды в канавы.

Растительность в канавах создает помехи для потока воды, в результате образуются «дамбы». Сползание небольшого количества грунта с откосов в канаву повышает уровень дна, замедляет поток и повышает УГВ.



Визуальная классификация состояния водоотвода дорог с твердым покрытием

Класс 3: Неудовлетворительное состояние водоотвода



Описание:

Деформации и разрушения в поперечном профиле. Обочины могут возвышаться над дорогой и/или зарости травой, что приводит к застаиванию воды на покрытии.

Растительность в канавах препятствует оттоку воды, образуются наносы-дамбы. Грунт сползает по откосам в канаву и блокирует водоток. Засоренные трубы и канавы не позволяют отводить воду от дороги.



This Project is financed by EU

Визуальная классификация состояния водоотвода гравийных дорог

Класс 1: Хорошее состояние водоотвода



Описание:

Водоотвод функционирует безотказно.

Поперечный профиль дороги сохраняет свою форму, поверхностные воды стекают с покрытия в канавы без помех. Вода свободно течет по боковым канавам по уклону.

Визуальная классификация состояния водоотвода гравийных дорог

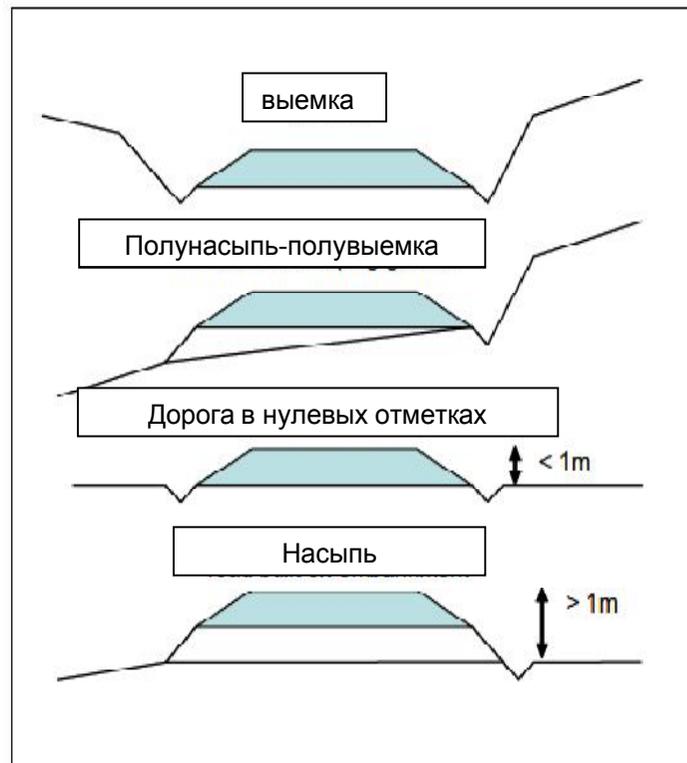
Класс 3: Неудовлетворительный водоотвод



Описание:

Деформации и разрушения в поперечном профиле. На обочинах возможны продольные и поперечные возвышения и/или растительность, препятствующие свободному стоку поверхностных вод. В результате вода скапливается на проезжей части или на обочинах. Растительность в канавах препятствует свободному стоку воды. Неустойчивые грунты обрушиваются с откосов боковых канав в канавы и блокируют сток воды. Засоренные канавы препятствуют отводу воды от дороги.

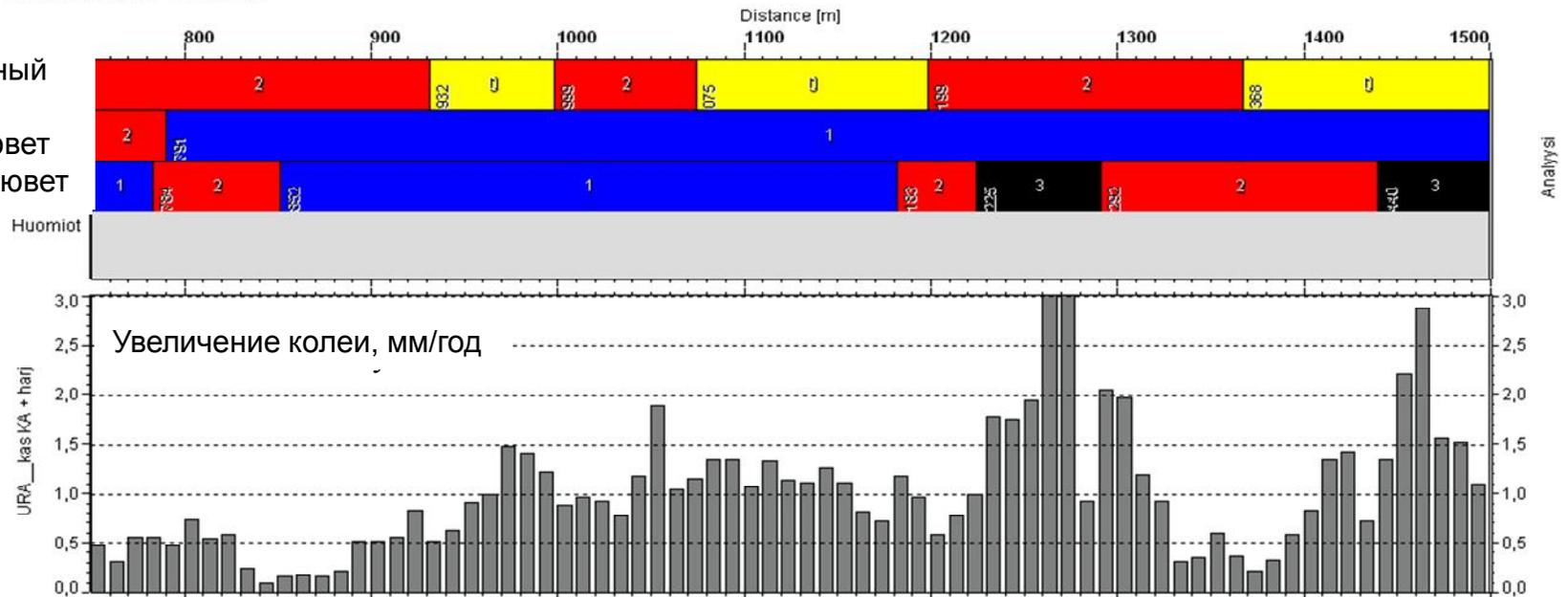
ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ПРОФИЛЕЙ НА ВОДООТВОД



Результаты анализа состояния водоотвода для дорог с твердым покрытием

Project: 14_934_1 Line: 934_2

Продольный профиль
Левый кювет
Правый кювет



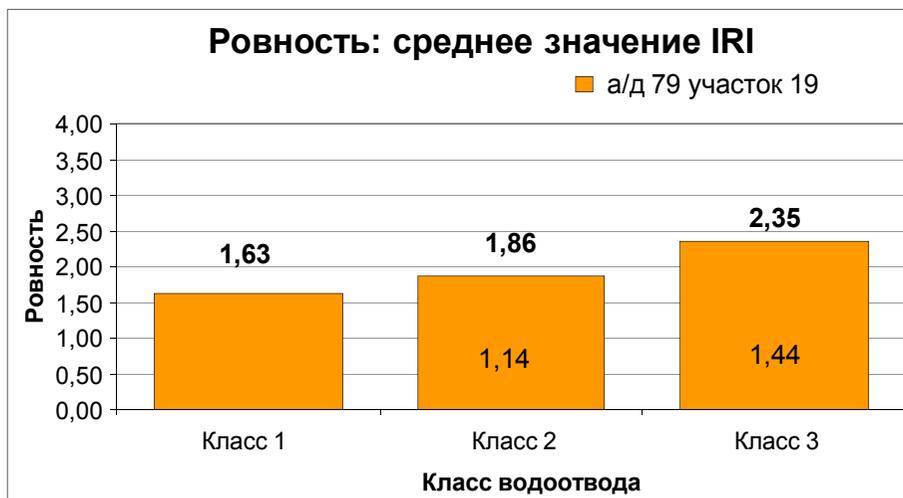
This Project is financed by EU



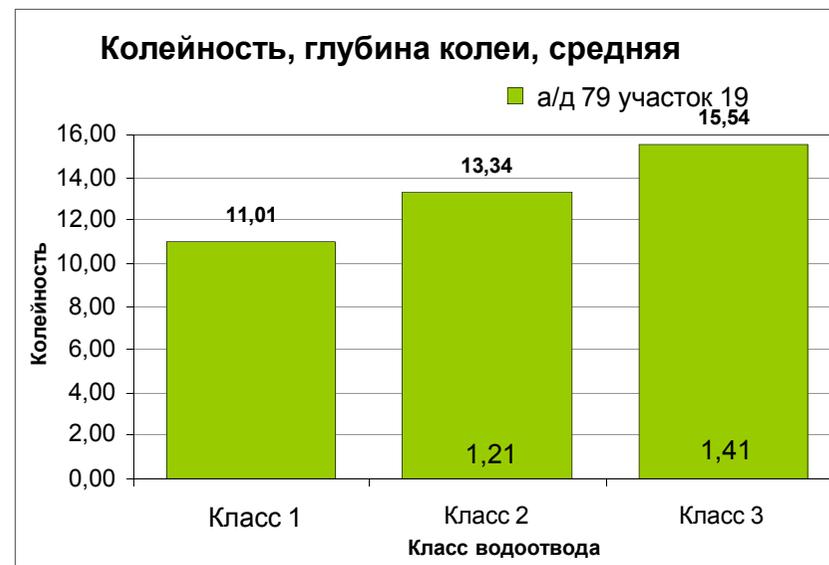
ROADEX
Implementing Accessibility

Статистический анализ, пример: 79_19

Международный показатель ровности IRI



Колейность



Распределение по классам водоотвода:

| Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
|---------------|---------------|---------------|
| 63,5 % | 26,3 % | 10,2 % |
| 3806 | 1576 | 610 |



This Project is financed by EU

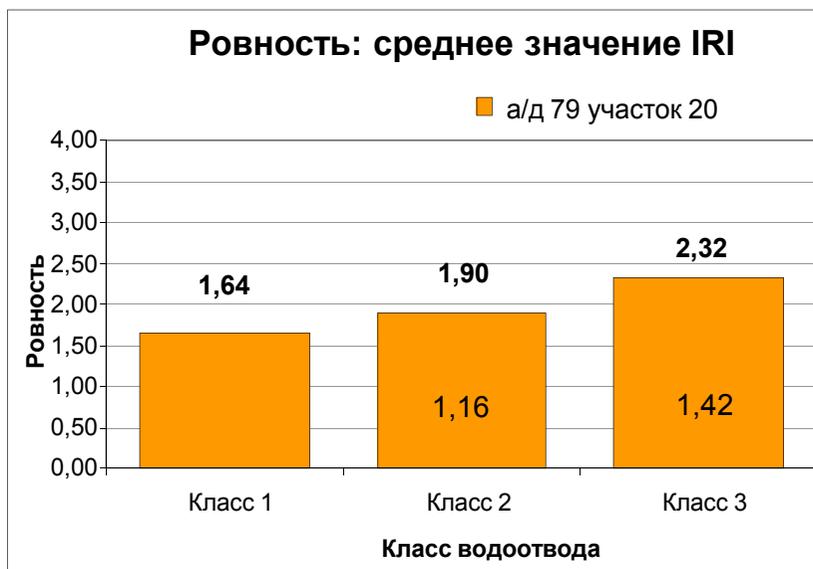


ROADEx
Implementing Accessibility

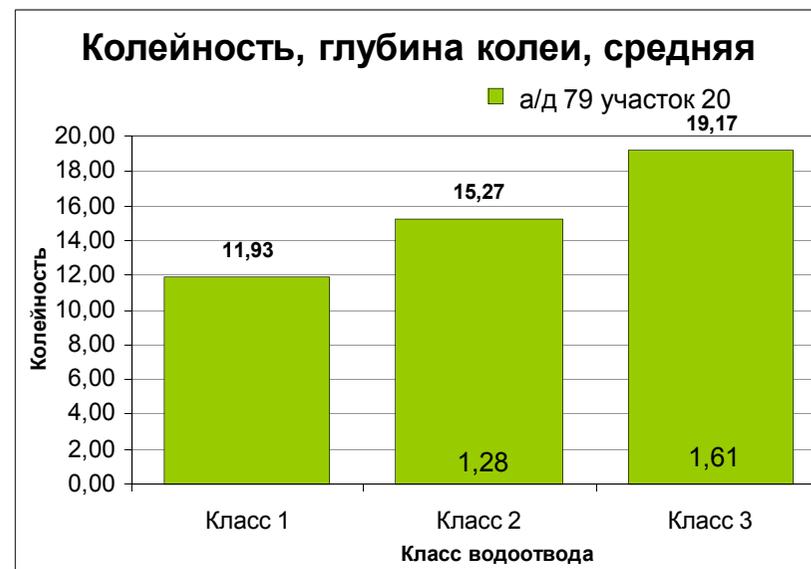


Статистический анализ, пример: 79_20

Международный показатель ровности IRI



Колейность



Распределение по классам водоотвода:

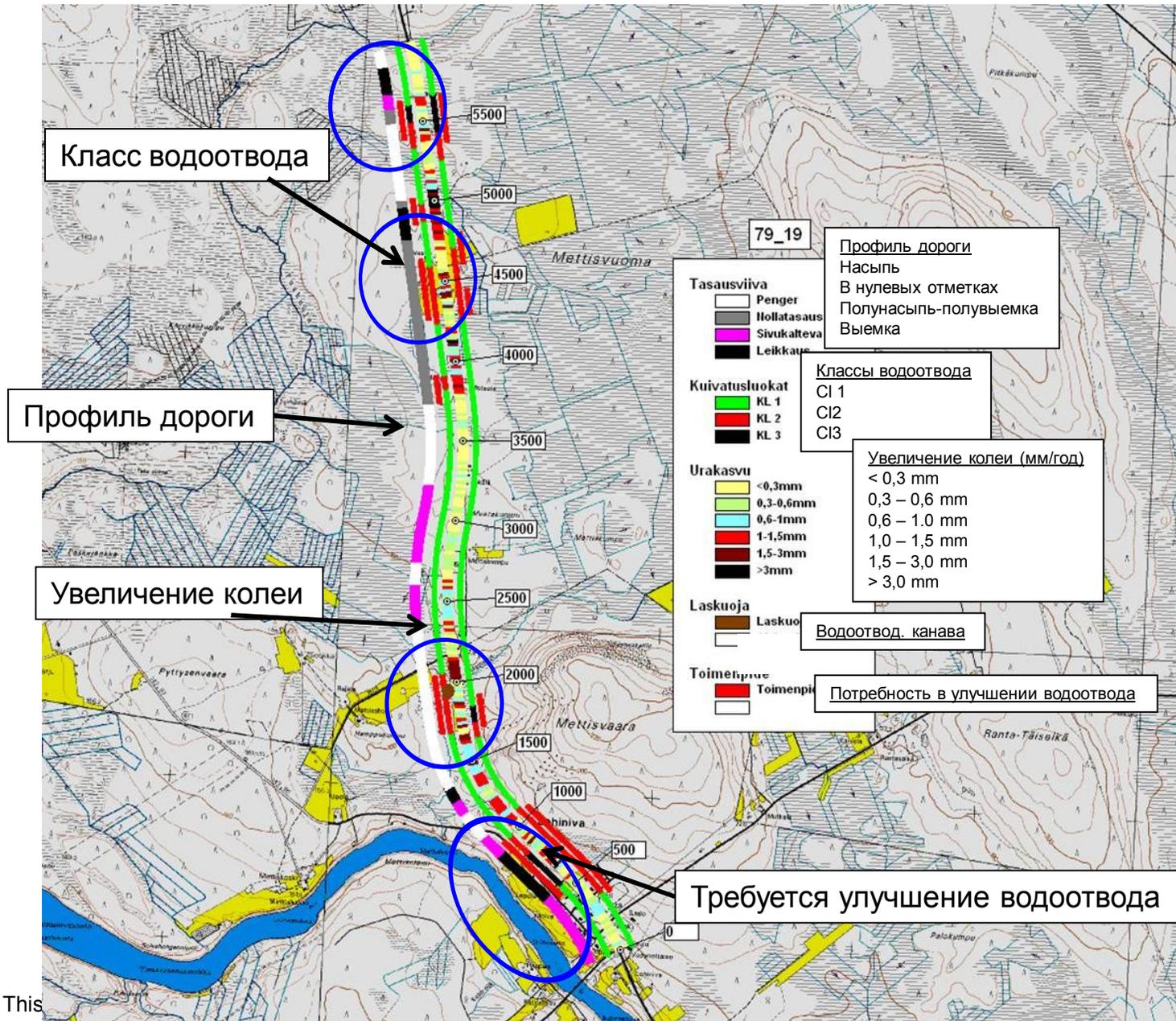
| | | |
|---------------|---------------|--------------|
| Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 |
| 65,0 % | 32,3 % | 2,7 % |
| 4755 | 2360 | 200 |



This Project is financed by EU

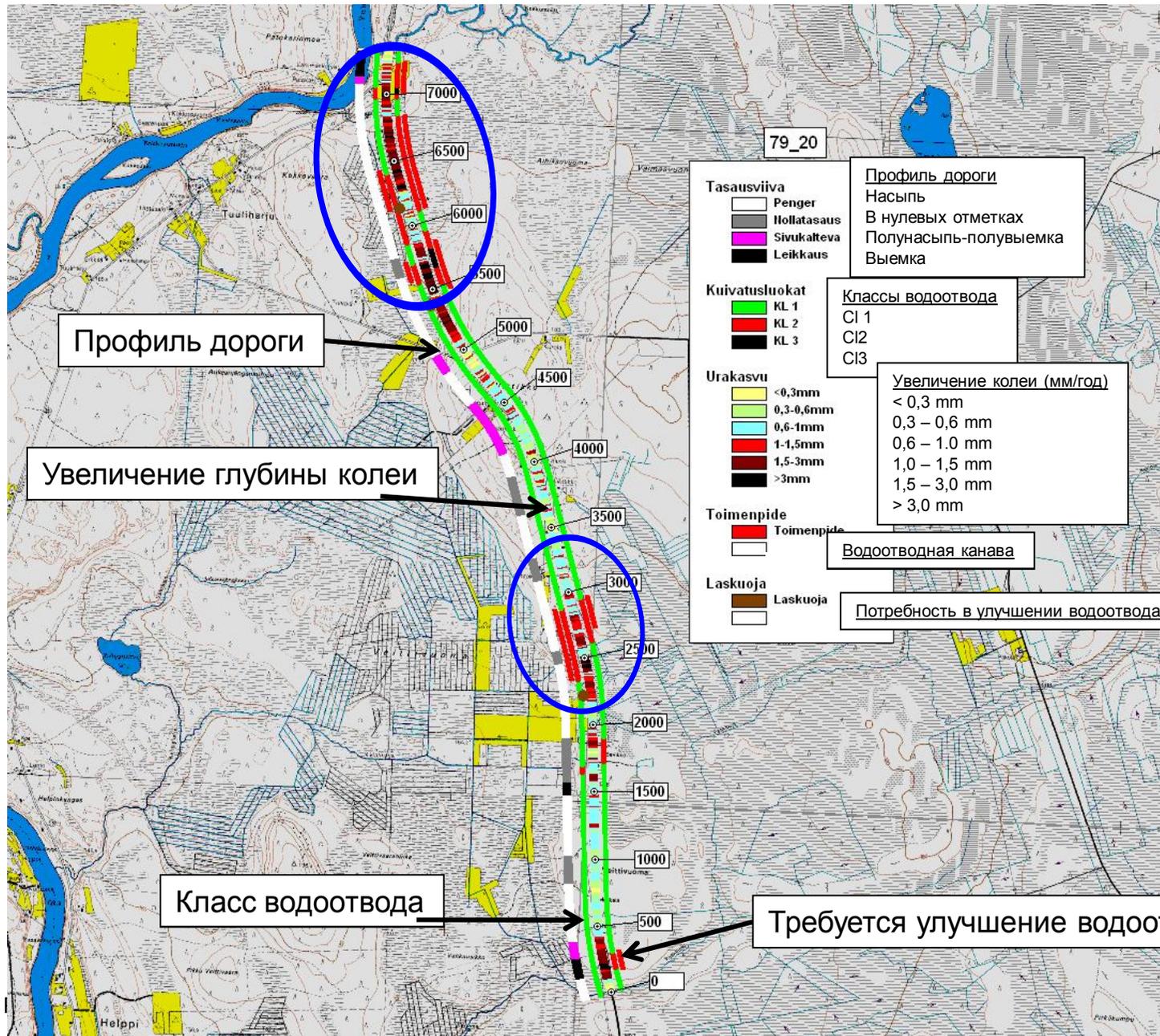


Анализ водоотвода: карта ГИС, а/д 79_19



This

Анализ водоотвода: карта ГИС, а/д 79_20



Профиль дороги

Увеличение глубины колеи

Класс водоотвода

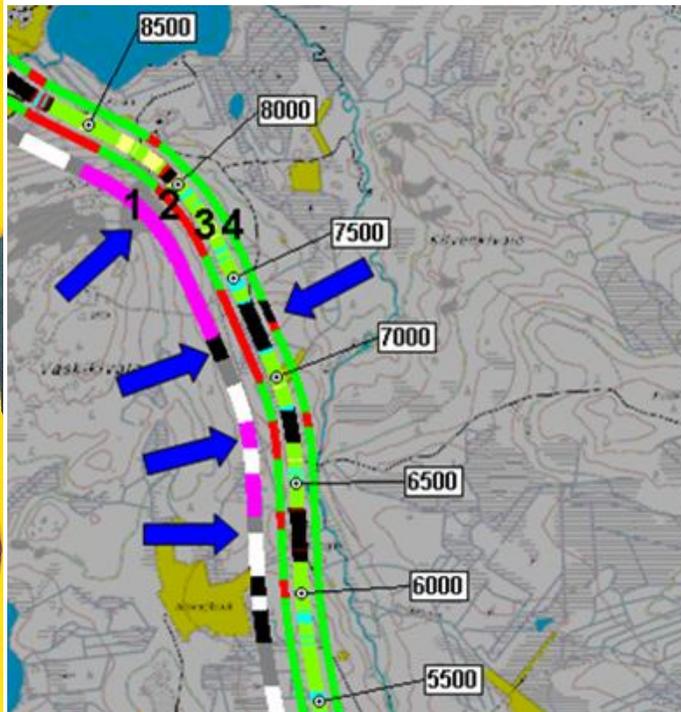
Требуется улучшение водоотвода

This I



Выбор зон с особым классом содержания водоотвода

а) Хорошая корреляция между
колейностью и необеспеченным
водоотводом



б) Хорошая корреляция между
повреждениями покрытия и
необеспеченным водоотводом





Saarenketo Timo

Kuivatus ja Lapin päällystettyjen teiden kunto

Kuivatustutkimuksen loppuraportti

Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 59/2008

Анализ водоотвода на уровне сети в Финляндии и Швеции:

Лапландия

- Рованиеми
- Киттиля
- Кеми
- **Кемиярви**

Центральная Финляндия

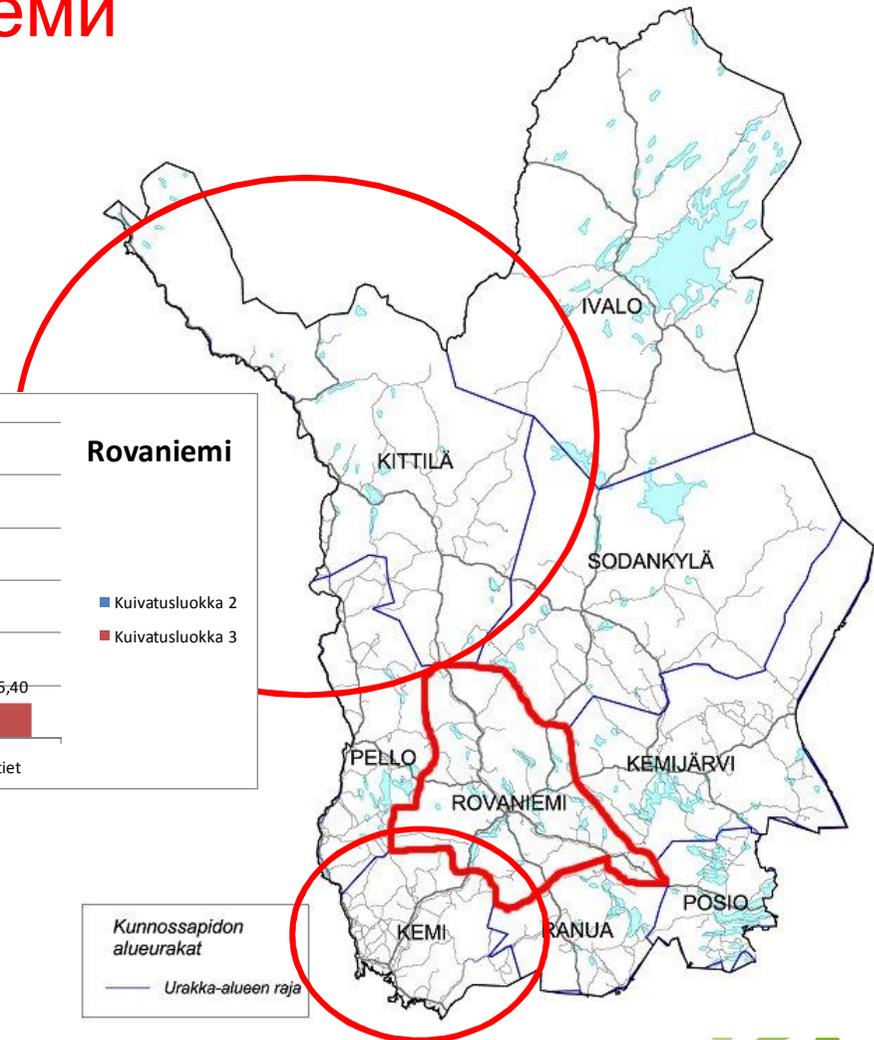
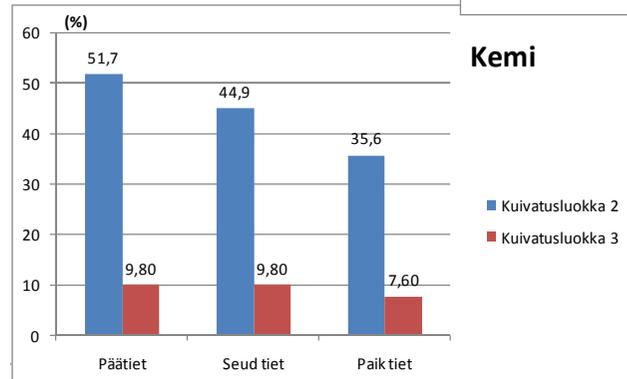
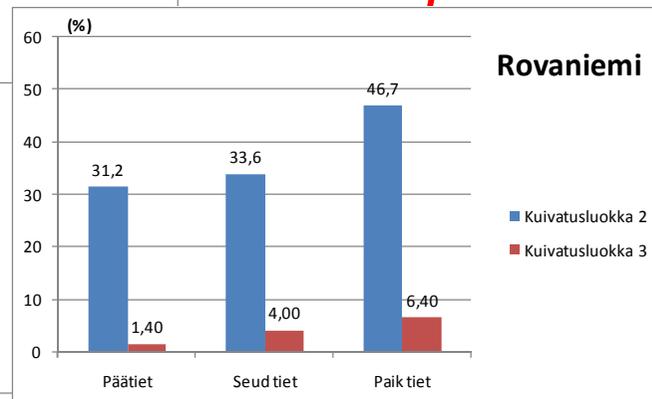
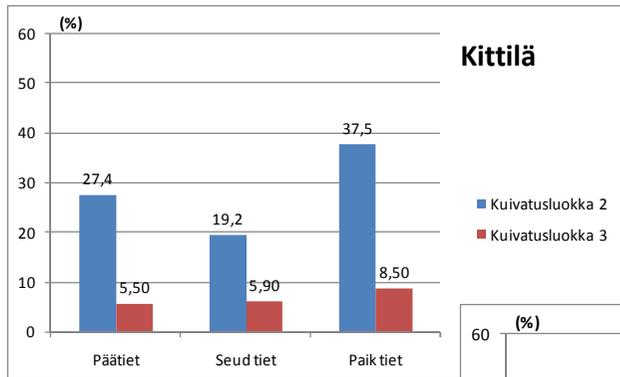
- Карстула

Швеция

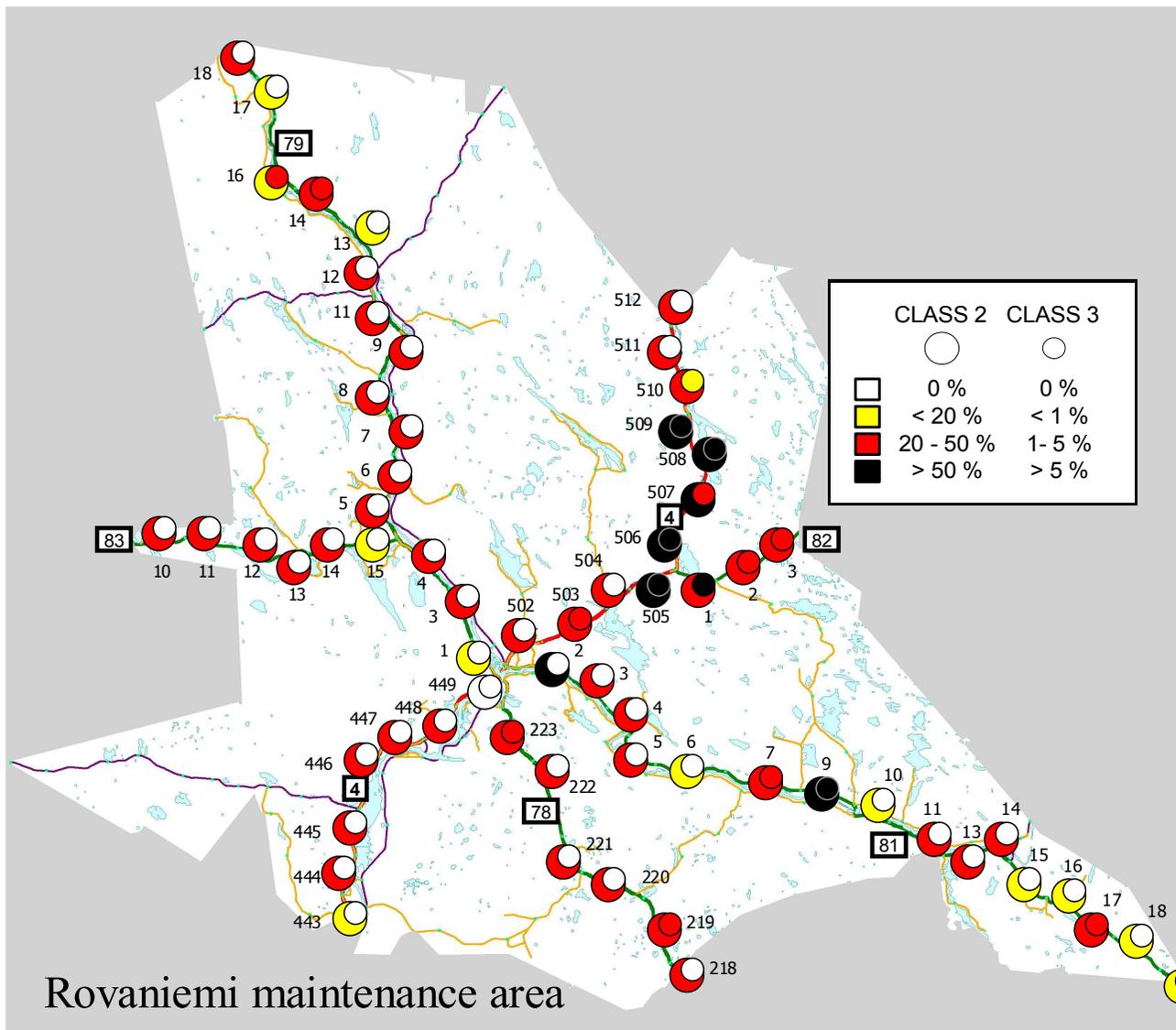
- Шеллефтео
- **Хапаранда-Эверкаликс**
- **Крамфорс**



Анализ водоотвода в районах содержания Рованиеми, Киттиля и Кемпи



Результаты по округу Рованиеми:

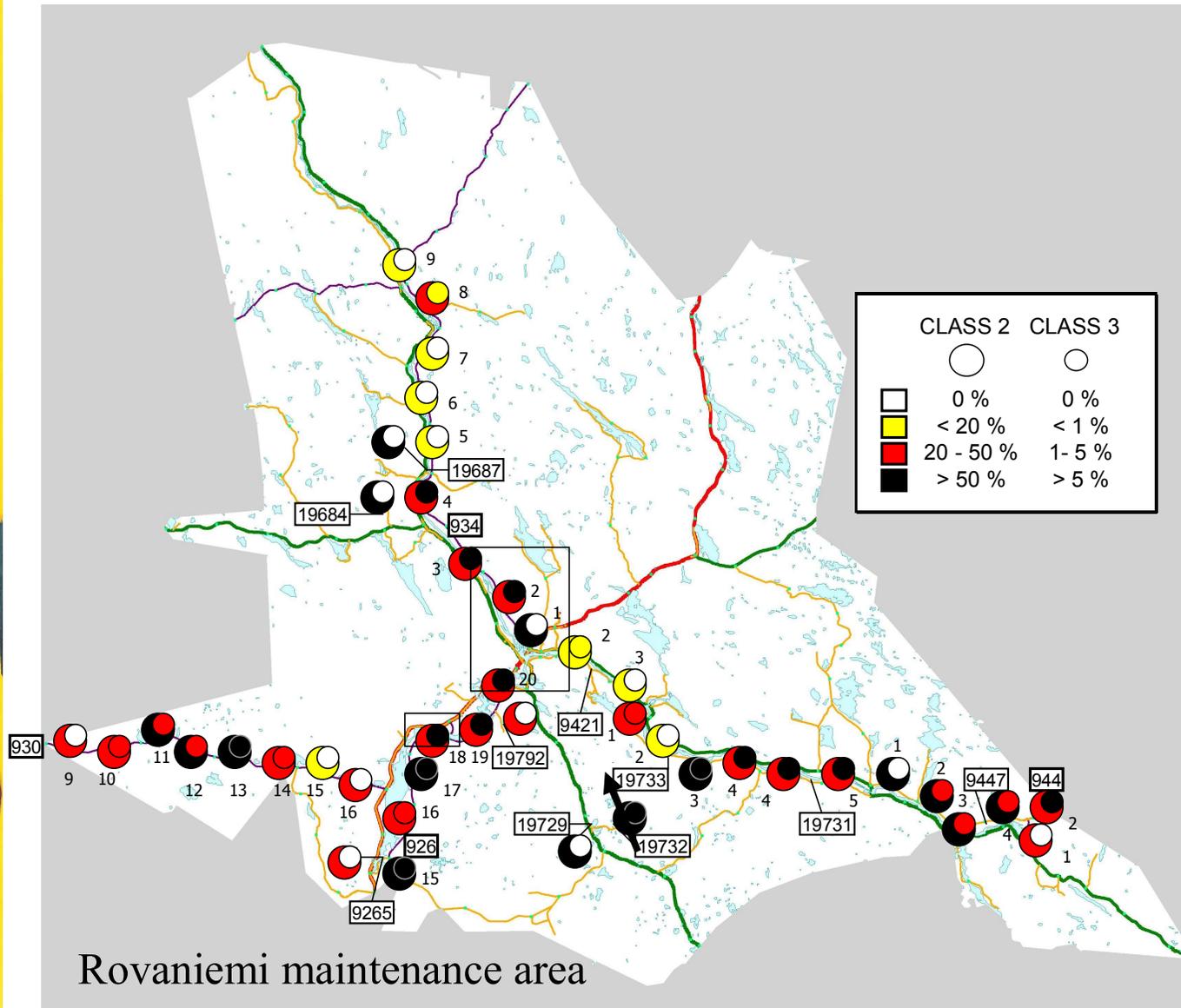


Относительная
доля участков
Классов 2 и 3
водоотвода на
главных дорогах
округа
Рованиеми



This Project is financed by EU

Результаты по округу Рованиеми:



Относительная
доля участков
Классов 2 и 3
водоотвода на
региональных и
местных дорогах
округа
Рованиеми



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Примеры состояния водоотвода на а/д 19733



Блокированная канава



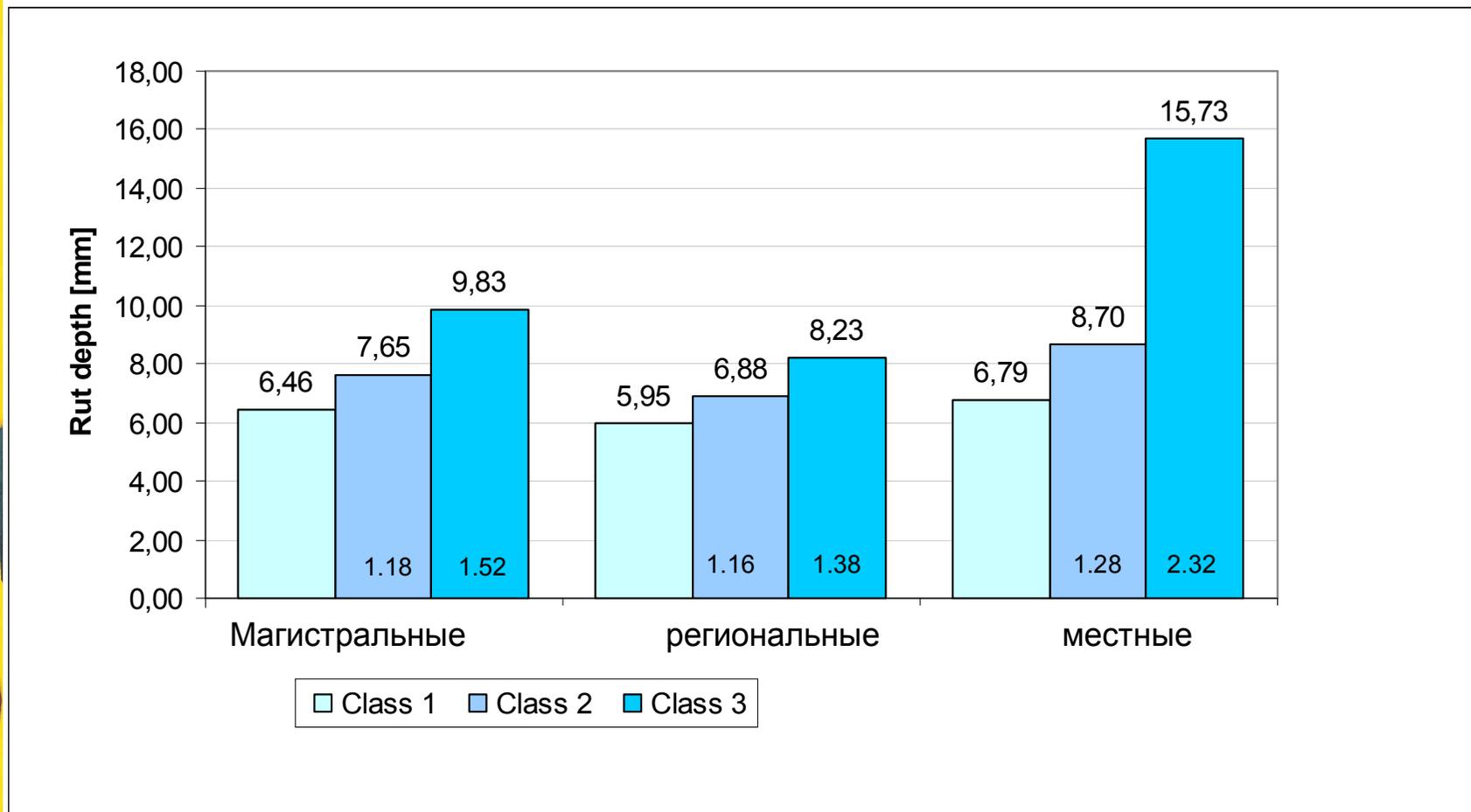
Засоренная водоотводная канава



This Project is financed by EU



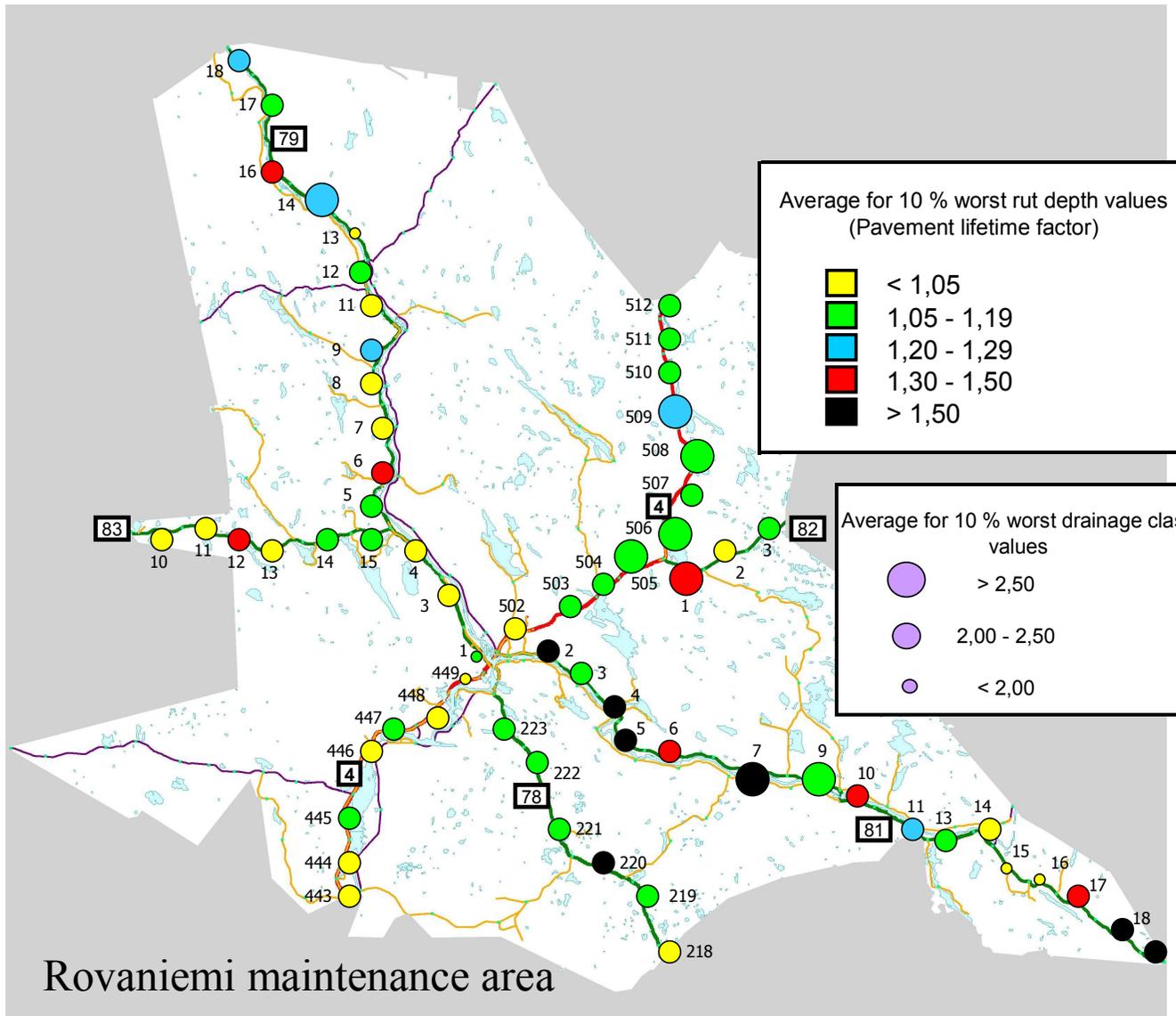
Средние глубины колеи для каждого класса дороги и класса водоотвода



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility



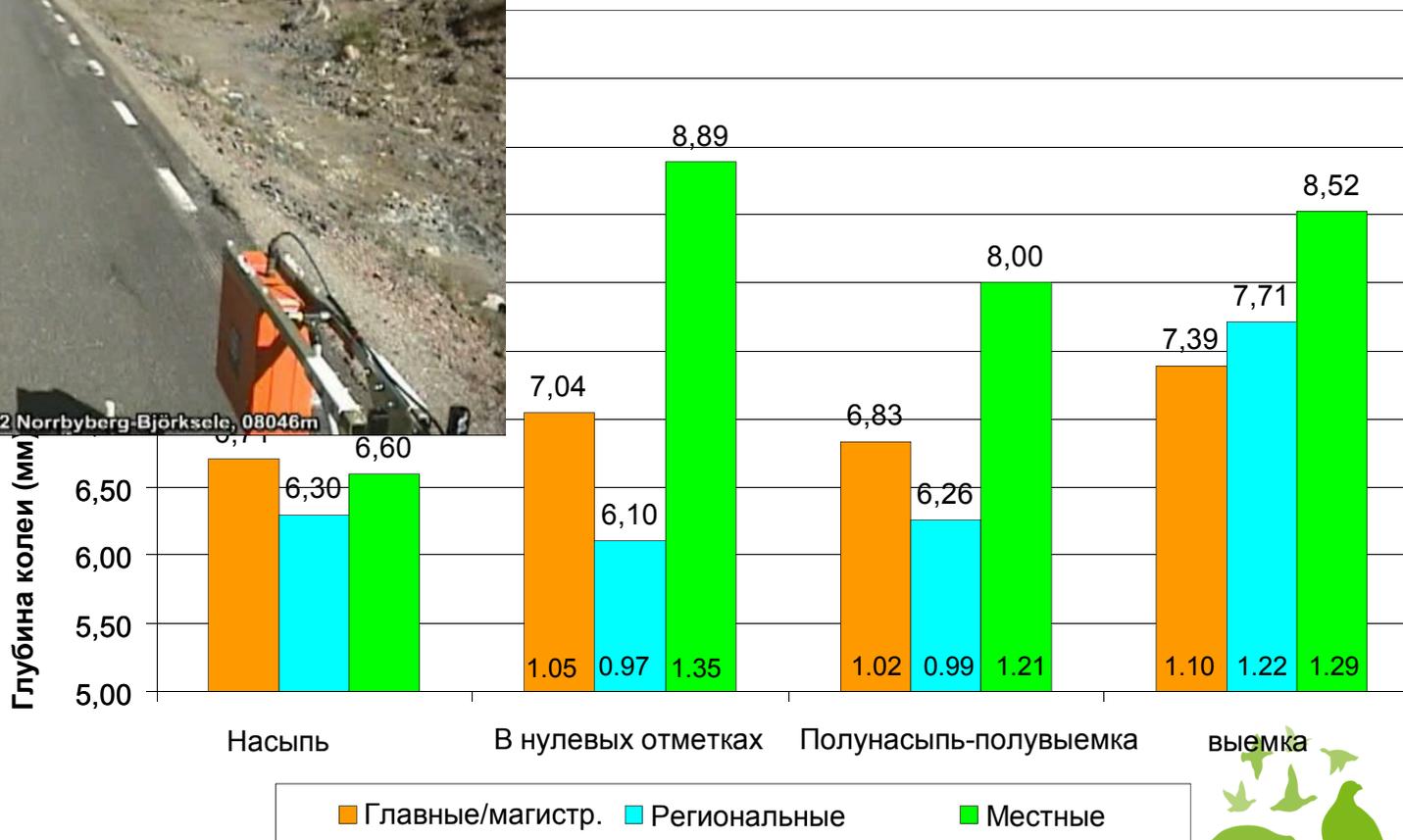
Коэффициент
срока службы
покрытия 10%
наиболее
проблемных
участков
главных дорог
округа
Рованиеми

This Project is financed by EU

Результаты по округу Рованиеми:

Средняя глубина колеи для каждого поперечного профиля и каждого класса дороги

Соотношение глубины в сравнении со средней глубиной колеи на насыпях

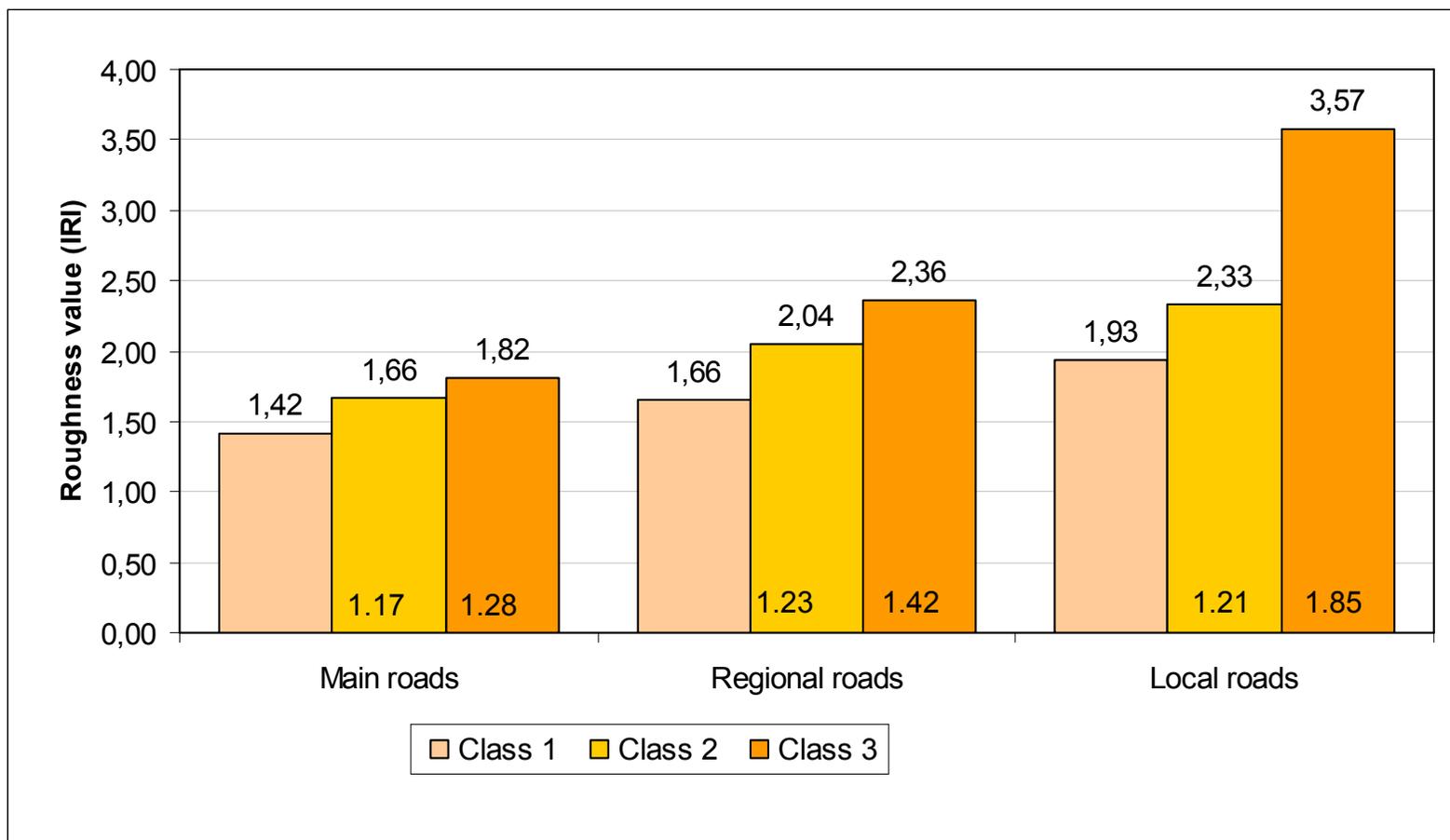


This Project is financed by EU



Результаты по округу Рованиеми:

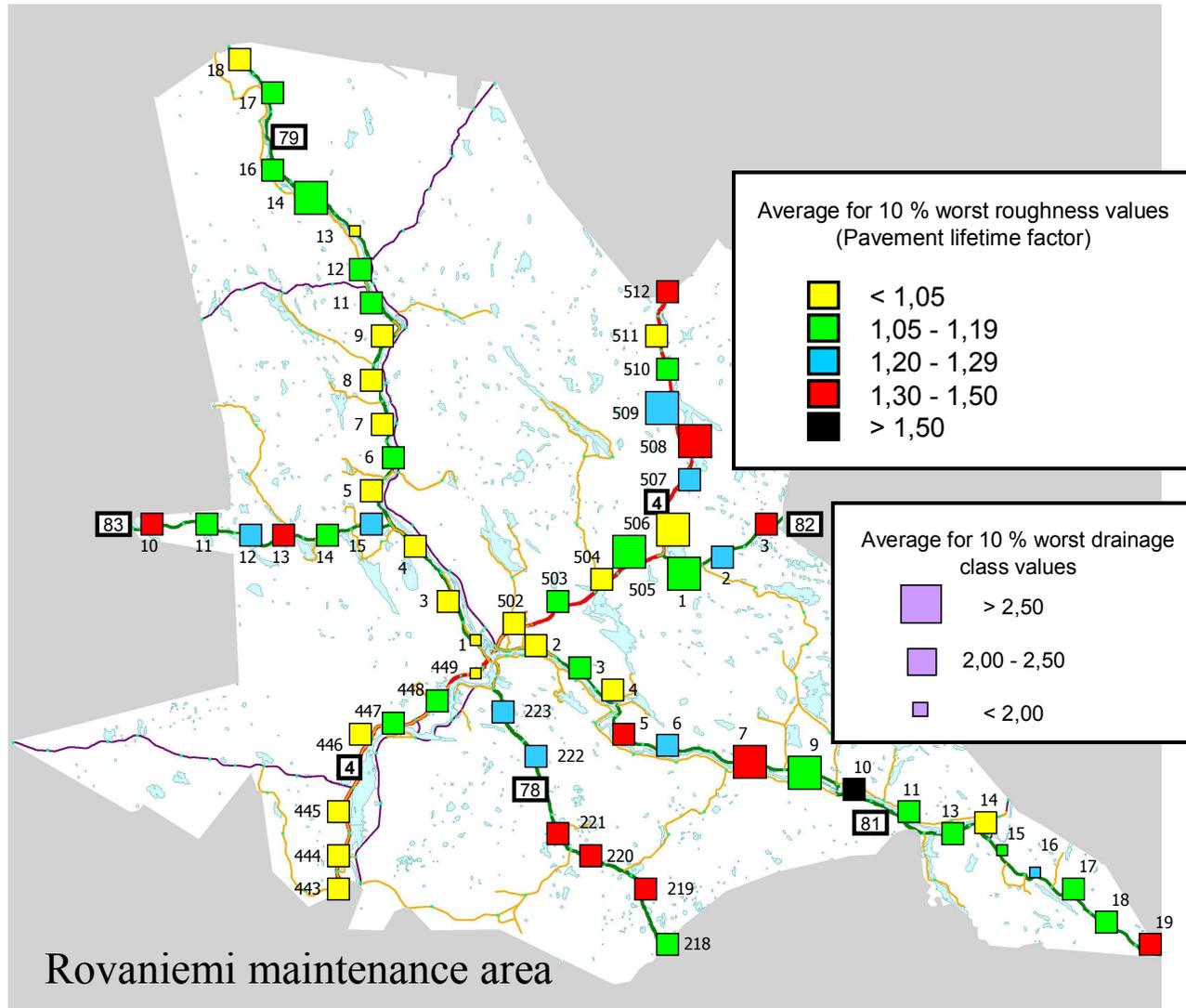
Средние показатели ровности IRI по каждому классу дороги и классу водоотвода



This Project is financed by EU

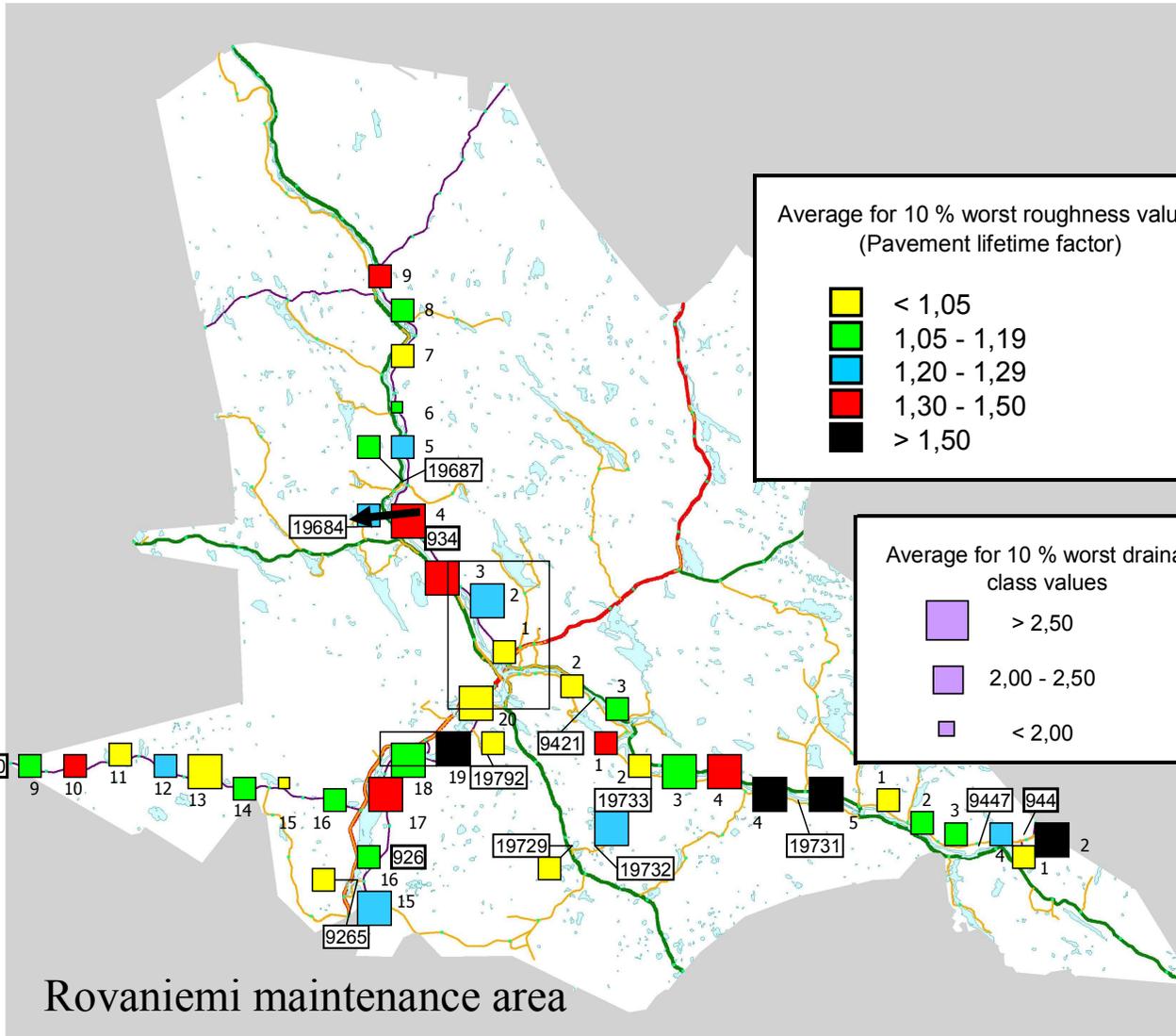
Результаты по округу Рованиеми:

Коэффициент срока службы покрытия (IRI) и усредненное состояние 10% наихудших участков с проблемным водоотводом на главных дорогах округа Рованиеми



This Project is financed by EU





Относительная
доля участков
Классов 2 и 3
водоотвода на
главных дорогах
округа
Рованиеми

Пример влияния неудовлетворительного водоотвода на ухудшение показателей ровности и повреждения покрытия, а/д 934, участок 4

Tic 934, Ticsa 4, Paalu 01150 15.08.2005 10:47:59



Tic 934, Ticsa 4_s1, Paalu 01150 04.05.2006 11:56:15



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

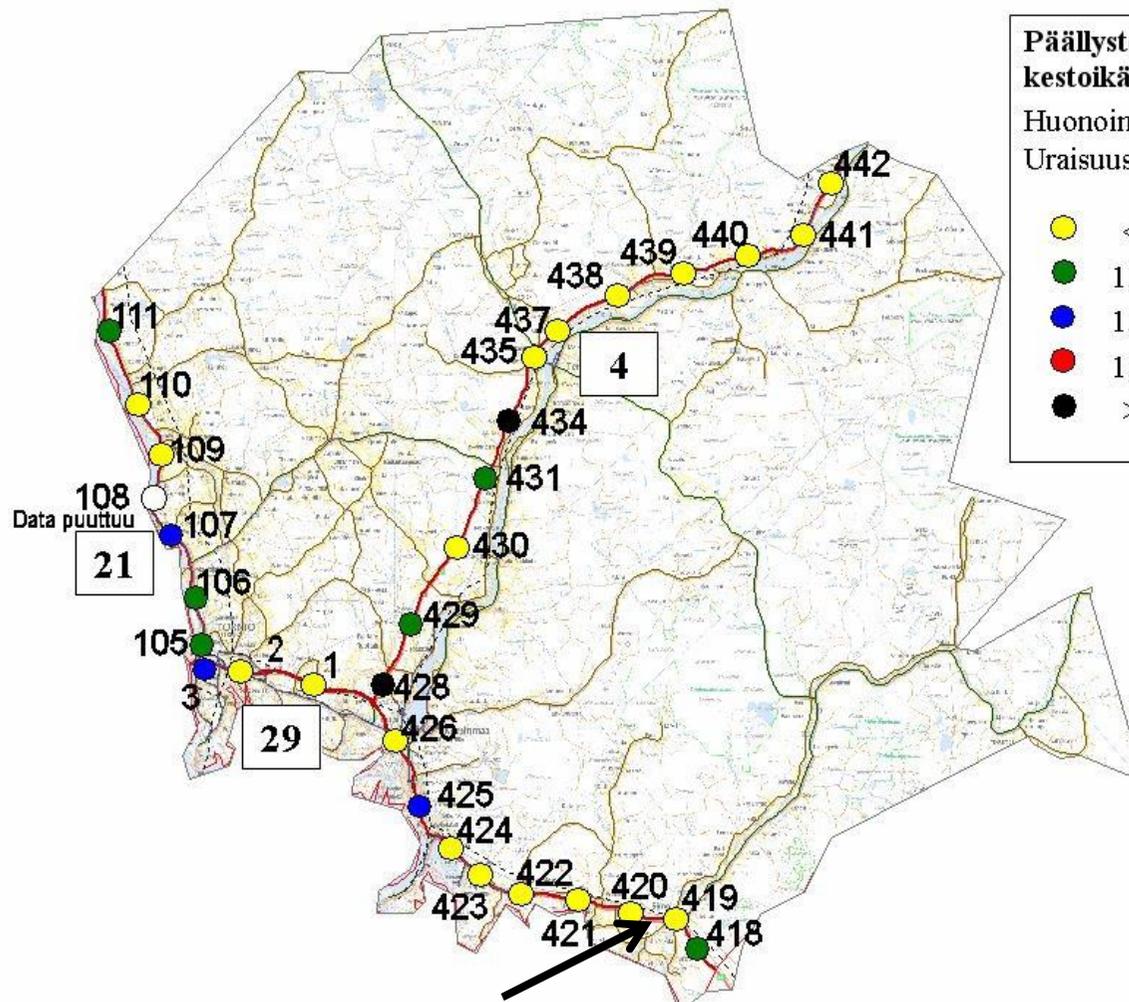
К-т срока службы покрытия для главных дорог окр. Кеми



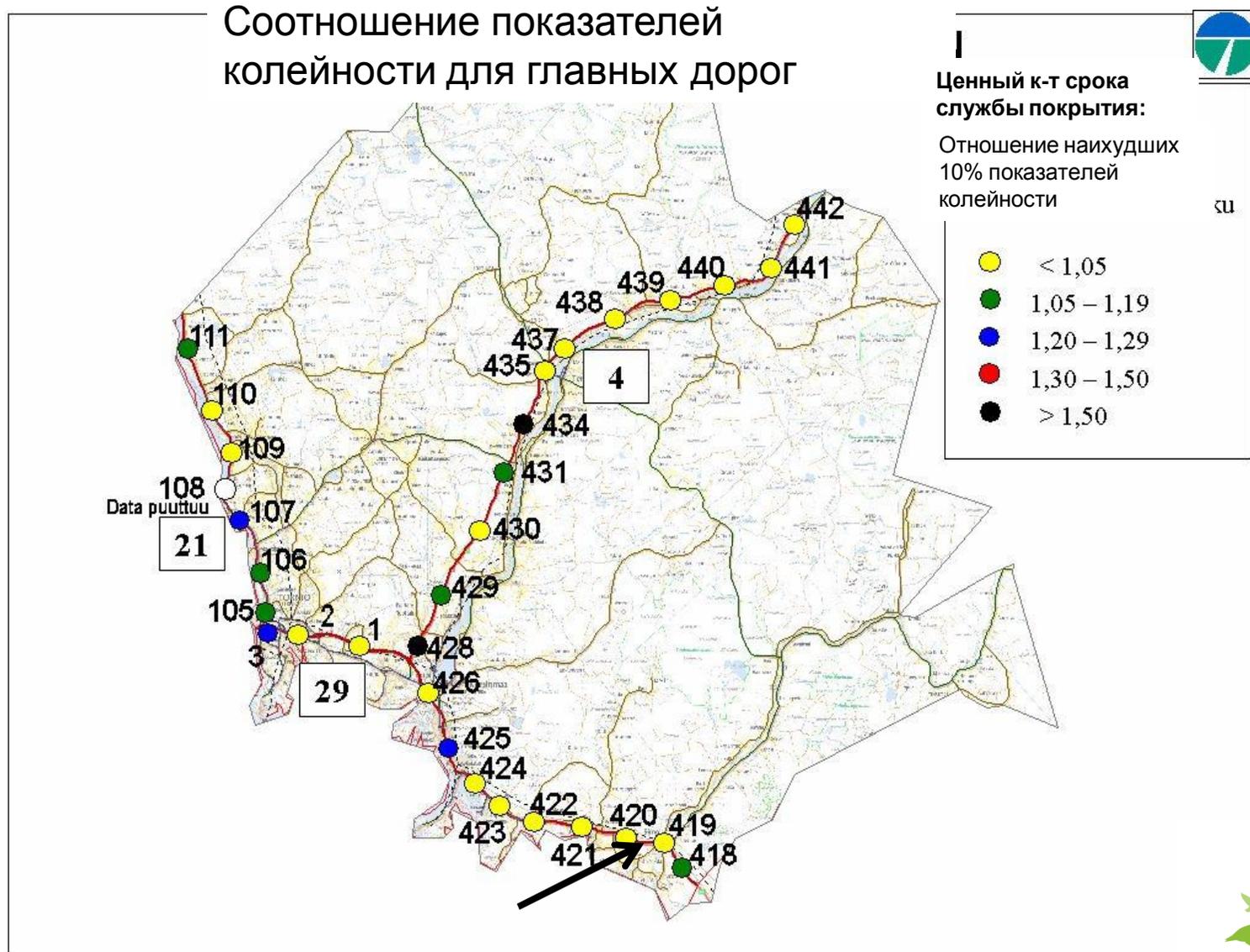
Pääteiden uraisuuden suhdeluku

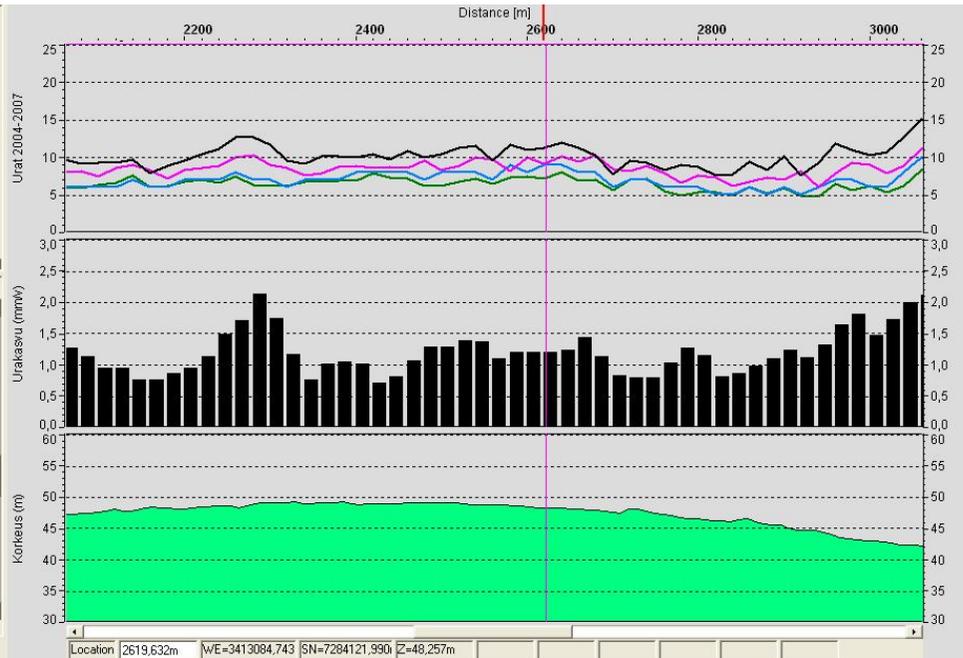
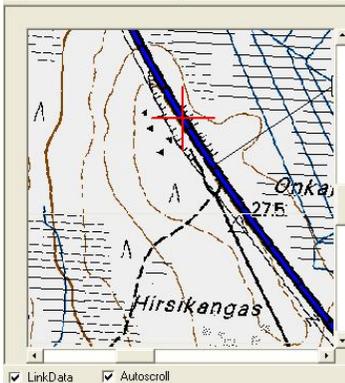
Päällysteiden kestoikäkerroin:
Huonoimman 10%
Uraisuusluokan suhdeluku

- < 1,05
- 1,05 – 1,19
- 1,20 – 1,29
- 1,30 – 1,50
- > 1,50



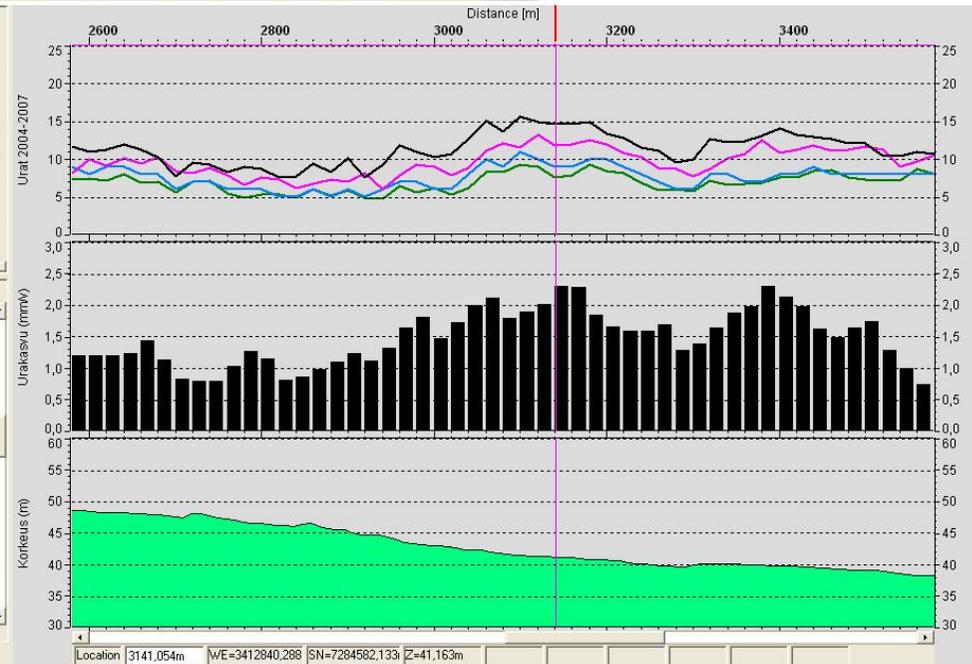
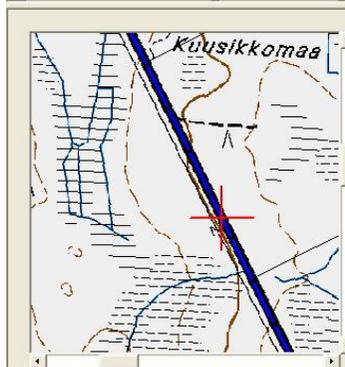
К-т срока службы покрытия для главных дорог окр. Кеми





Хороший водоотвод:
(устройство нового покрытия каждые 6-7 лет)

Неудовлетворительный водоотвод:
(устройство нового покрытия каждые 3-4 года)



This Project is financed by EU



Выгоды улучшения водоотвода на дорогах с твердым покрытием – Результаты анализа затрат в течение всего срока службы для округа Рованиеми

| | Главные дороги | Региональные дороги | Местные дороги | Всего |
|--|-------------------|------------------------|-------------------|--------|
| Протяженность, м | 382361 | 146719 | 115930 | 645010 |
| Ширина, м | 7.2 | 6.2 | 5.7 | |
| Затраты на устройство покрытия, Евро/м | 36 | 31 | 27.5 | |
| Средний срок службы, лет | 10 | 13 | 11 | |
| К-т срока службы водоотвода | 1.16 | 1.19 | 1.24 | |
| Увеличение срока службы, лет | 11.6 | 15.5 | 13.6 | |

К-т дисконтинг-я: 4 %
Затраты на устр-во покрытия: 5 €/м2

| | Главные дороги | Региональные дороги | Местные дороги | Всего |
|--|-------------------|------------------------|-------------------|---------|
| Ежегодные затраты на устройство покрытия (Евро) | 1917000 | 517000 | 415000 | 2849000 |
| Затраты в случае улучшения водоотвода (Евро) | 1698000 | 461000 | 355000 | 2514000 |
| Экономия (Евро) | 219000 | 56000 | 60000 | 335000 |
| Экономия (%) | 11.4 | 10.8 | 14.5 | 11.8 |

В случае увеличения срока службы в 1,5 раза при анализе затрат за весь жизненный цикл, ежегодные затраты на устройство нового покрытия в округе Рованиеми будут снижены примерно на 36 % с 312.000 Евро до 199.000 Евро (с 11% до 7 %)

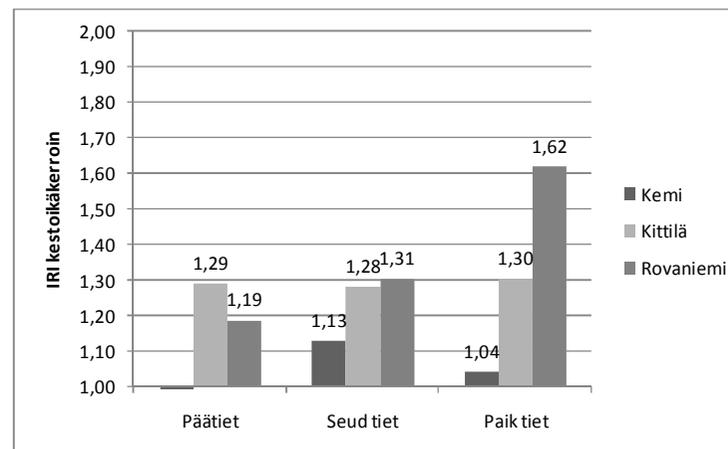
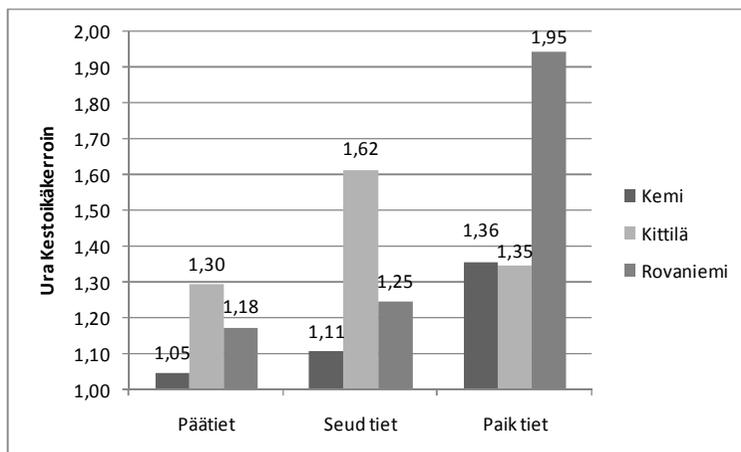


This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Потенциальная экономия в 3 округах дорожного содержания



Kemi

Ежегодные затраты на устр-во покрытия (€)
 Ежегод. затраты в случае улучш. водоотвода (€)
 Экономия (€)
 Экономия (%)

Главные

2044000
 1956000
 88000
 4,3

Региональные

1106000
 1013000
 93000
 8,4

Местные

915000
 710000
 205000
 22,4

Все дороги

4065000
3679000
386000
9,5

Kittilä

Ежегодные затраты на устр-во покрытия (€)
 Ежегод. затраты в случае улучш. водоотвода (€)
 Экономия (€)
 Экономия (%)

Главные

2022000
 1663000
 359000
 17,8

Региональные

527000
 381000
 146000
 27,7

Местные

512000
 400000
 112000
 21,9

Все дороги

3061000
2444000
617000
20,2

Rovaniemi

Ежегодные затраты на устр-во покрытия (€)
 Ежегод. затраты в случае улучш. водоотвода (€)
 Экономия (€)
 Экономия (%)

Главные

1695000
 1505000
 190000
 11,2

Региональные

530000
 464000
 66000
 12,5

Местные

370000
 314000
 56000
 15,1

Все дороги

2595000
2283000
312000
12,0



This Project is financed by EU

Спасибо за внимание!



This Project is financed by EU

