

ОЦЕНКА ВЛИНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Тимо Сааренкето, доктор наук
Управляющий директор
компания Roadscanners Oy



ПРОЕКТ «УПРАВЛЕНИЕ ДОРОГАМ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ В БАРЕНЦ РЕГИОНЕ» – ИЗУЧЕНИЕ В ЛАПЛАНДИИ

Модель и план действий по оценке последствий увеличения суммарных нагрузок на сети дорог с низкой интенсивностью движения в Лапландии



Основные положения:

1. Транспортировка леса смещается в сторону грузовых автомобилей с прицепом весом 90т и длиной 30м
2. Экономическое лоббирование в пользу увеличения нагрузок при перевозках руды со стороны вновь открывшихся шахт
3. Строительство новых ветряных мельниц в сельской местности. При этом наиболее тяжелые части конструкции весят 160т
4. Современная логистика не допускает весенних весовых ограничений

Проблема владельца дорог:

Как отреагировать на введение освобождений от весовых ограничений?





ПРОЕКТ «УПРАВЛЕНИЕ ДОРОГАМ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ В БАРЕНЦ РЕГИОНЕ» – ИЗУЧЕНИЕ В ЛАПЛАНДИИ

ЦЕЛЬ:

Создание модели и разработка плана действий для оценки возможных последствий увеличения суммарных весовых нагрузок на сеть дорог с низкой интенсивностью движения в Лапландии



This Project is financed by EU



ПРОЕКТ «УПРАВЛЕНИЕ ДОРОГАМ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ В БАРЕНЦ РЕГИОНЕ» – ИЗУЧЕНИЕ В ЛАПЛАНДИИ

Содержание:

- a) *Разработка руководства по процедуре, применяемой при возникновении потребности в увеличении суммарных весовых нагрузок на том или ином участке дорожной сети*
- b) *Тестирование модели в рамках изучения в Лапландии*



This Project is financed by EU

Анализ влияния тяжелых грузоперевозок

Лист контроля:

Что необходимо учесть, если будут увеличены суммарные транспортные нагрузки



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Управление тяжелыми весовыми нагрузками на сети дорог общего пользования

При оценке влияния значительного увеличения весовых нагрузок на сети дорог общего пользования должны быть известны следующие переменные/факторы (1):

1. Дорожные конструкции и их свойства:

Лист контроля:

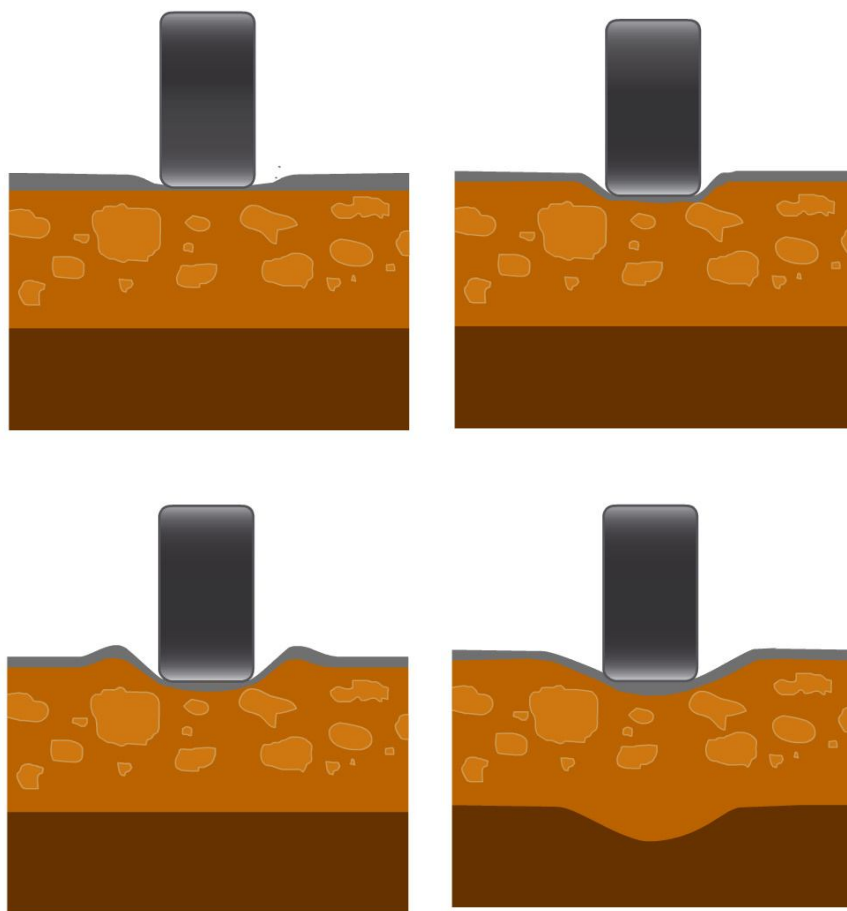
- a) Конструкция, усилия и напряжения
- b) Остаточные деформации и сезонные изменения
- c) Морозное пучение и сезонные изменения
- d) Дорожный водоотвод
- e) Возможные геотехнические проблемы

Дорожная конструкция:

- Толщина покрытия и качество материалов
- Несвязные материалы, толщина слоев и качество (в 3D, особенно если проезжая часть - узкая)
- Грунты земляного полотна и их качественные характеристики



Дорожная диагностика: Какой тип проблем характерен для данной дорожной сети?



У каждой проблемы –
свои величина риска,
методы решения и
затраты



Управление тяжелыми весовыми нагрузками на сети дорог общего пользования

При оценке влияния значительного увеличения весовых нагрузок на сети дорог общего пользования должны быть известны следующие переменные/факторы (2):

2. Транспортные нагрузки:

Лист контроля:

- a) Осевые нагрузки
- b) Тип шин и уровень давления воздуха в шинах
- c) Количество осей, расстояние между осями, парные/строенные колеса
- d) Максимальная скорость движения
- e) Интенсивность движения грузовых автомобилей/в час/в сутки (время восстановления дороги)
- f) Длина автопоездов



Управление тяжелыми весовыми нагрузками на сети дорог общего пользования

При оценке влияния значительного увеличения весовых нагрузок на сети дорог общего пользования должны быть известны следующие переменные/факторы (3):

3. Прочие факторы:

Лист контроля:

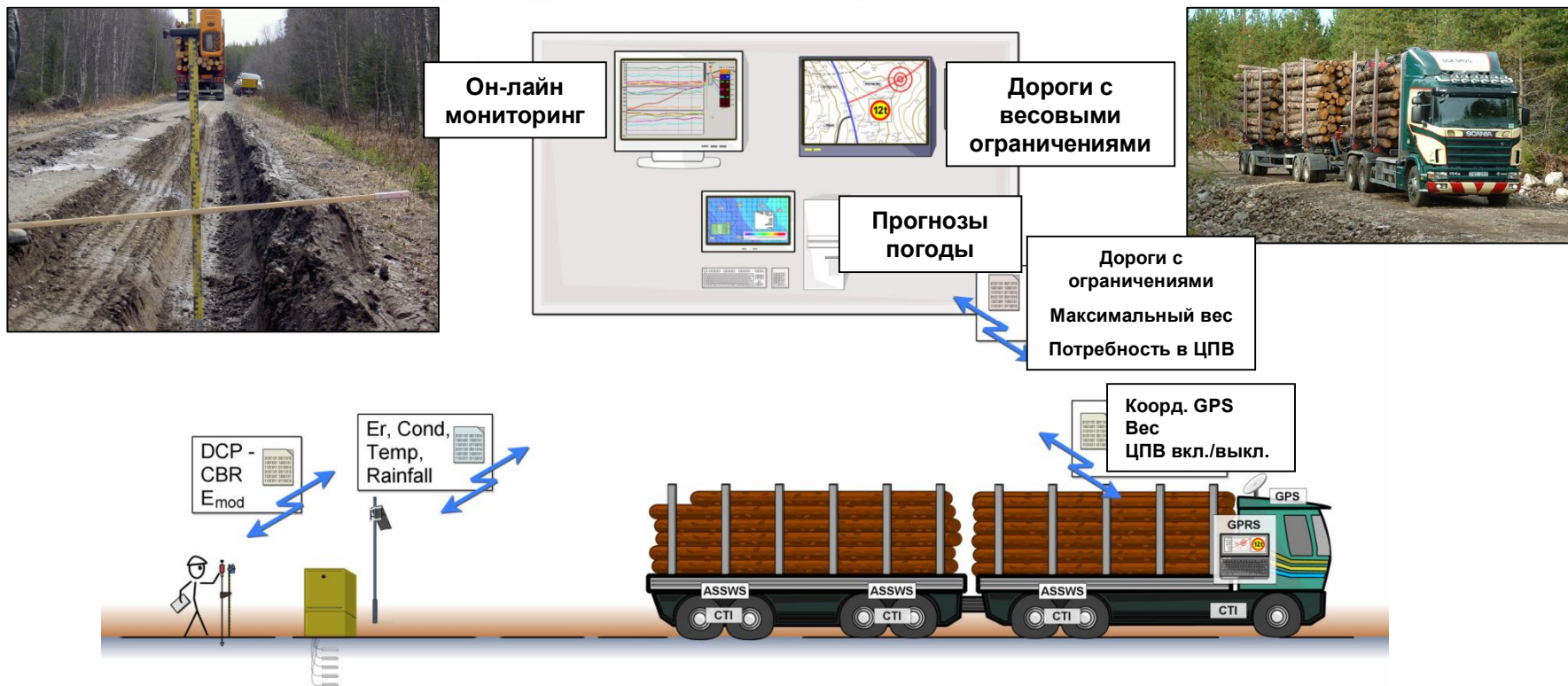
- a) Длинные/сочлененные грузовые автомобили и дорожная геометрия
- b) Длинные/сочлененные грузовые автомобили и безопасность движения
- c) Длинные/сочлененные грузовые автомобили и ширина дороги (обгон?)
- d) Мосты
- e) Проблемы зимнего содержания (снежные наносы, к-т сцепления, т.д.)
- f) Негативное воздействие на окружающую среду



Особая цель: сокращение периодов действия весовых ограничений

Станции мониторинга – транспортные технологии –
информационные системы

Центр управления весенней распутицей



This Project is financed by EU

ПРЕДПОСЫЛКИ: ПОЧЕМУ УТЯЖЕЛЕНИЕ АВТОПЕРЕВОЗОК?

**Выгоды при 50% увеличении
массы перевозимого груза:**

- a) Повышение кпд топлива на 20 %
- b) Сокращение выбросов CO₂ на 20 – 25 %
- c) Снижение затрат на перевозку на 20 - 30%
- d) Снижение интенсивности тяжелого грузового движения

**=> Повышение
конкурентоспособности
отраслей**



**”En trave till” (еще один
штабель)**

Шведский лесовоз:

- Суммарный вес 90т
- Длина 30,5м



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility



МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ВЕСОВЫЕ НАГРУЗКИ (в тоннах)

<http://www.internationaltransportforum.org/IntOrg/road/pdf/weights.pdf>

Страна	Вес/ опорная ось	Вес/ ведущая ось	Грузовой 2-х осный	Грузовой 3-х осный	Автопоезд 4-х осный	Автопоезд 5-ти осный +	Сочлененный (седельный тягас с полуприц.)
Финляндия (6)	10	11.5	18	26 (2)	36	44 / 60 (7)	42 / 48
Норвегия	10	11.5	19	26	37	42	44
Россия	10	10	18	25 (2)	36	38	38
Швеция	10	11.5	18	26 (2)	38	48/60 (10)	48/60 (10)

(2). С пневматической подвеской (или аналог)

(6). Для ТС, зарегистрированных в странах членах ЕЭЗ

(7). 5 осей = 44т; 6 осей = 56т; 7 осей = 60т

(10). Для ТС, вовлеченных в комбинированные перевозки



This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Foreign - Thursday 5.9.2002

Agreement on timber truck weight limits reached with Russia

After a long period of negotiations, Finland and Russia have reached an agreement on the weight limits imposed on Finnish timber trucks on Russian roads.

Beginning next week, Russian road authorities will grant overload licences for articulated vehicles carrying a maximum weight of 55 tons. However, these heavy trucks will only be allowed to drive on certain roads. The Ministry of Transport expects to receive a suggestion on the allowed routes next week.

This agreement will be in force until September next year, when a new round of negotiations will most likely be required.

Timber trucks that do not exceed 42 tons in weight require no special permits. Russian trucks typically weigh a maximum of 38 tons with a full load, but Finnish trucks could carry up to 60 tons of timber.

Finnish haulers have deemed transportations with less than full loads unprofitable, which led to a pause in most timber transports once previous overload licences expired in August.

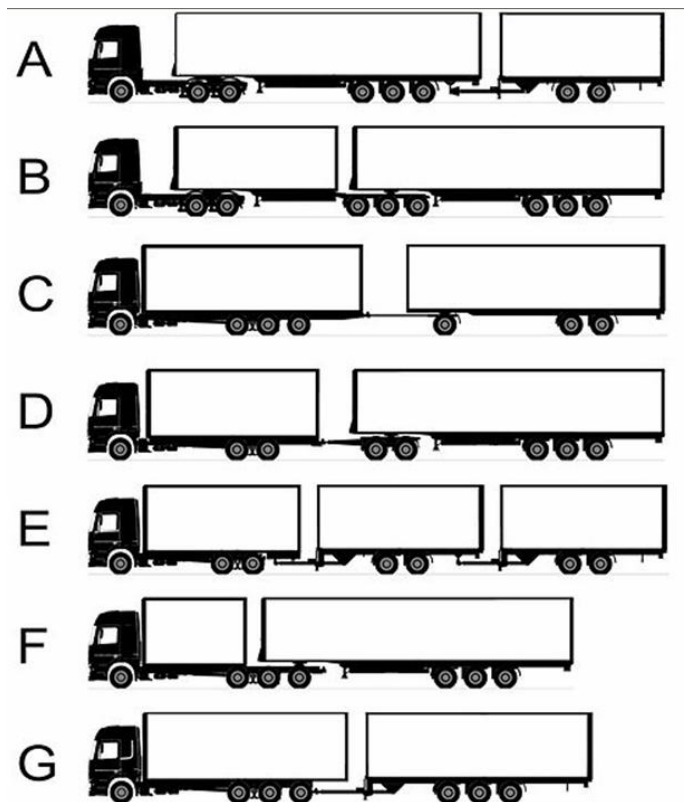


МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ДЛИНА ТС

Максимальная суммарная длина ТС в странах-членах ЕС составляет 18.75 м при максимальной массе ТС 40т или 44т.

Однако, правила, ограничивающие длину полуприцепов до 16.5м и 18.75м, применимы к грузовикам со стандартным кузовом 7.82м и прицепом длиной 7.82м.

С 1996г., когда Швеция и Финляндия официально получили от Евроэкономической зоны освобождение на комбинацию «60т при длине 25.25м», остальные страны также получили возможность установить такие же правила.



Анализ рисков тяжелых грузовых автоперевозок

Процесс:

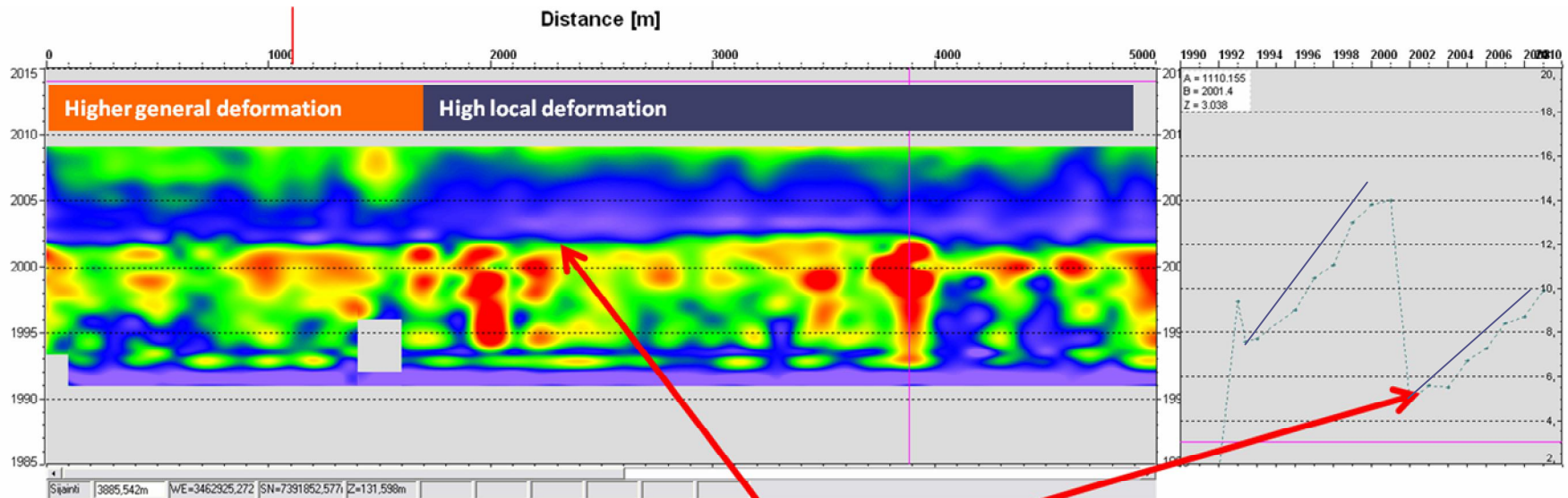
1. Сбор данных
2. Анализ данных и диагностика проблемы
3. Классификация рисков
4. Несущая способность дороги и остаточный срок службы существующей дорожной конструкции
5. Потребность в усилении при увеличении тяжести грузоперевозок (новые стандарты нагрузок)
6. Анализ разных вариантов повышенных транспортных нагрузок
7. Анализ влияния других факторов



А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

1. Общая (доступная) информация о состоянии дороги

- Интервью с местными экспертами по содержанию дорог
- Анализ исторических данных профилометра



Укладка нового слоя
а/б



А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

2. Ширина проезжей части, обочин и т.п., дорожная геометрия, топография, придорожное землепользование

- На основе результатов анализа данных мобильного лазерного сканирования
- Топографическая классификация ROADEX



А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

3. Дорожная одежда и земляное полотно

- **Качество материалов дорожной одежды и грунтов земляного полотна**

- Толщина слоев покрытия и основания (связные материалы) и их качество (в 3D)

- Толщина слоев несвязных материалов и их качество (в 3D)

- Грунты земляного полотна и их качество

- **Технологии**

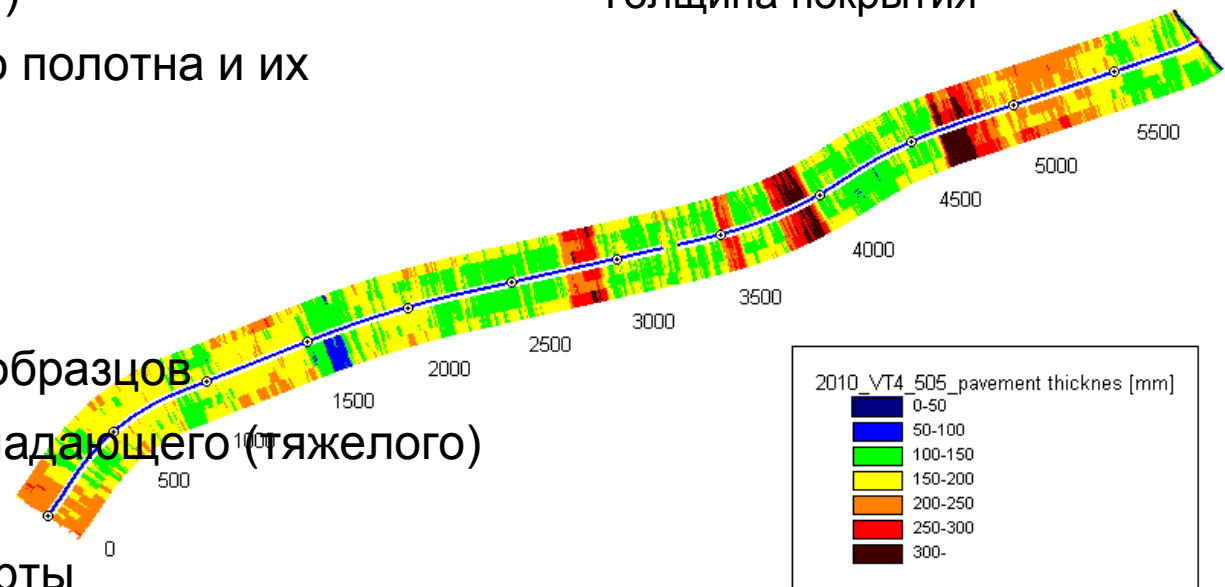
- георадары (GPR)

- бурение и отбор образцов

- дефлектометры падающего (тяжелого) груза HWD /FWD

- Геологические карты

Автомагистраль 4 участок 505
Толщина покрытия



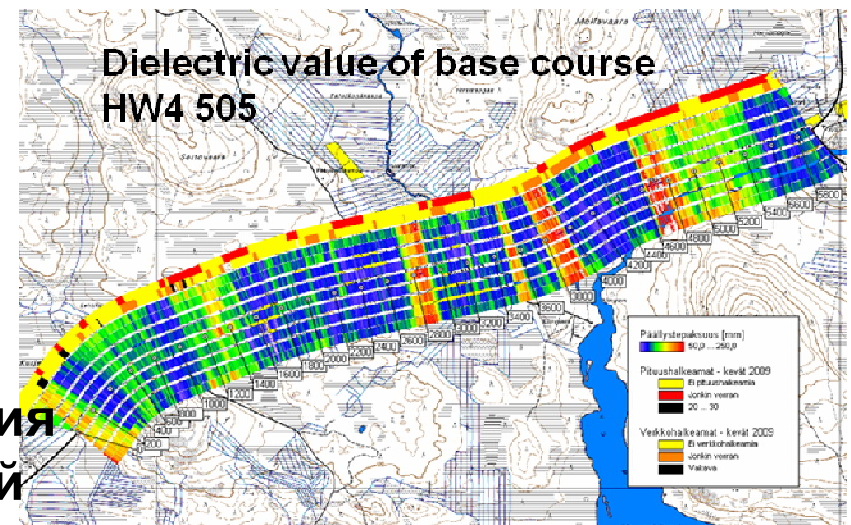
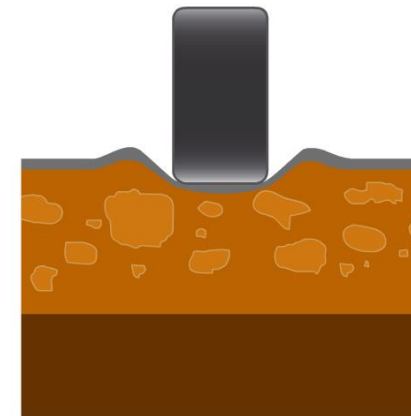
А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

3. Дорожная одежда и земляное полотно

• Остаточная деформация и сезонные изменения

• Свойства материалов в сухом, влажном состояниях и после циклов заморзания/оттаивания (риск степени 1 колеиности)

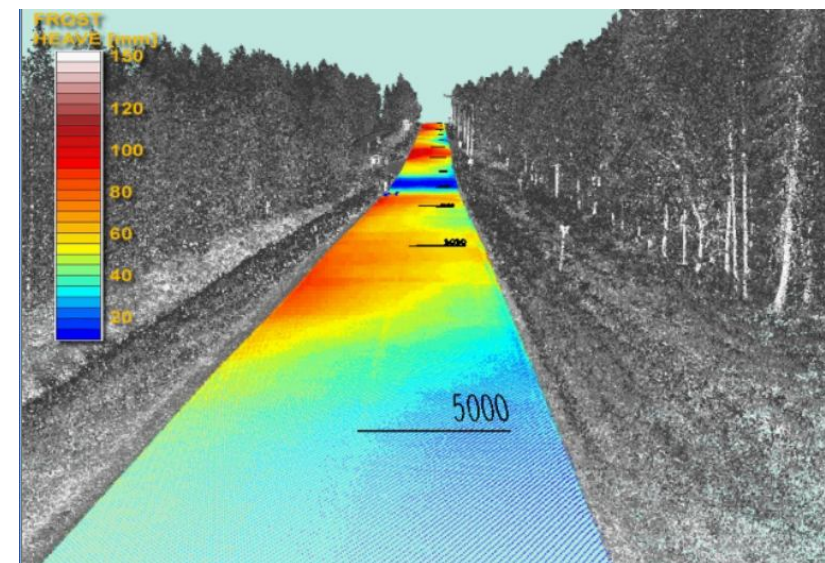
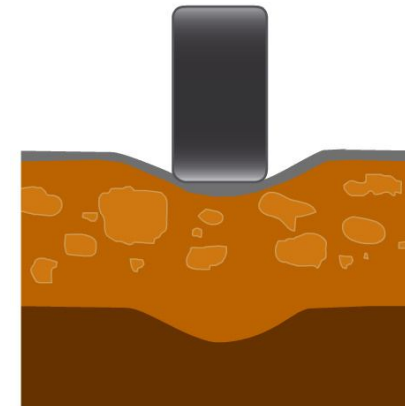
- Анализ данных профилометра
- Анализ данных лазерного сканирования
- Испытания методом всасывающей трубки
- Анализ данных георадара (рупорная антенна)
- Анализ данных HWD
- Анализ разрушения покрытия
- Расчет усилий и напряжений



А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

3. Дорожная одежда и земляное полотно

- Воздействие морозного пучения и снижение несущей способности дороги в весенний период
 - Суммарная величина морозного пучения и риск степени 2 колеяности в весенний период
 - Участки с дифференциальным морозным пучением
 - Анализ данных профилометра (IRI)
 - Анализ данных HWD
 - Анализ данных мобильного лазерного сканера



А. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

3. Дорожная одежда и земляное полотно

- **Возможные геотехнические проблемы**
 - Участки дорог, построенные на слабых грунтах (торфах)
 - Прочие хорошо сжимающиеся грунты
 - Проблемы стабильности внешних откосов
 - Стабильность насыпи
- **Данные:**
 - георадара (спецанализ, спорадическая вечная мерзлота)
 - Дефлектометра тяжелого груза (HWD)
 - профилометра
 - Термальной камеры





КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ:

- **Класс 1:** Участок с высокой несущей способностью. Отсутствие риска внезапного отказа/разрушения. Усталость покрытия происходит в соответствии с законами обычных моделей прогнозирования срока службы
- **Класс 2:** Участок с относительно высокой несущей способностью. Разрушение дороги произойдет быстро только в экстремальных условиях или из-за неудовлетворительного состояния дорожного водоотвода, т.д.
- **Класс 3:** Участок с адекватной несущей способностью. Риск разрушения возможен в период особо неблагоприятных условий весенней распутицы.
- **Класс 4:** Ослабленный участок дороги. Высокий риск разрушений/отказов, особенно в период весеннего снижения несущей способности. Рекомендуется усиление.
- **Класс 5:** Экстремально ослабленный участок дороги. Значительные разрушения прогнозируемы сразу после проезда тяжелого грузового транспорта – требуется немедленное усиление.

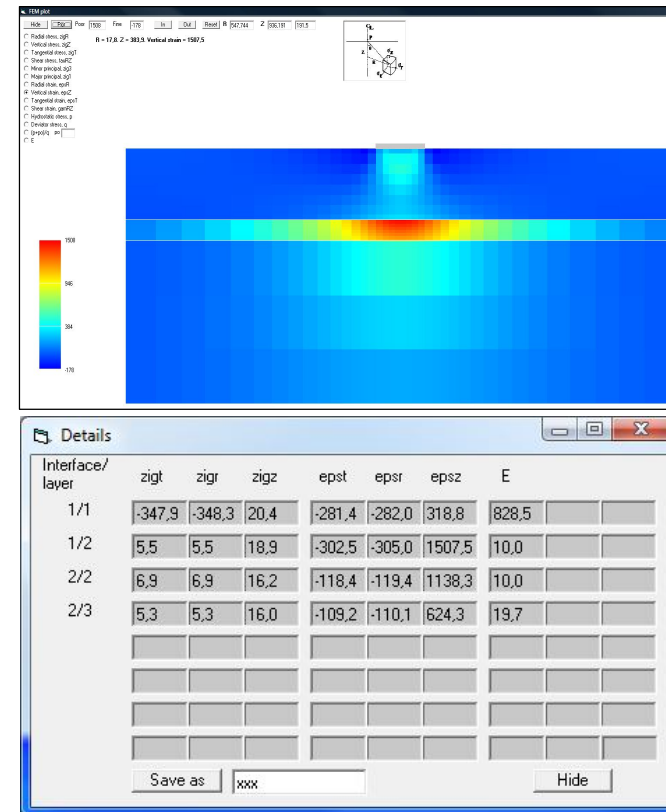
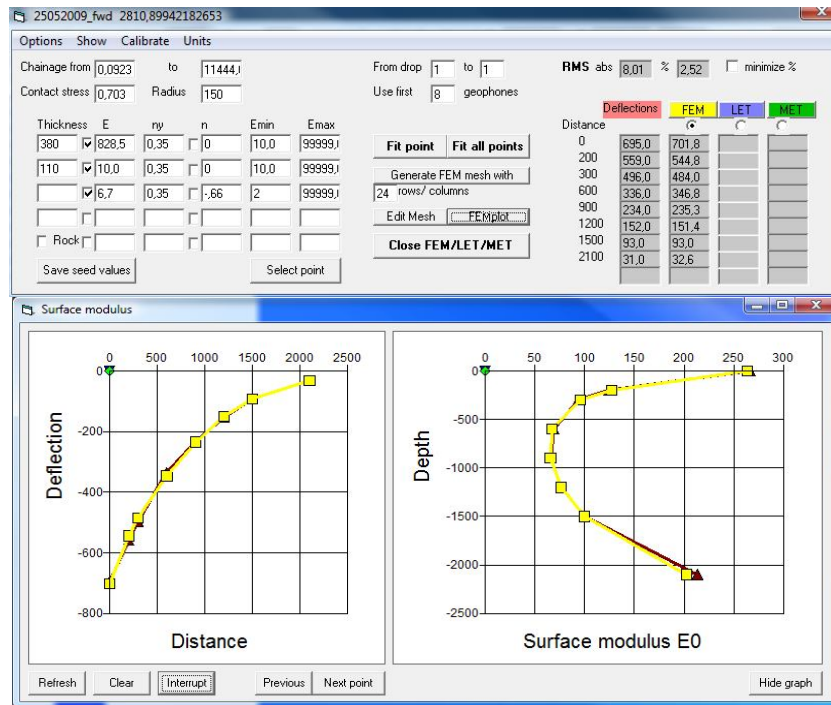


A. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

5. Моделирование усилий и напряжений

• Модифицированная процедура, применяемая при анализе рисков тяжелых грузоперевозок в Шотландии

1. Анализ Elmod FEM (10 кН)



This Project is financed by EU



A. Дорожная диагностика и фазы анализа рисков

6. Моделирование усилий и напряжений

- Модифицированная процедура, применяемая при анализе рисков транспортировки частей ветряных мельниц в Шотландии
- ### 2. Расчет по Бизару (Bisar calculation): риск возрастающих нагрузок

- Связные слои:
 - Безопасный уровень напряжений, низкий риск: < 600 μ strain
 - Умеренный уровень напряжений и умеренный риск: 600 - 1000 μ strain
 - Высокий уровень напряжений и высокий риск: 1000 - 1400 μ strain
 - Быстрый отказ: > 1400 μ strain
- Несвязные слои:
 - Безопасный уровень напряжений, низкий риск: < 1600 μ strain
 - Умеренный уровень напряжений и умеренный риск: 1600 - 2400 μ strain
 - Высокий уровень напряжений и высокий риск: 2400 - 3200 μ strain
 - Быстрый отказ: > 3200 μ strain
- Земляное полотно:
 - Безопасный уровень напряжений, низкий риск: < 1300 μ strain
 - Умеренный уровень напряжений и умеренный риск: 1300 - 2300 μ strain
 - Высокий уровень напряжений и высокий риск: 2300 - 3300 μ strain
 - Быстрый отказ: > 3300 μ strain

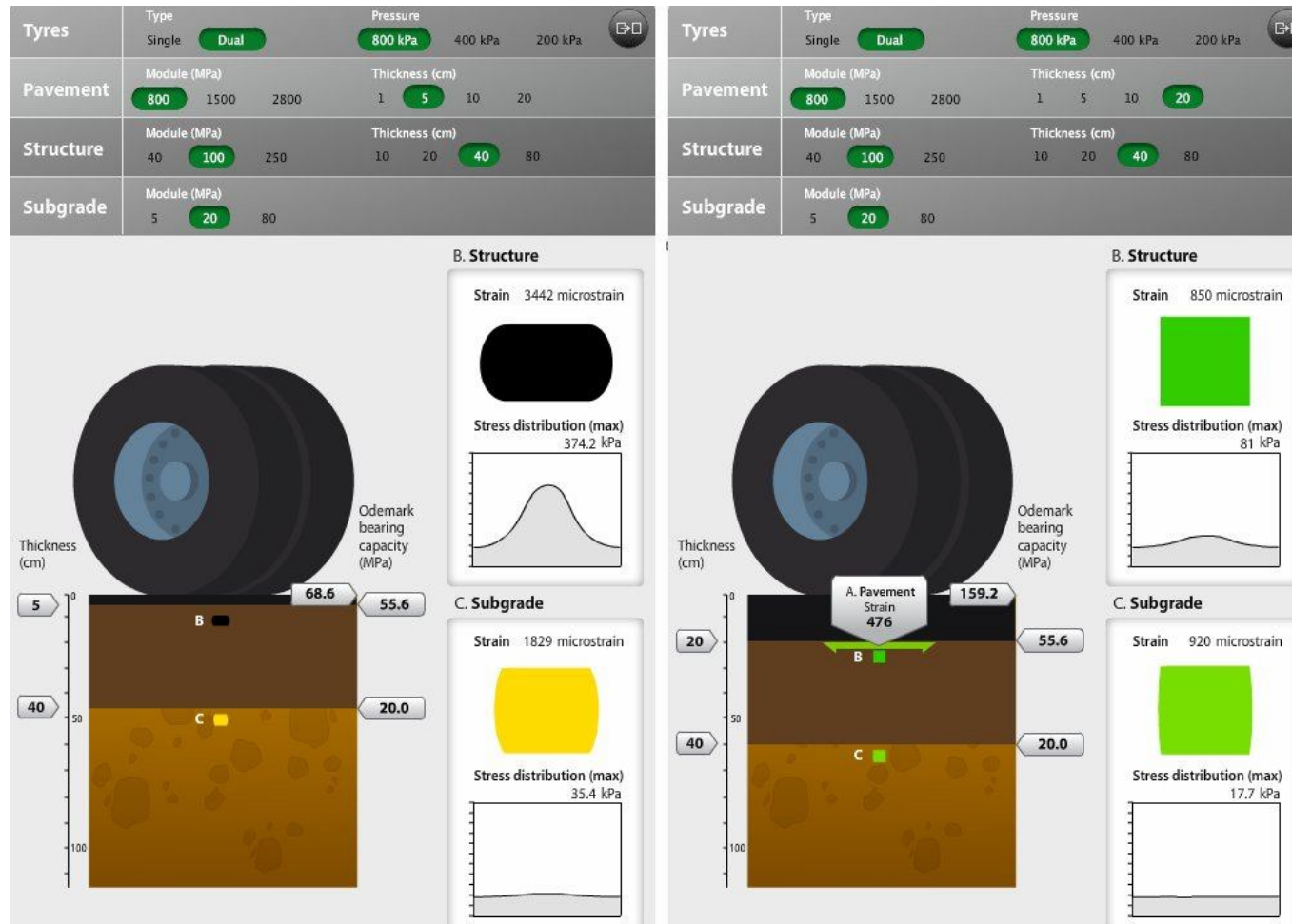
Structure		Loads										
Layer Number	Thickness (m)	Modulus of Elasticity (MPa)	Poisson's Ratio	Load Number	Load (kN)	Vertical Stress (MPa)	Horizontal (Shear) Load (kN)	Stress (MPa)	Radius (m)	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Shear Angle (Degree)
1	0,216	1,210E+03	0,35	1	3,423E+01	7,000E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,284E-01	0,000E+00	2,000E-01	0,000E+00
2	0,224	2,980E+01	0,35	2	3,423E+01	7,000E-01	0,000E+00	0,000E+00	1,284E-01	0,000E+00	-2,000E-01	0,000E+00
3	0,224	2,980E+01	0,35									
4	0,902E+00		0,35									

Position Number	Layer Number	X-Coord (m)	Y-Coord (m)	Depth (m)	Stress (MPa)			Strain (μ strain)		Displacement (μ m)			
					XX	YY	ZZ	XX	YY	UX	UY	UZ	
1	1	0,000E+00	0,000E+00	2,160E-01	1,098E+00	7,449E-01	-8,058E-02	7,000E+02	3,282E+02	-8,808E+02	0,000E+00	0,000E+00	3,370E+03
2	2	0,000E+00	0,000E+00	2,170E-01	2,630E-04	-7,782E-03	-8,942E-03	6,998E+02	3,212E+02	-1,620E+03	0,000E+00	0,000E+00	3,368E+03
3	3	0,000E+00	0,000E+00	6,640E-01	2,368E-02	1,220E-02	-1,678E-02	7,388E+02	6,708E+02	-1,103E+03	0,000E+00	0,000E+00	2,818E+03
4	4	0,000E+00	0,000E+00	6,650E-01	7,238E-04	2,834E-04	-1,678E-02	7,972E+02	6,697E+02	-1,944E+03	0,000E+00	0,000E+00	2,818E+03
5	1	0,000E+00	2,000E-01	2,160E-01	1,164E+03	9,780E-01	-8,270E-02	6,976E+02	4,882E+02	-6,868E+02	0,000E+00	8,278E+01	3,298E+03
6	2	0,000E+00	2,000E-01	2,170E-01	4,832E-04	-3,830E-03	-5,161E-02	6,818E+02	4,841E+02	-1,798E+03	0,000E+00	8,286E+01	3,297E+03
7	3	0,000E+00	2,000E-01	6,640E-01	2,282E-02	2,028E-02	-1,598E-02	7,122E+02	6,102E+02	-1,050E+03	0,000E+00	1,301E+02	2,766E+03
8	4	0,000E+00	2,000E-01	6,650E-01	6,787E-04	1,680E-04	-1,598E-02	7,122E+02	6,098E+02	-1,842E+03	0,000E+00	1,289E+02	2,764E+03



This Project is financed by EU

Расчет усилий и напряжений для различных сценариев



Пилотные участки дороги НW4 – Рованиеми - Сёданкюля



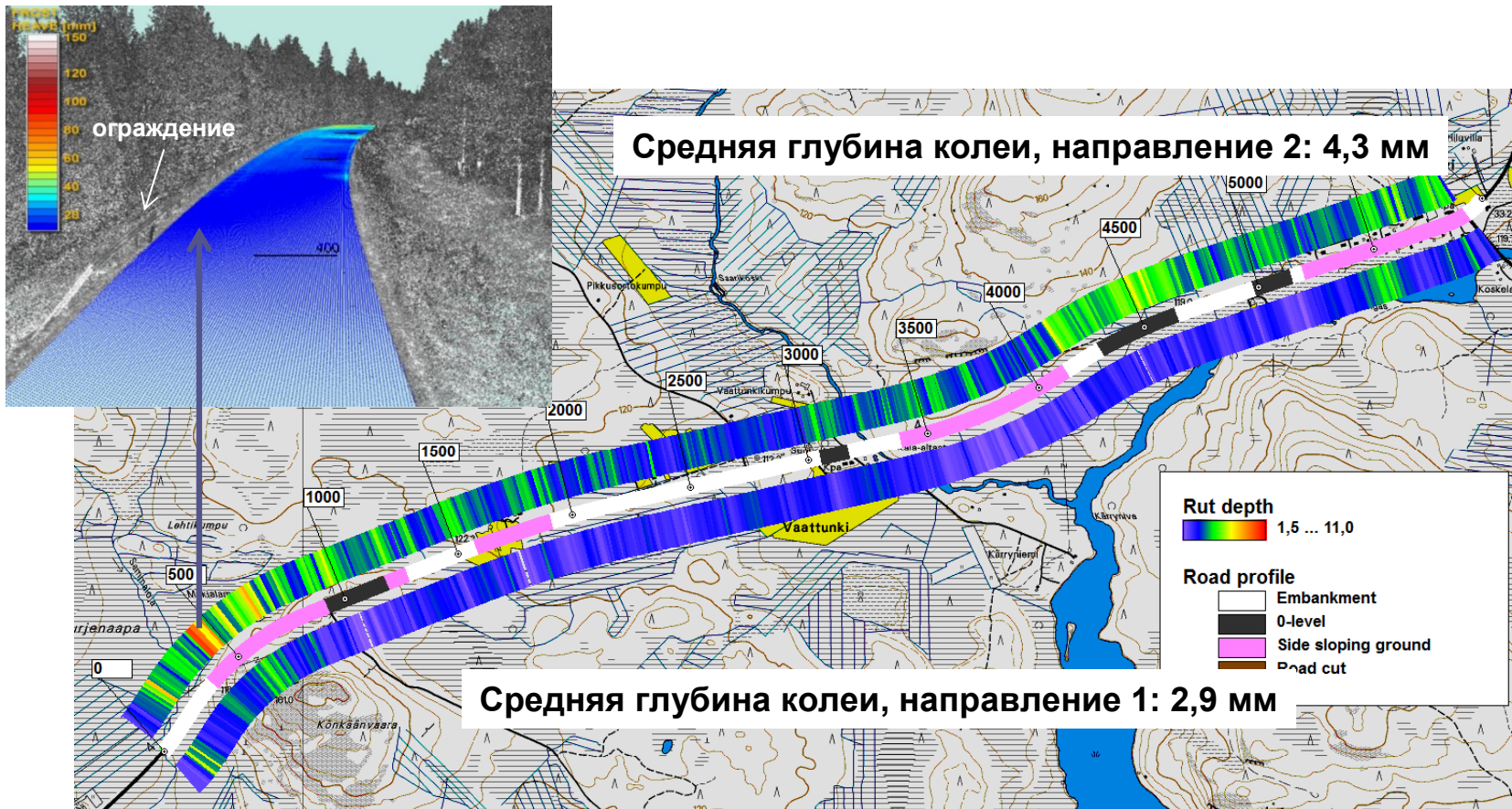
This Project is financed by EU

Статистика по толщине слоев дорожной одежды

	Покрытие [мм]	Основание [мм]	Нижележащие слои из несвязных материалов [мм]	Итого, конструкция [мм]
Участок 505				
Мин.	91	56	151	511
Макс.	343	479	2678	3075
Среднее	193	178	582	952
Участок 515				
Мин.	70	50	266	709
Макс.	413	612	2341	3165
Среднее	165	319	847	1331



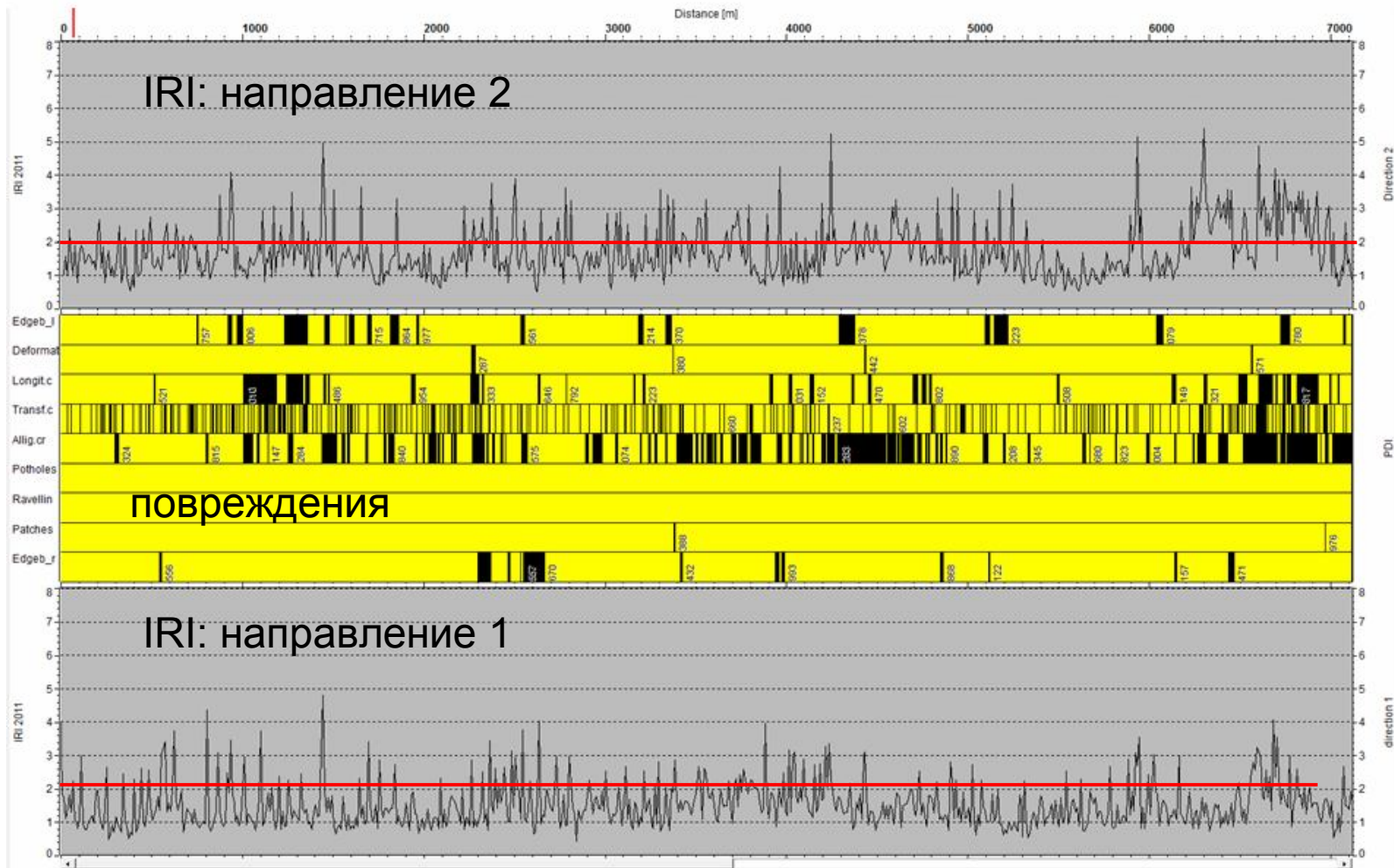
Анализ данных профилометра, глубина колеи - участок 505



Анализ данных профилометра, глубина колеи - участок 515



Анализ данных профилометра, ровность IRI – участок 515



Анализ разрушений покрытия 505

Участок	Деформация, %	Продольные трещины, %	Поперечные трещины, %	Сетка крокодиловых трещин, %	Разрушение кромки справа, %	Разрушение кромки слева, %	Выбои, %
505	0,4	4,2	2,1	0,5	1,7	0	0
515	0,4	12,1	4,1	28,4	4,4	9,3	0,06



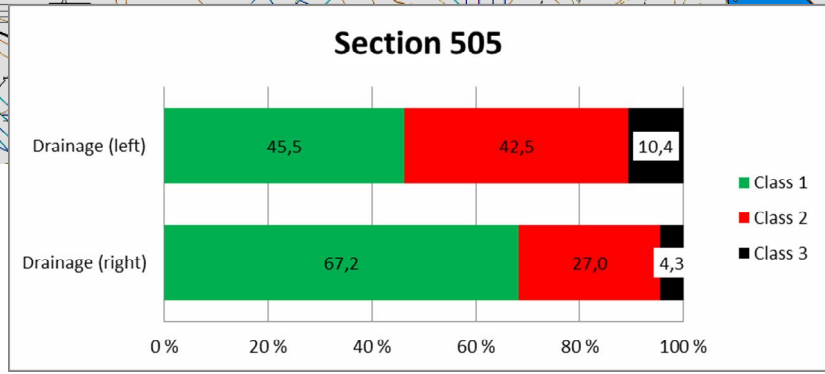
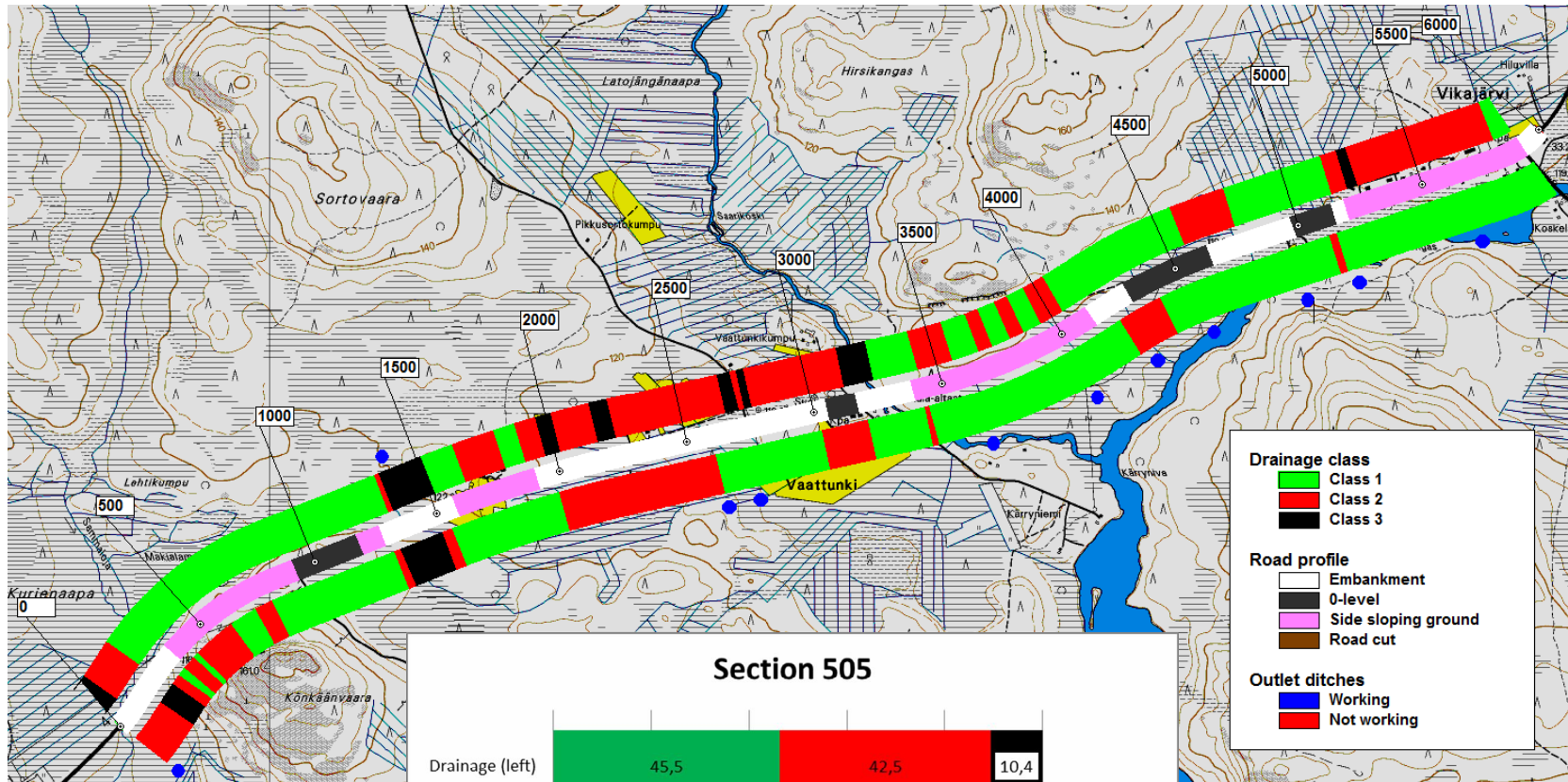
Анализ разрушений покрытия 515

Участок	Деформация, %	Продольные трещины, %	Поперечные трещины, %	Сетка крокодиловых трещин, %	Разрушение кромки справа, %	Разрушение кромки слева, %	Выбои, %
505	0,4	4,2	2,1	0,5	1,7	0	0
515	0,4	12,1	4,1	28,4	4,4	9,3	0,06



This Project is financed by EU

Анализ водоотвода – а/д HW4 участок 505

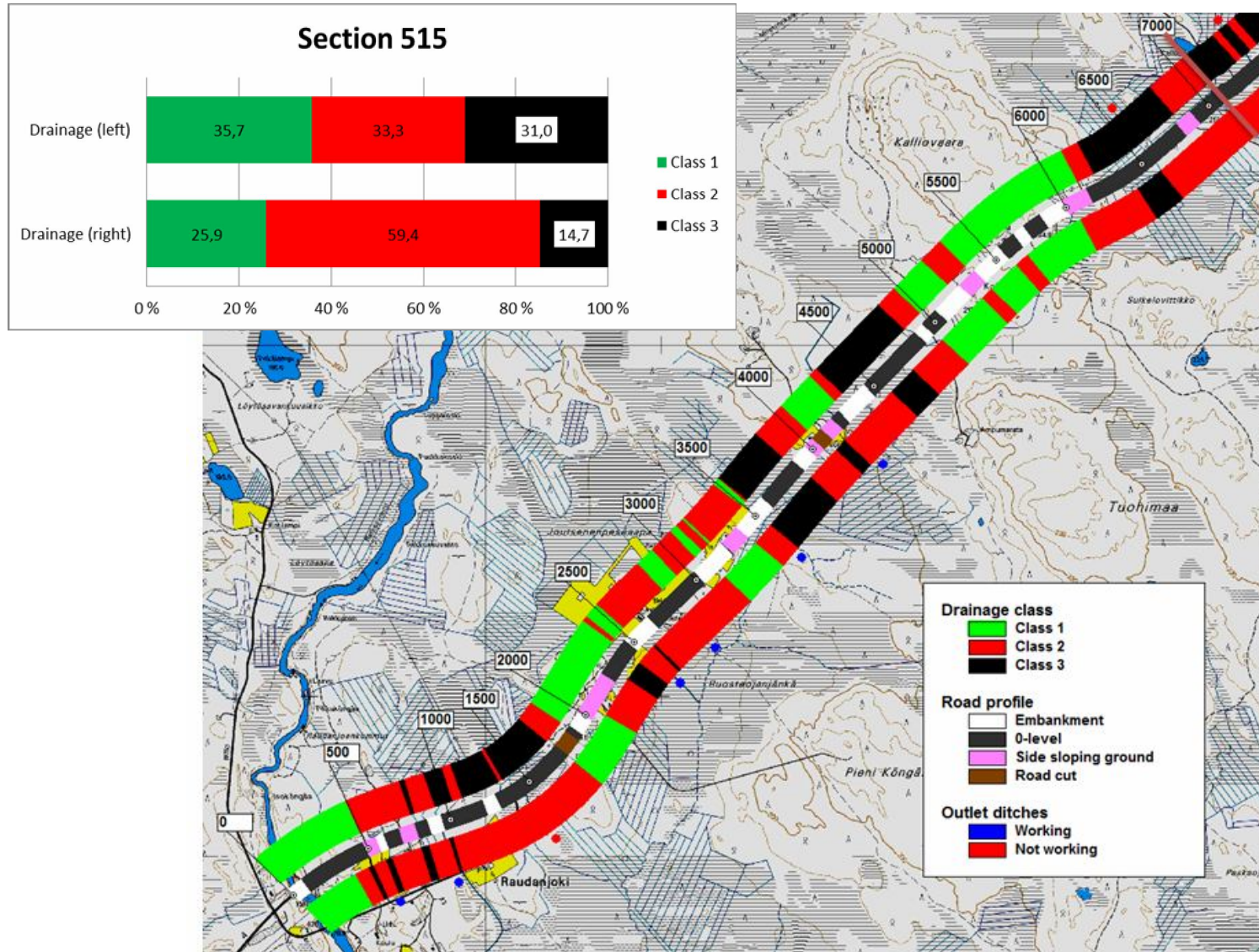


This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Анализ водоотвода – а/д HW4 участок 515

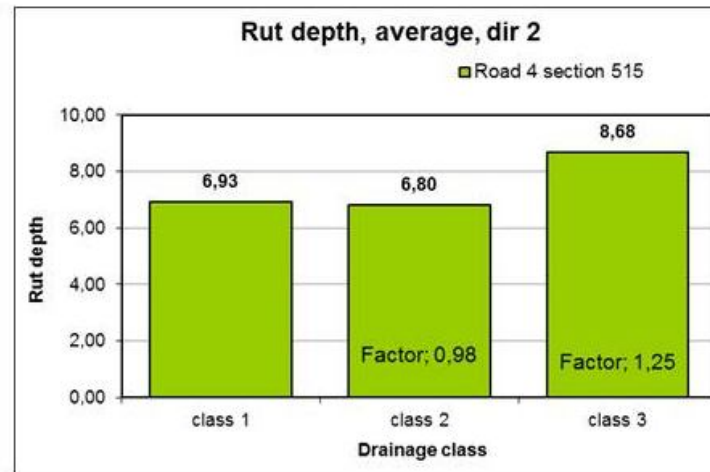
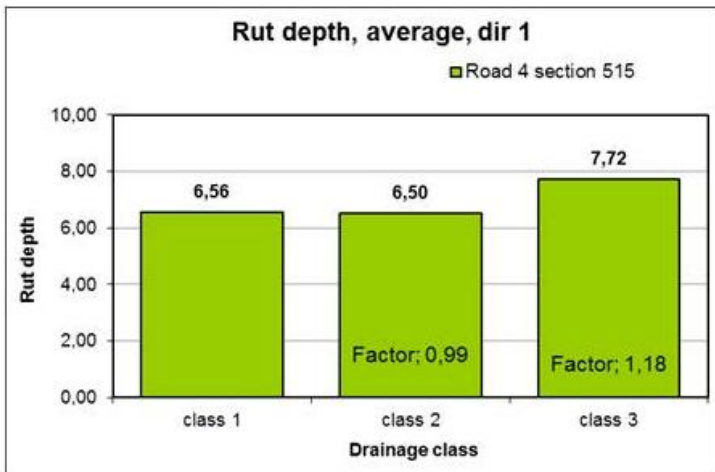
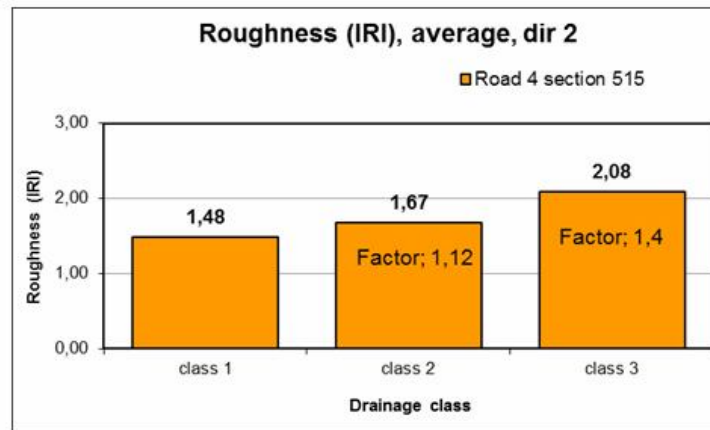
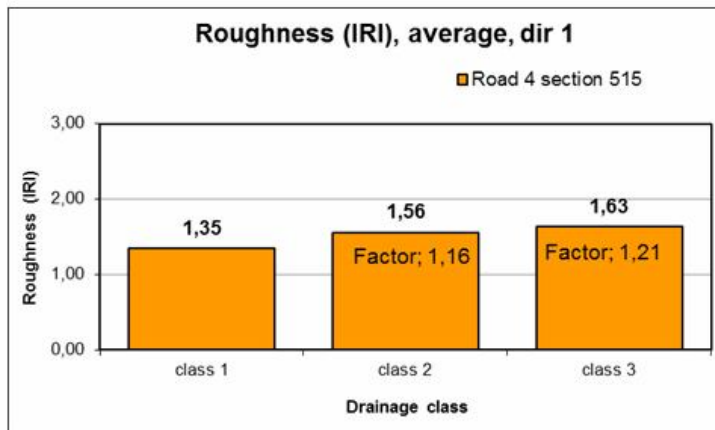


This Project is financed by EU



ROADEX
Implementing Accessibility

Анализ водоотвода – а/д HW4 участок 515

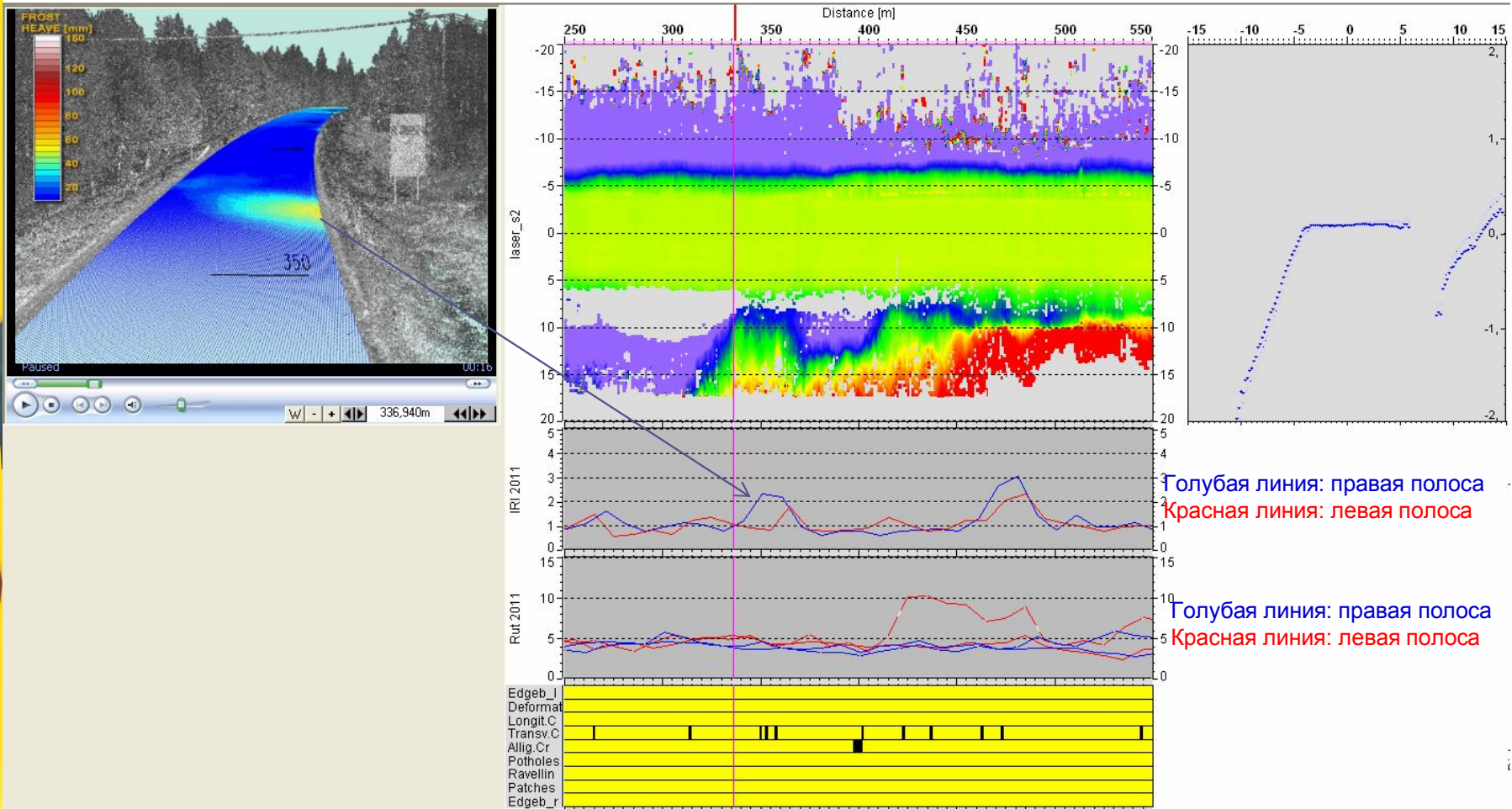


This Project is financed by EU



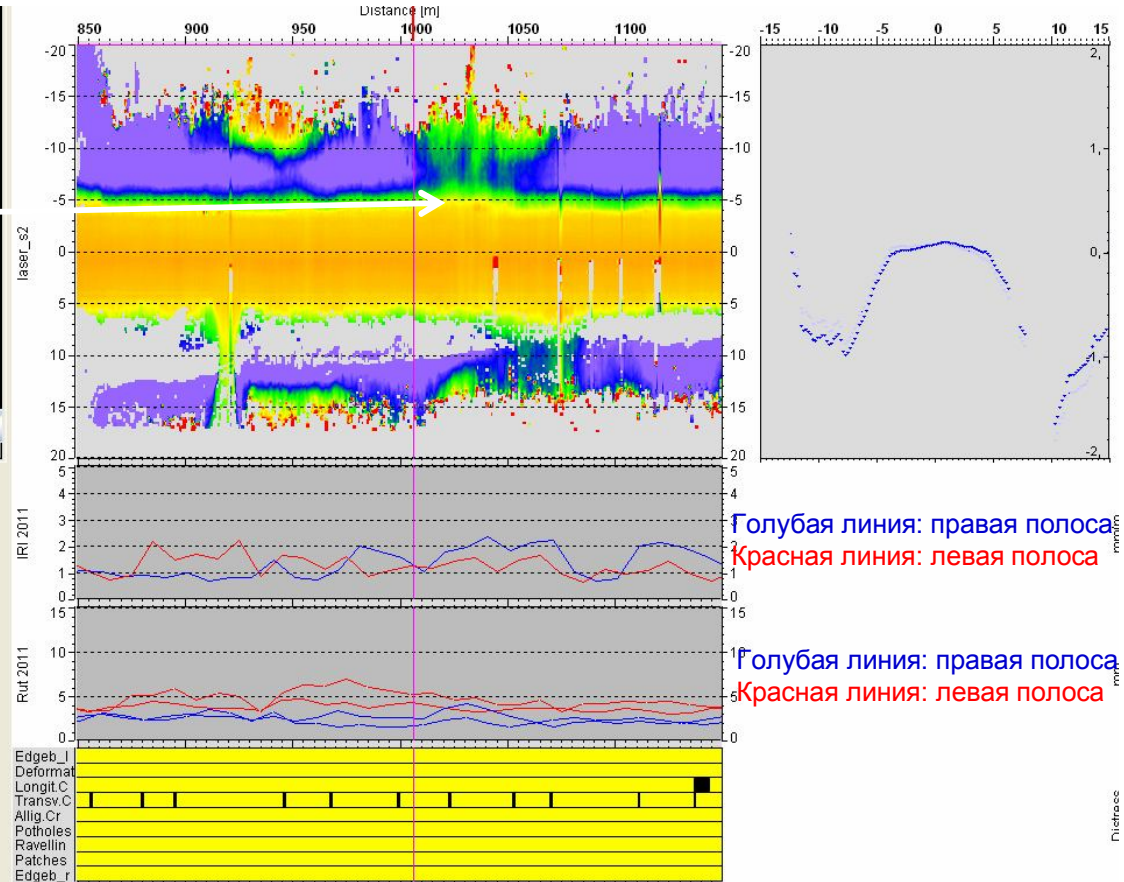
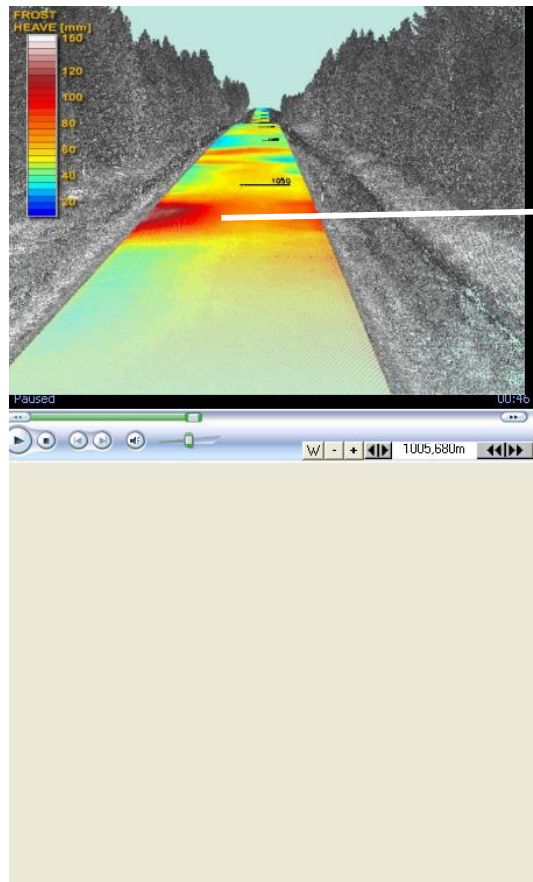
ROADEX
Implementing Accessibility

Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д HW4



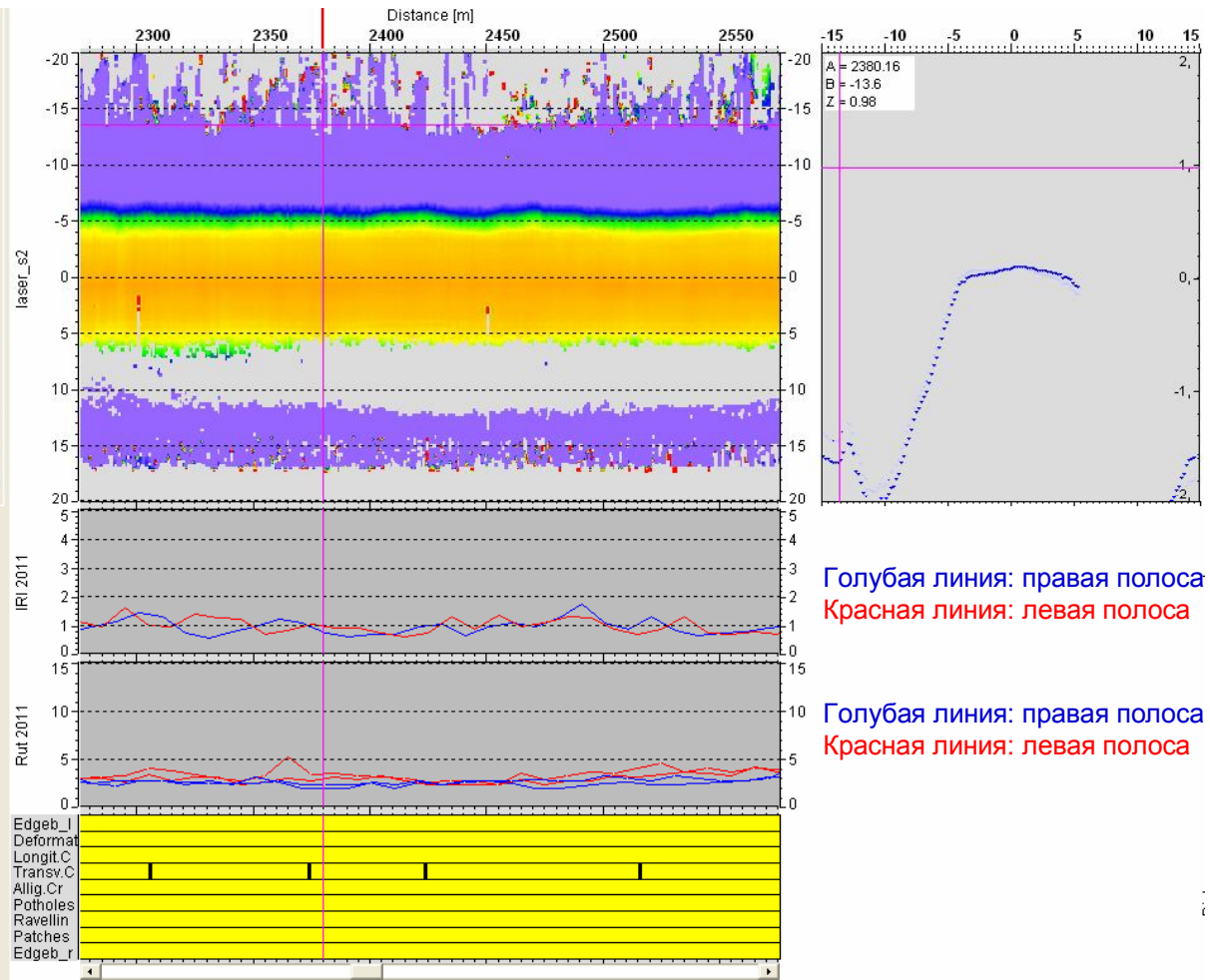
This Project is financed by EU

Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д HW4



This Project is financed by EU

Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д HW4



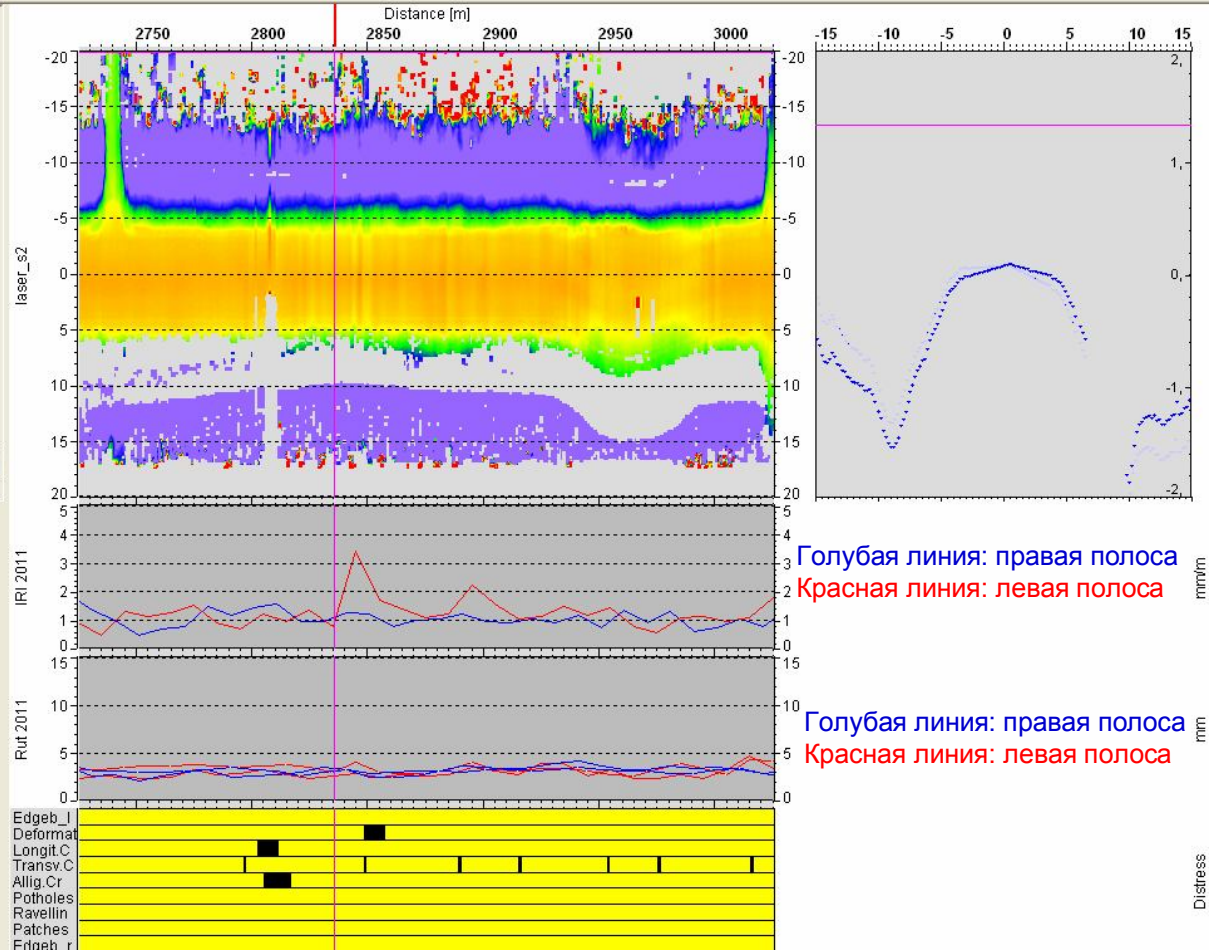
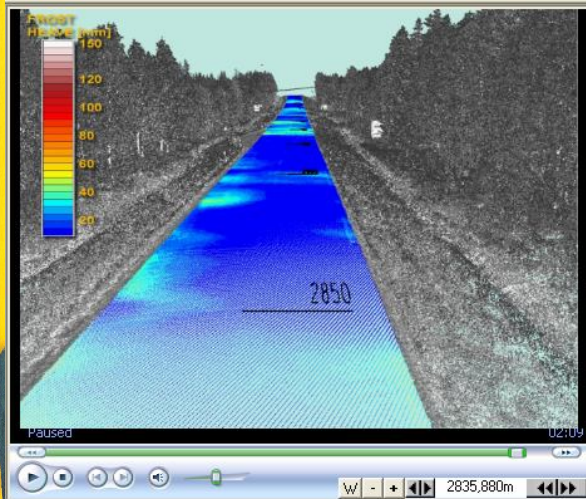
Голубая линия: правая полоса
Красная линия: левая полоса

Голубая линия: правая полоса
Красная линия: левая полоса

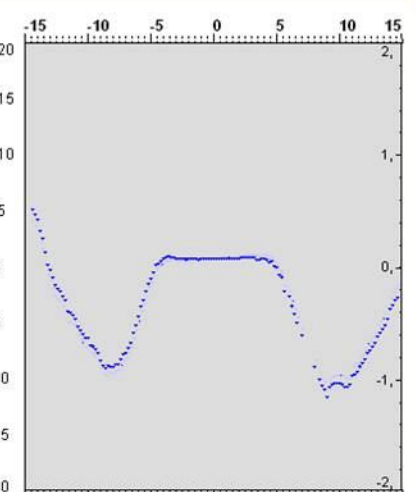
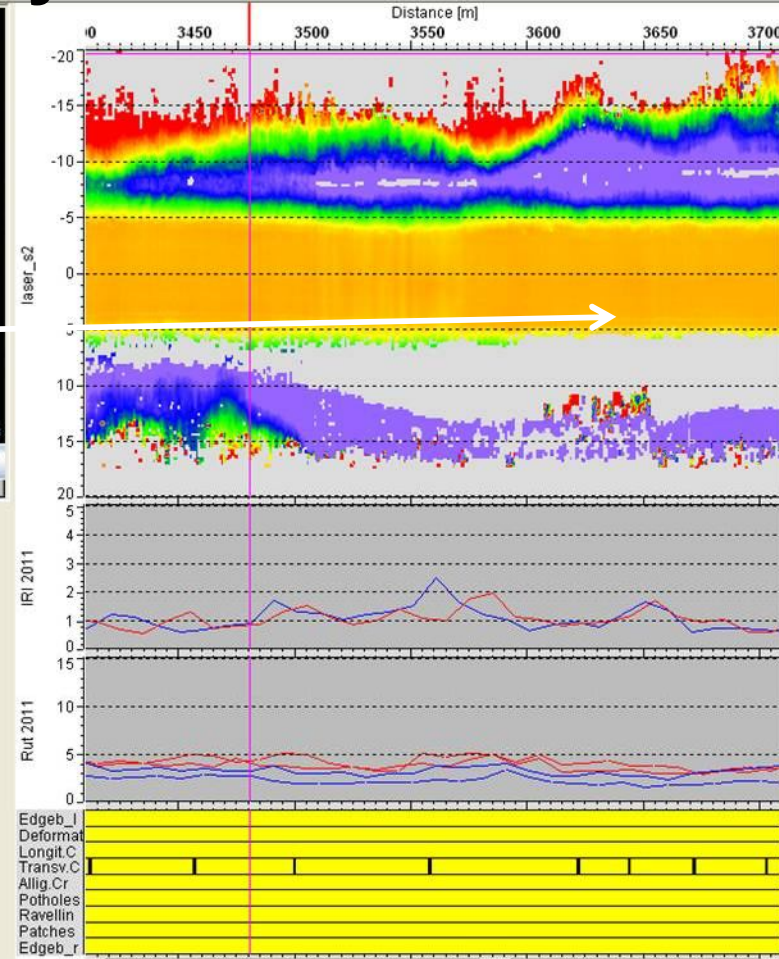
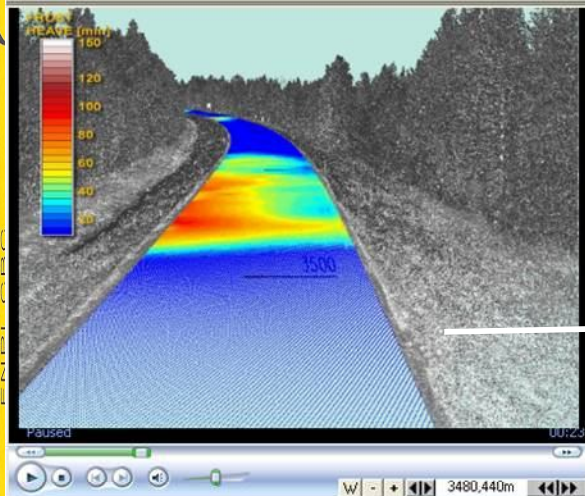


This Project is financed by EU

Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д НW4



Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д НW4



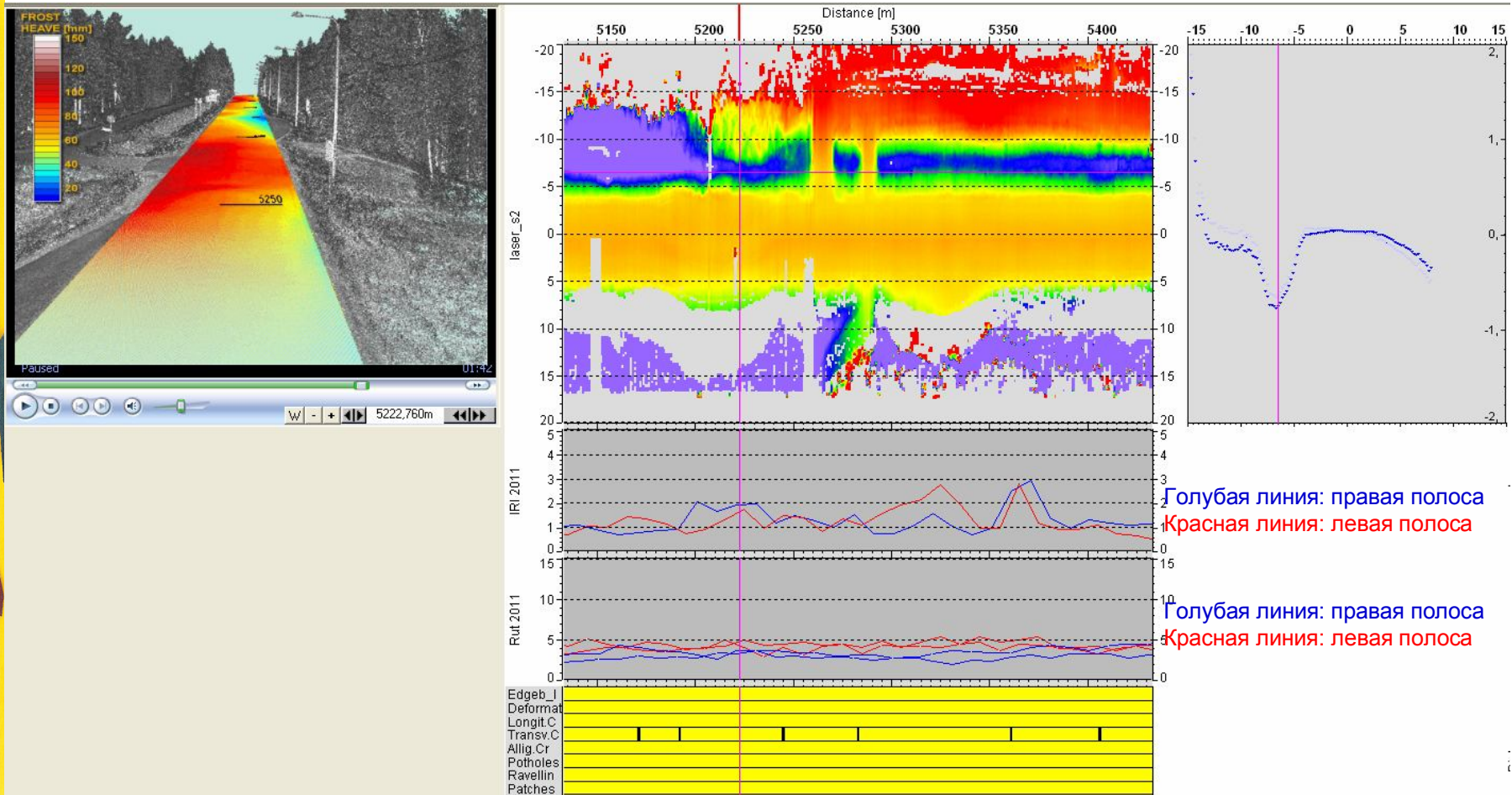
Голубая линия: правая полоса
 Красная линия: левая полоса

Голубая линия: правая полоса
 Красная линия: левая полоса

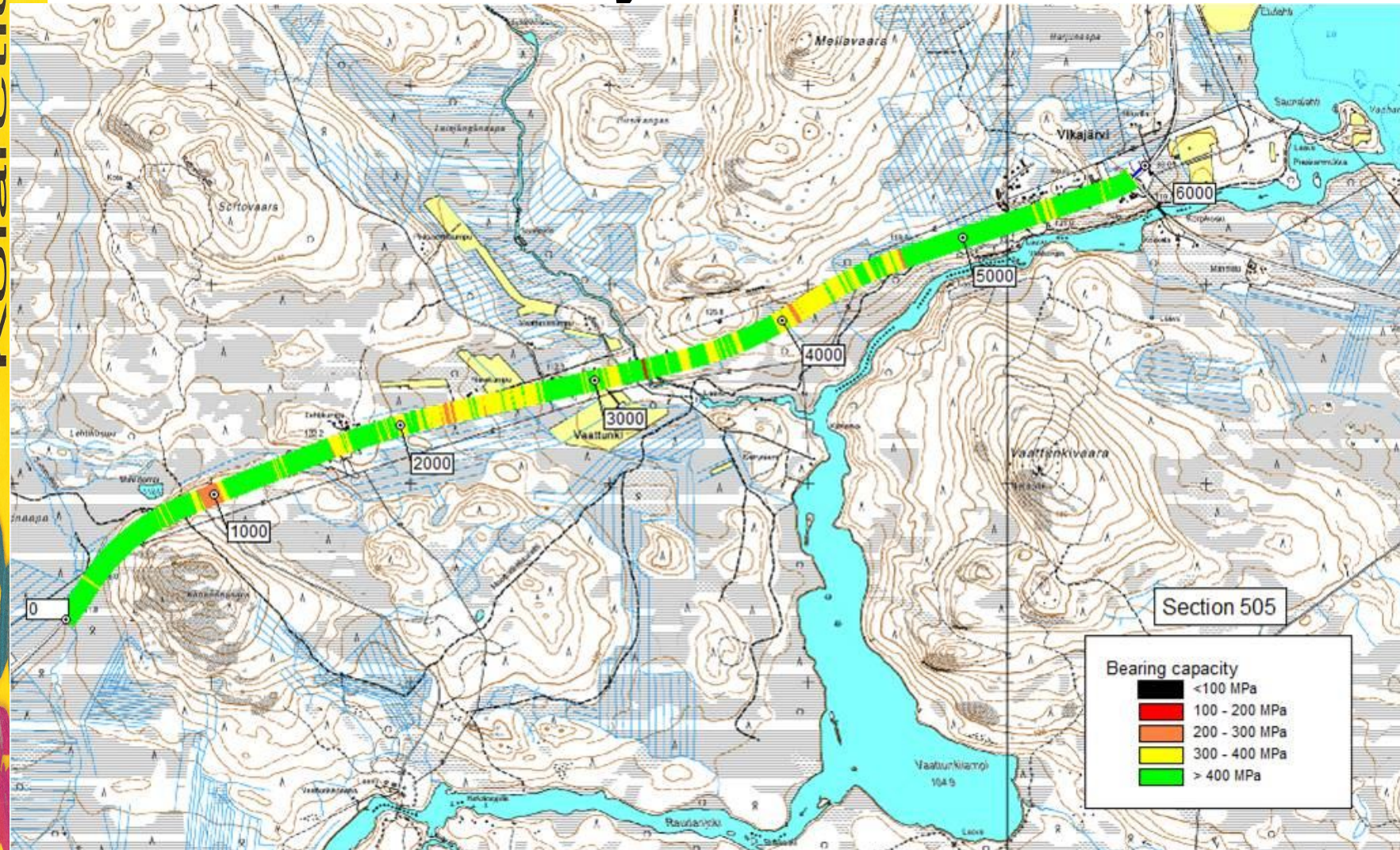


This Project is financed by EU

Анализ влияния морозного пучения на участке 505 а/д HW4

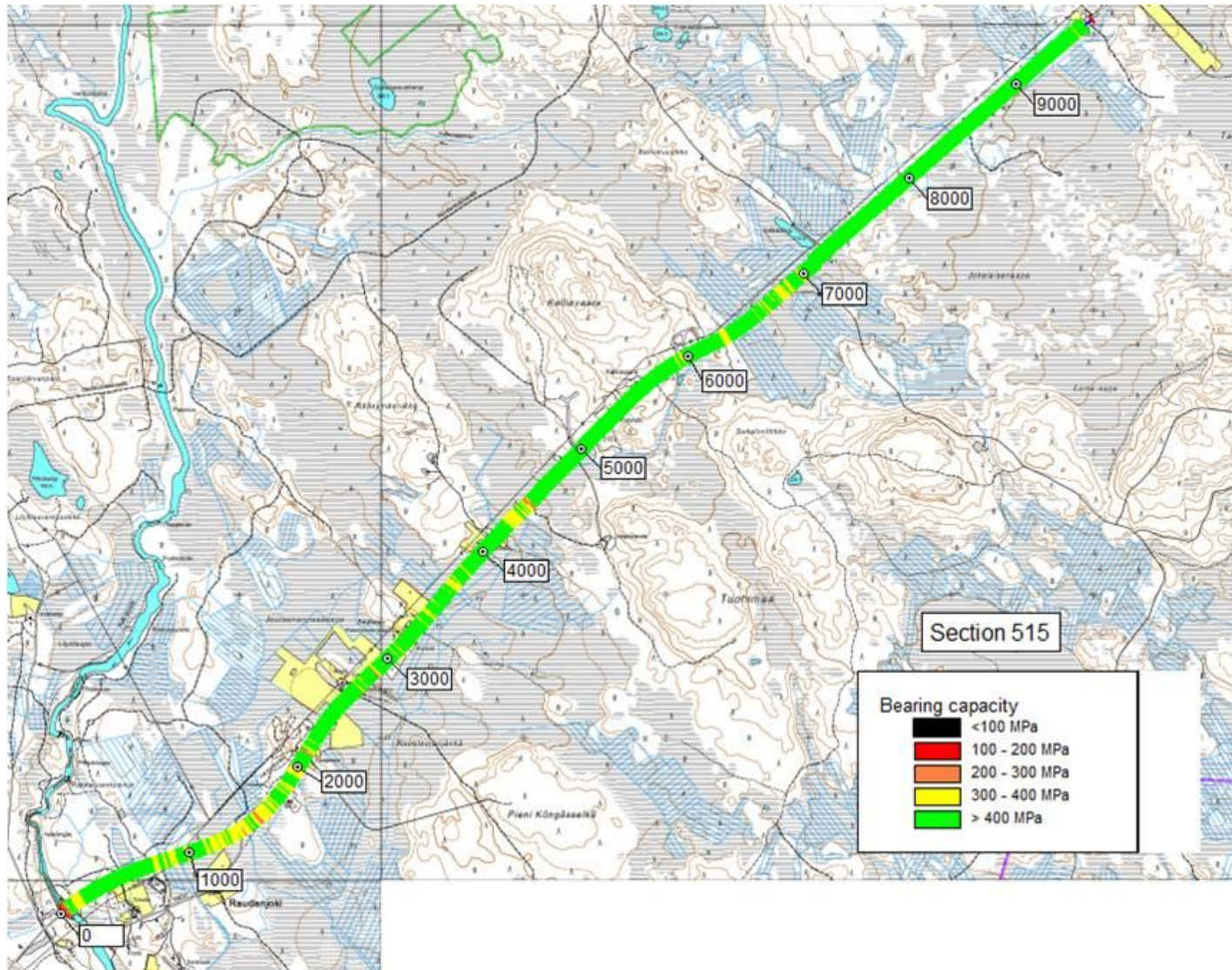


Несущая способность по Одемарку (ROADEX) – участок 505



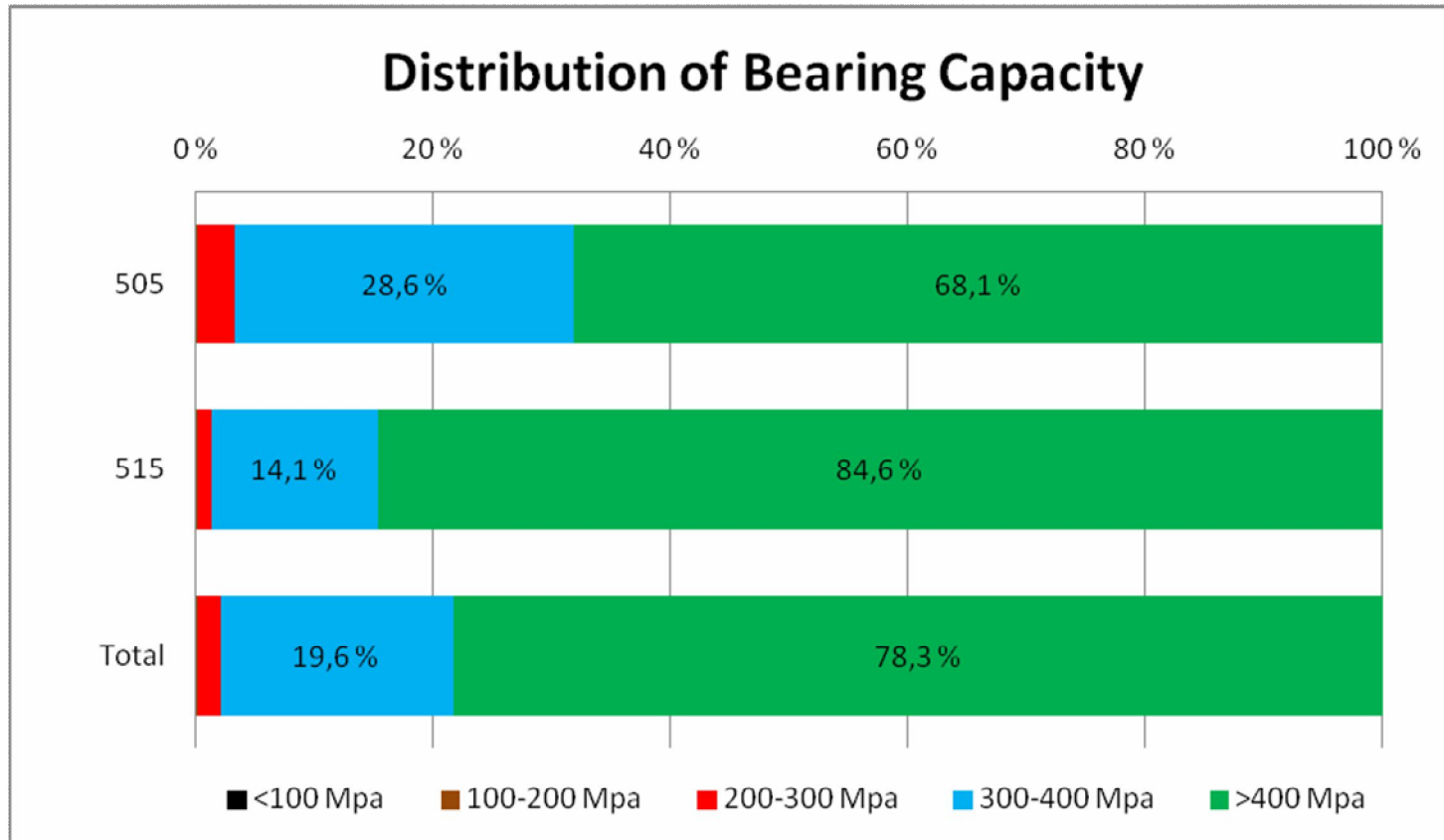
This Project is financed by EU

Несущая способность по Одемарку (ROADEX) – участок 515



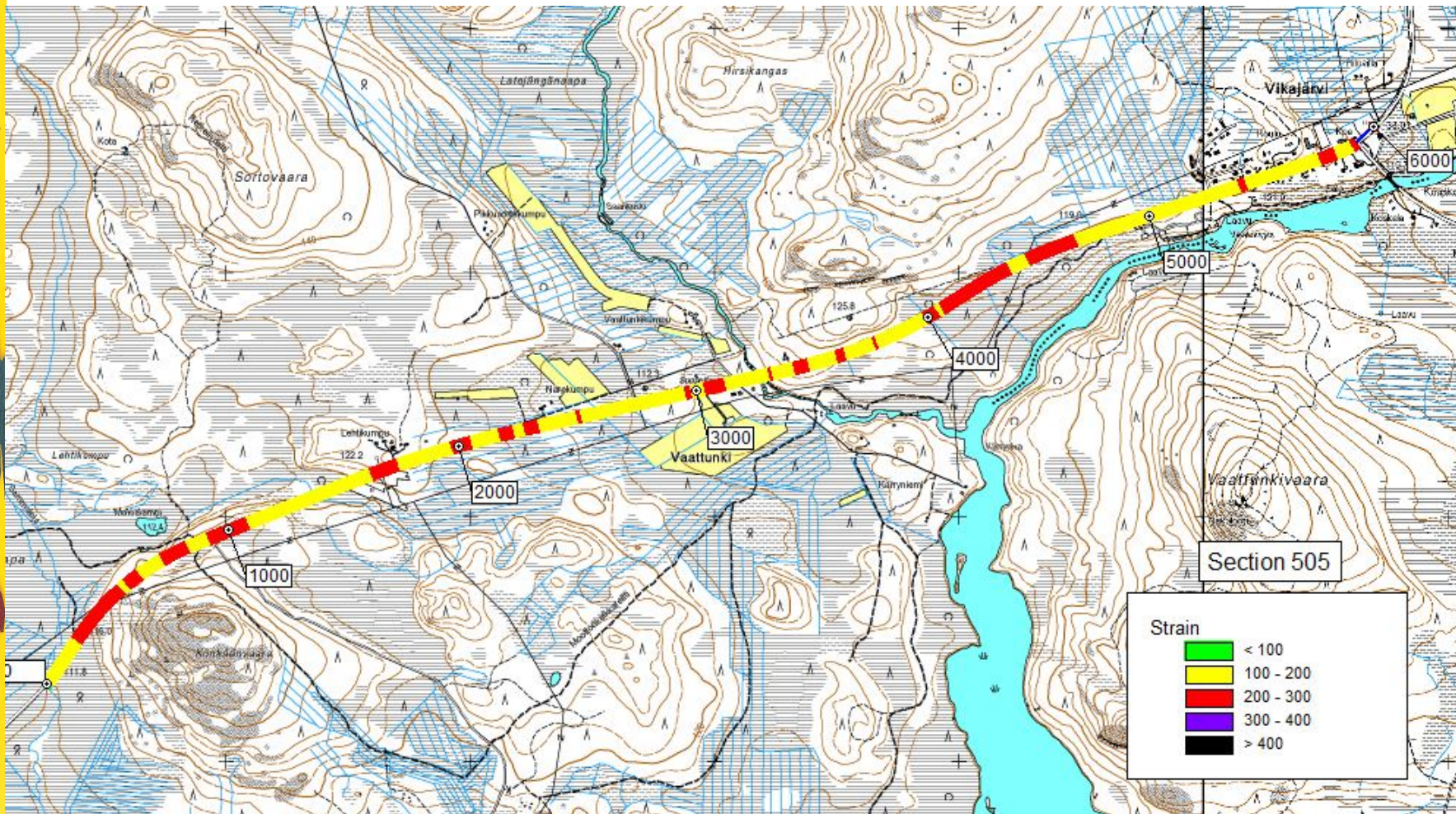
This Project is financed by EU

Распределение показателей несущей способности по Одемарку (ROADEX) (упругая характеристика)



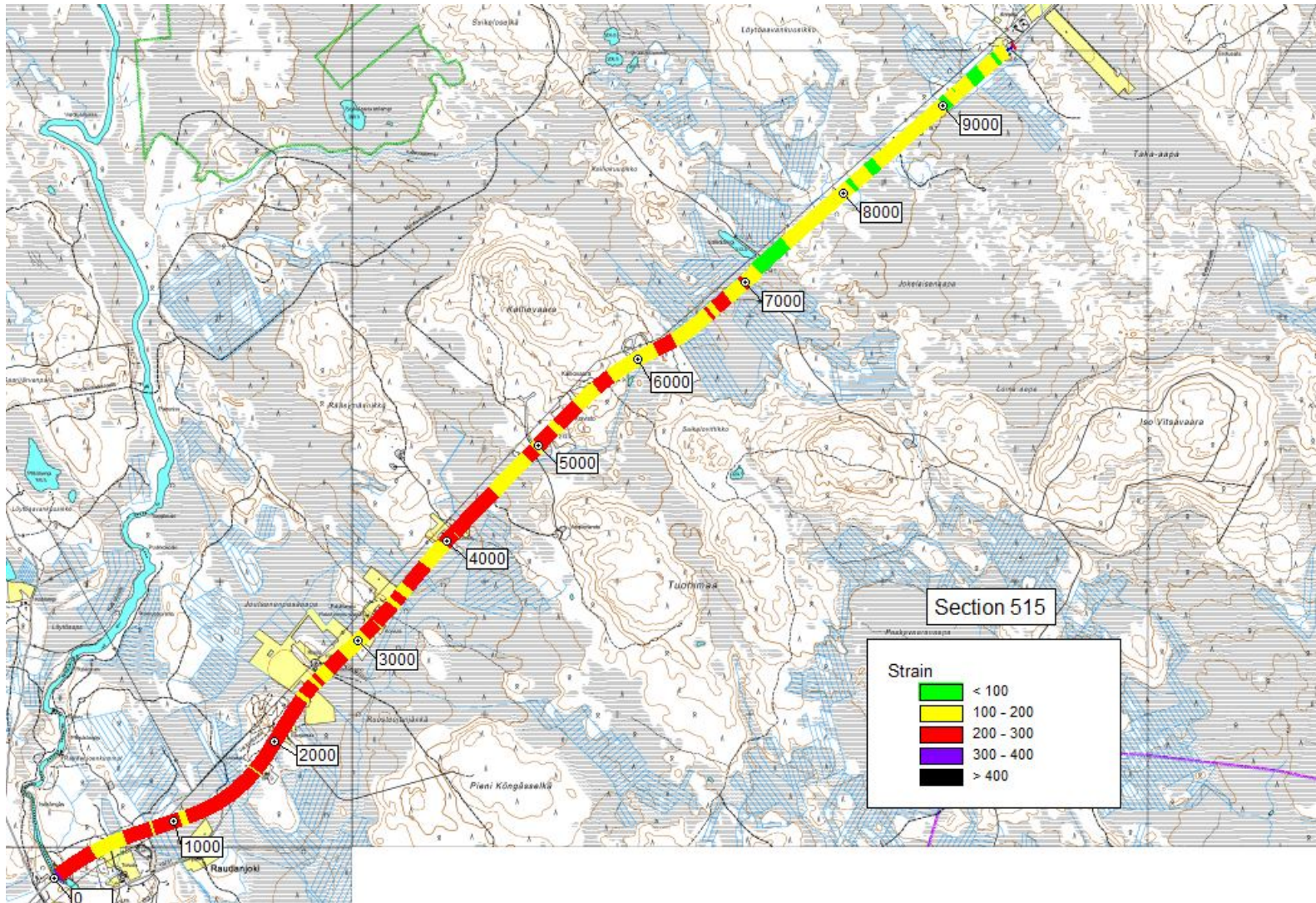
This Project is financed by EU

Напряжения в покрытии – участок 505



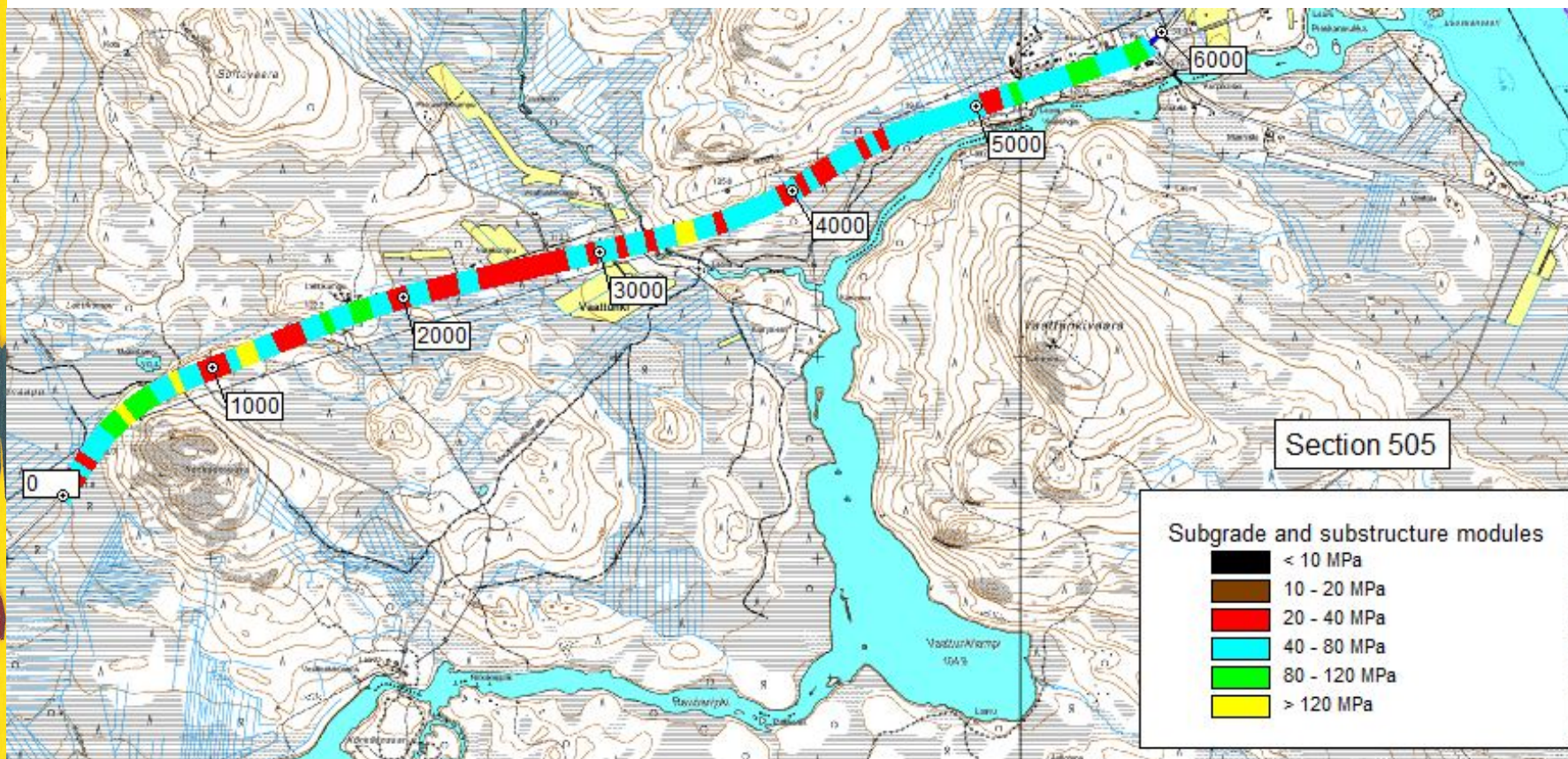
This Project is financed by EU

Напряжения в покрытии – участок 515



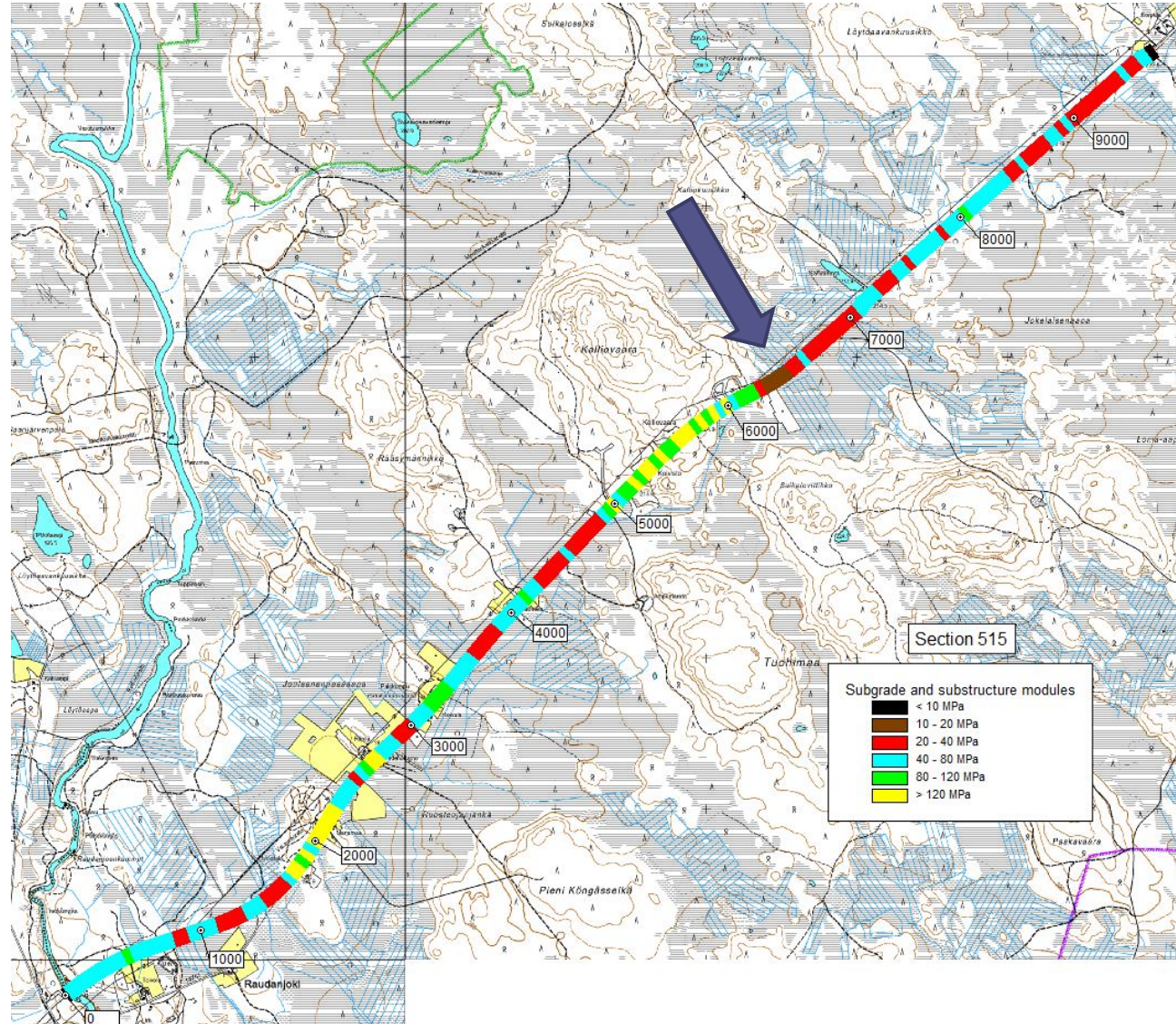
This Project is financed by EU

Модуль упругости земляного полотна – участок 505



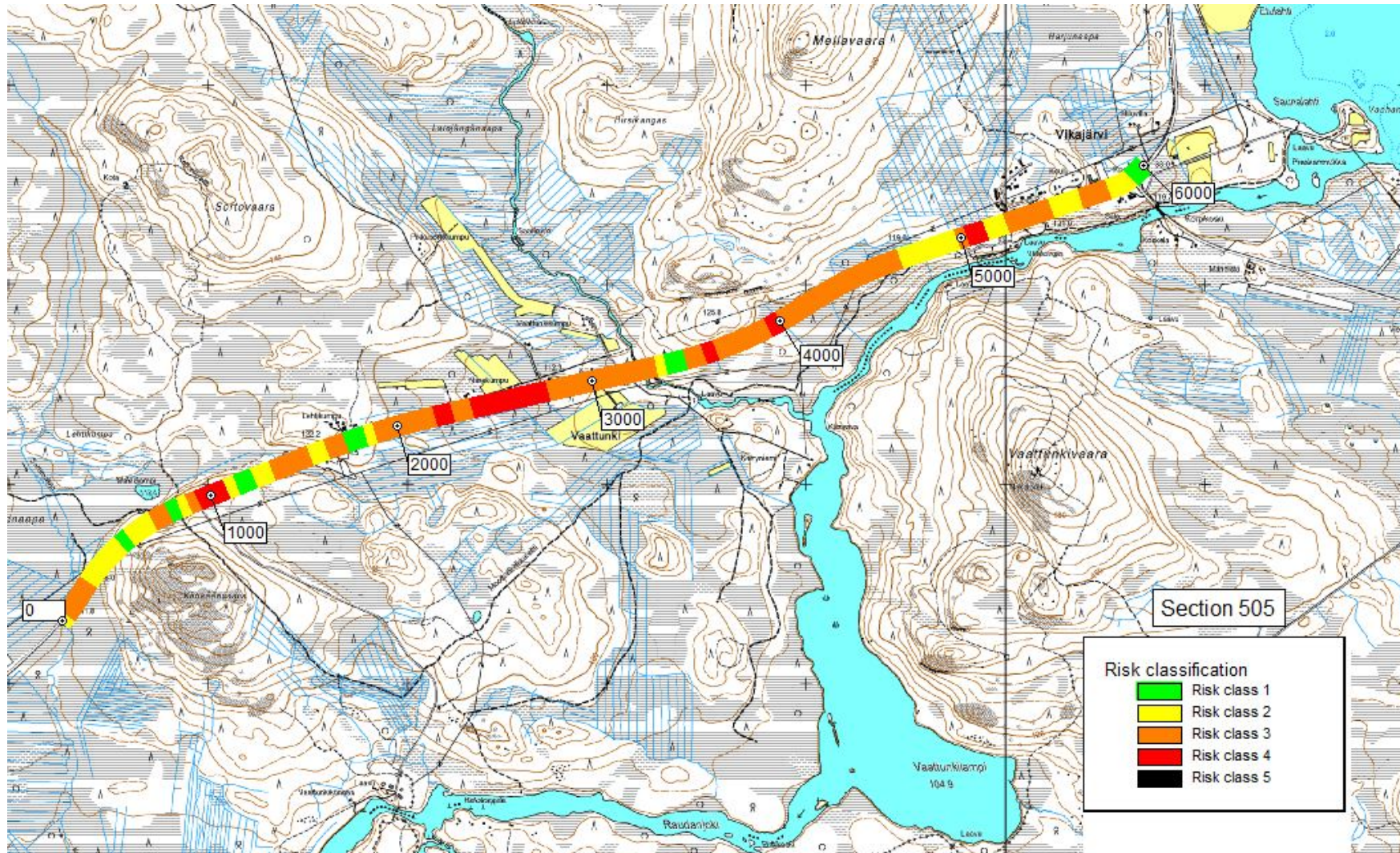
This Project is financed by EU

Модуль упругости земляного полотна – участок 515



This Project is financed by EU

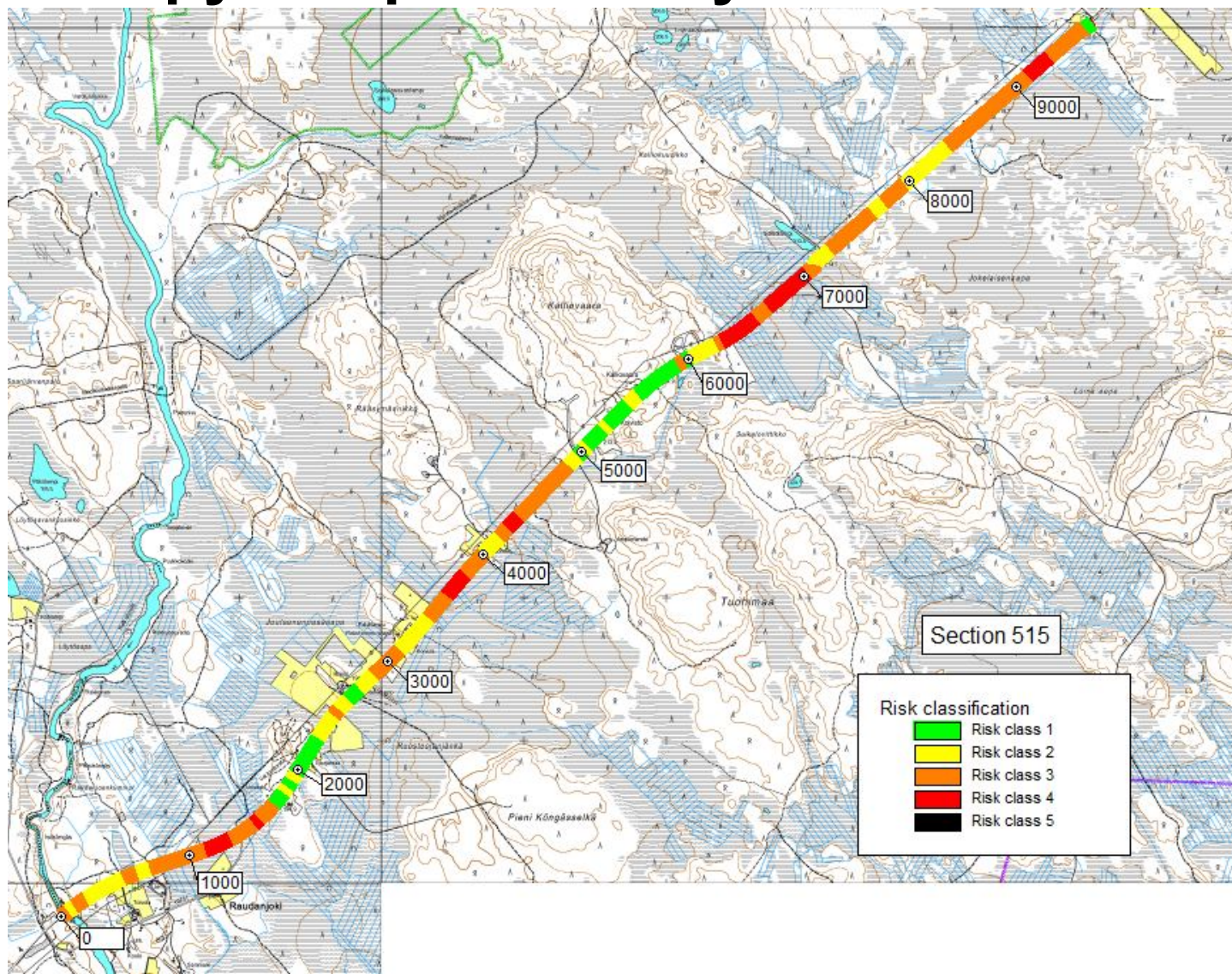
Классификация рисков тяжелых автоперевозок – участок 505



This Project is financed by EU



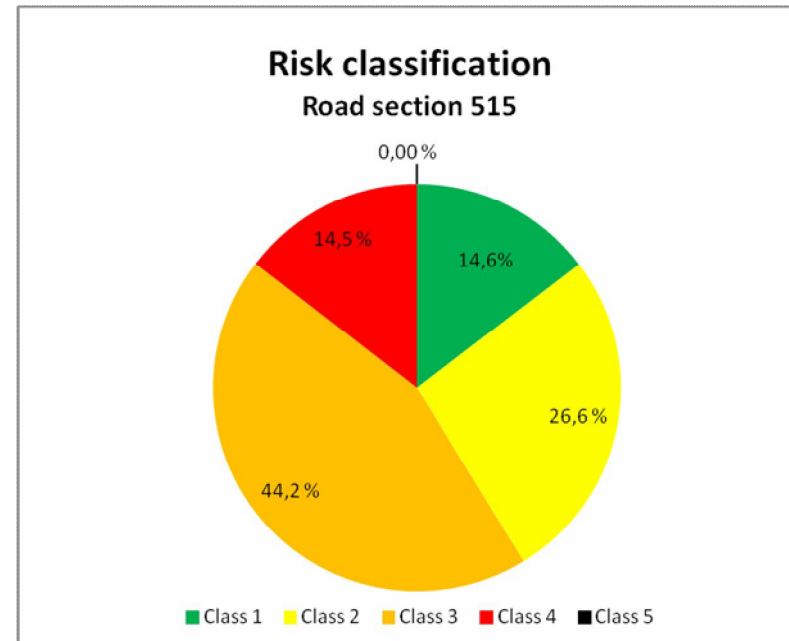
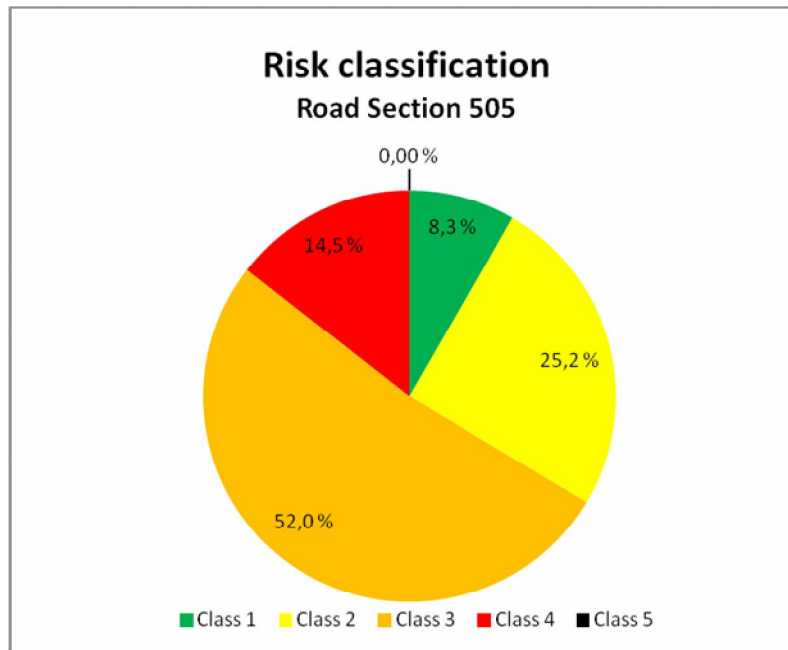
Классификация рисков тяжелых грузоперевозок – участок 515



This Project is financed by EU



Распределение классов рисков тяжелых грузоперевозок





Остаточный срок службы для каждого класса риска при существующей интенсивности движения

Расчет в системе управления покрытиями PMS

505	Исходная ССИД		515	Исходная ССИД	
	Связный слой	Насыпь		Связный слой	Насыпь
1	>20	>20	1	5	>20
2	18	>20	2	4	>20
3	19	>20	3	14	>20
4	7	7	4	9	13



Остаточный срок службы для каждого класса риска при текущей интенсивности движения (система управления покрытиями)

505			505			505		
+50% тяжелых грузовых ТС			+100% тяжелых грузовых ТС			+200% тяжелых грузовых ТС		
Класс риска	Связный слой	Насыпь	Класс риска	Связный слой	Насыпь	Класс риска	Связный слой	Насыпь
1	17	>20	1	13	>20	1	8	>20
2	12	>20	2	9	>20	2	5	>20
3	14	>20	3	10	>20	3	7	>20
4	5	5	4	4	4	4	3	2

515			515			515		
+50% тяжелых грузовых ТС			+100% тяжелых грузовых ТС			+200% тяжелых грузовых ТС		
Класс риска	Связный слой	Насыпь	Класс риска	Связный слой	Насыпь	Класс риска	Связный слой	Насыпь
1	3	>20	1	2	>20	1	2	>20
2	3	>20	2	2	>20	2	1	>20
3	9	>20	3	7	>20	3	5	>20
4	6	9	4	5	7	4	3	4



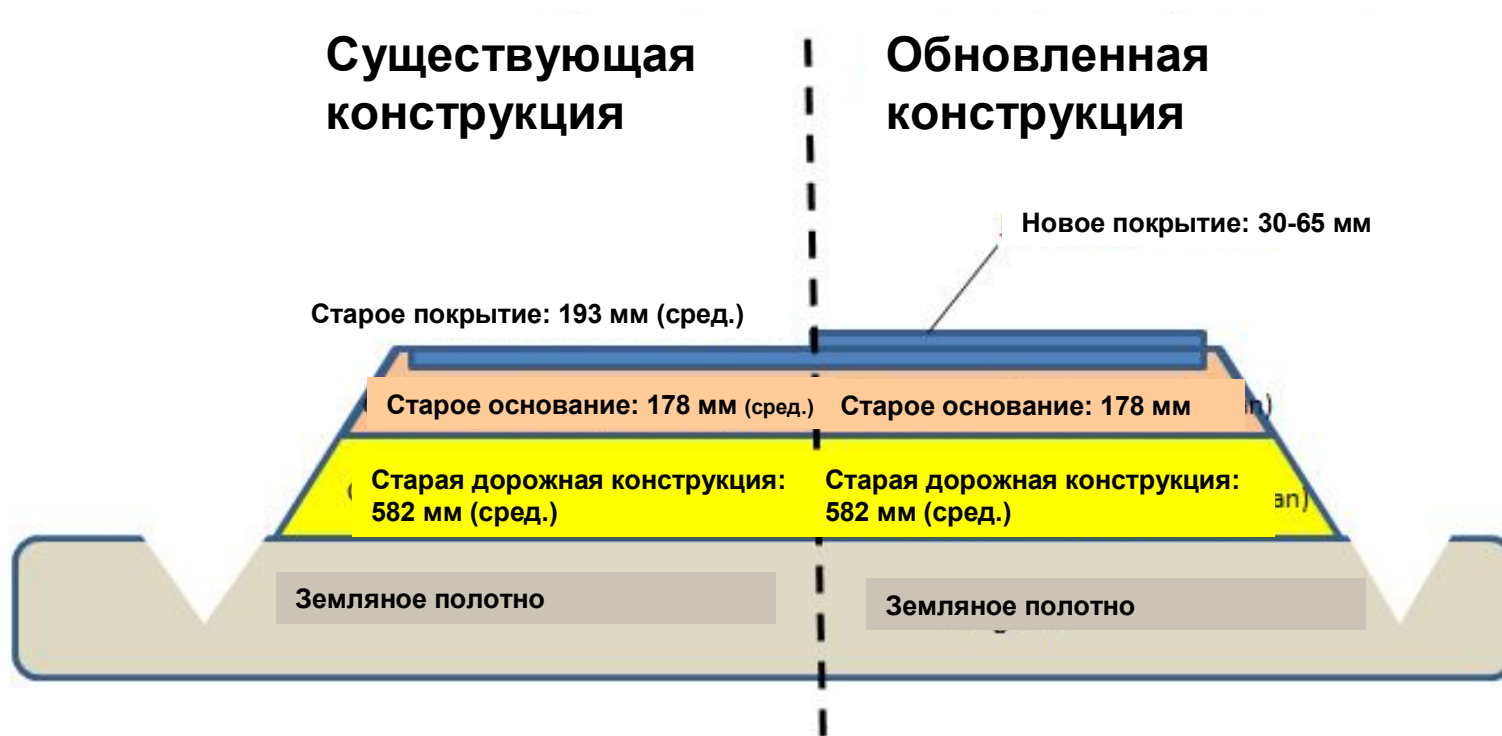
Потребности в усилении дорожной конструкции для различных классов риска, а/д НW4 участок 505

505	Исходная ССИД			+50% тяжелых грузовых ТС		
Класс риска	Покрытие	Связный слой основания	Несвязный слой	Покрытие	Связный слой основания	Несвязный слой
1	-			30мм	-	-
2	30мм			40мм	-	-
3	30мм			40мм	-	-
4	100мм	100мм	100мм	100мм	100мм	100мм

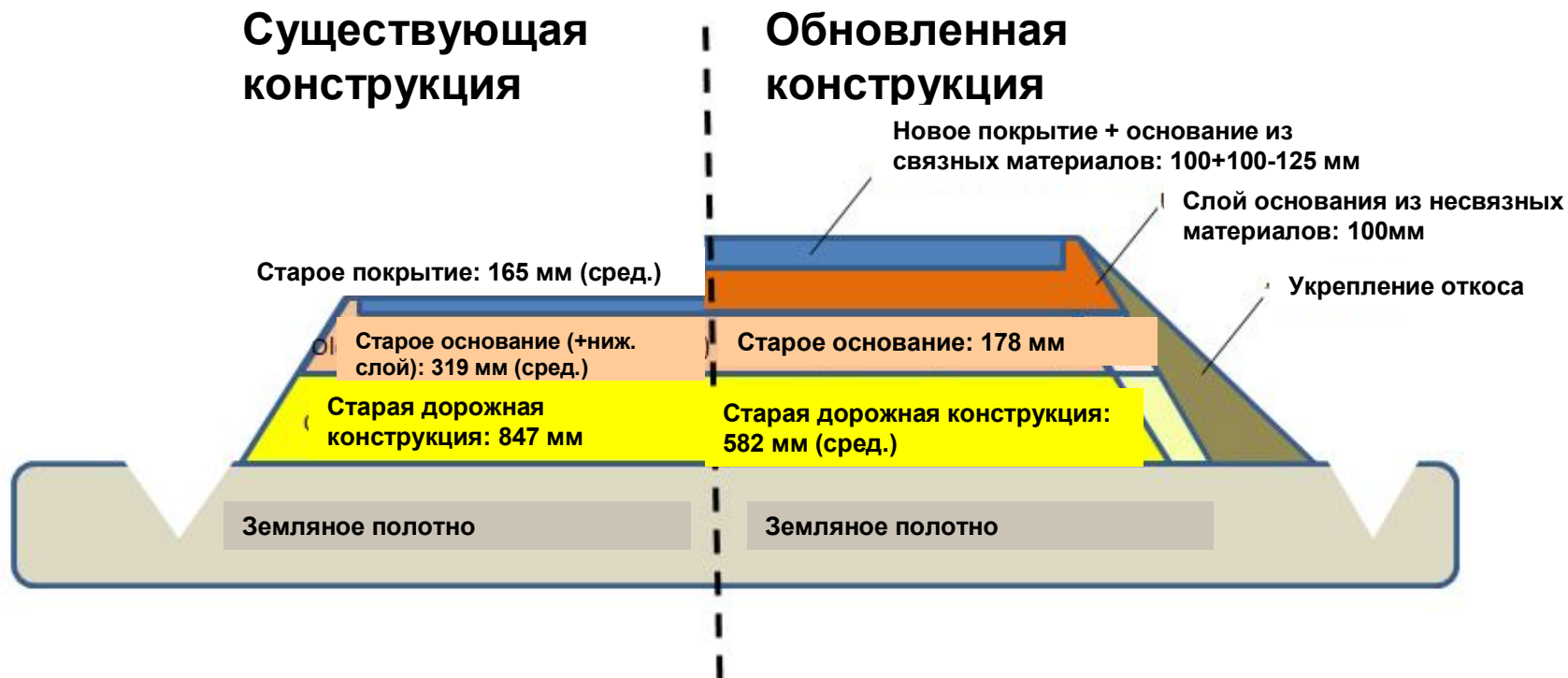
505	+100% тяжелых грузовых ТС			+200% тяжелых грузовых ТС		
Класс риска	Покрытие	Связный слой основания	Несвязный слой	Покрытие	Связный слой основания	Несвязный слой
1	40мм			50мм	-	-
2	50мм			65мм	-	-
3	50мм			65мм	-	-
4	100мм	125мм	100мм	100мм	125мм	300мм



УЧАСТОК ДОРОГИ 505



УЧАСТОК ДОРОГИ 505

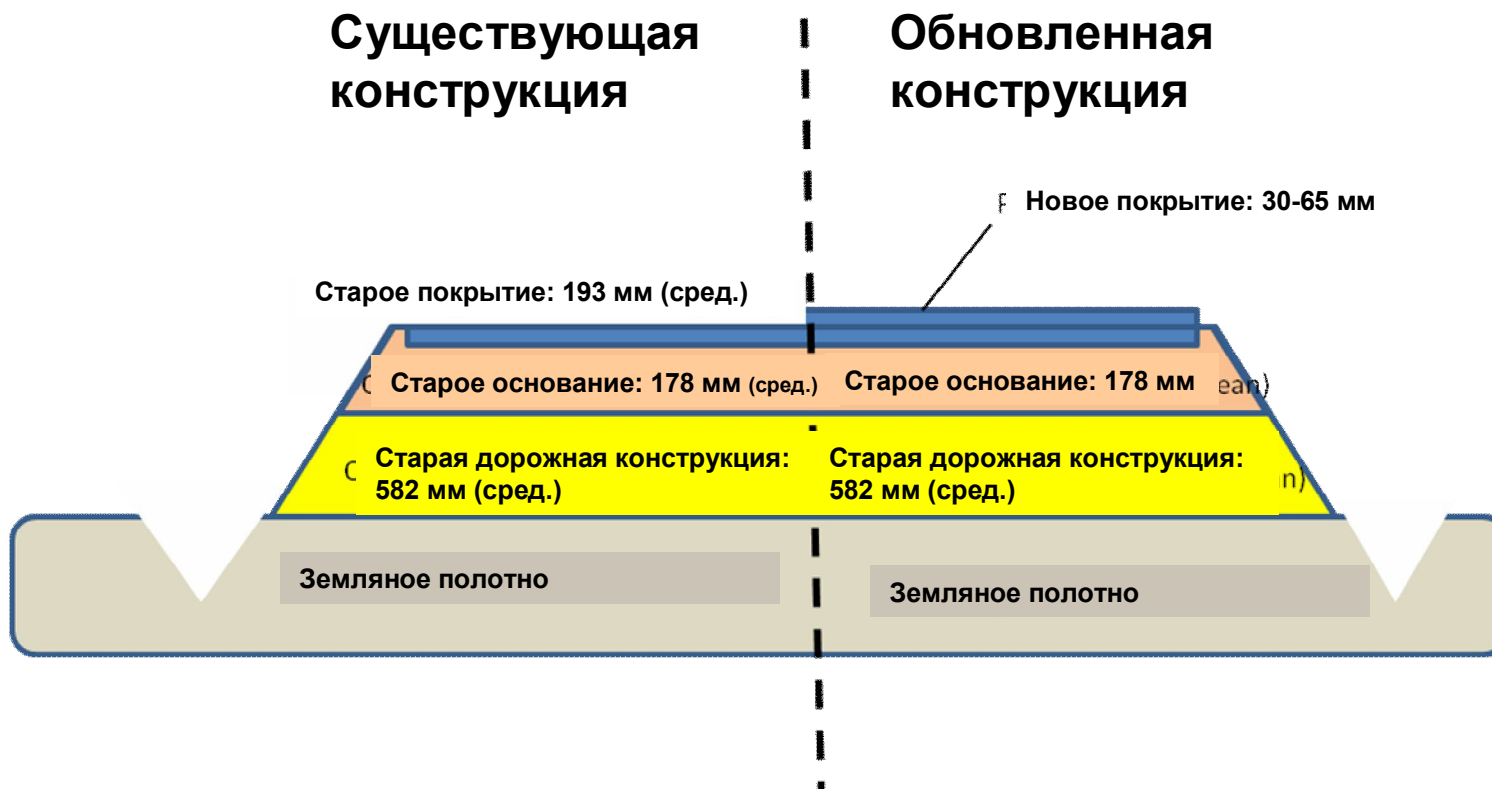


Потребности в усилении конструкции для различных классов риска – участок 515

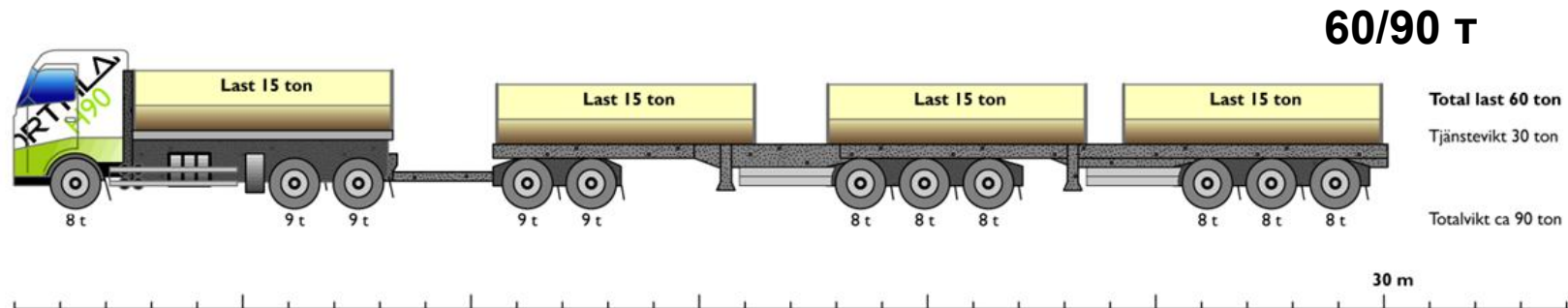
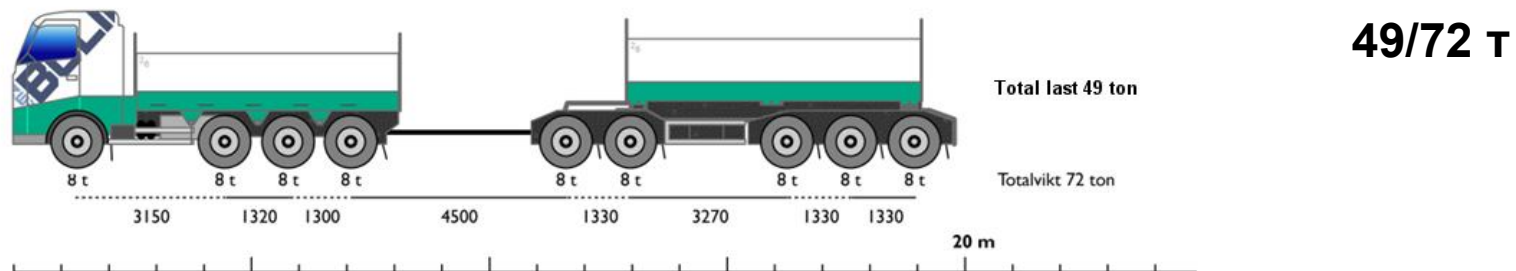
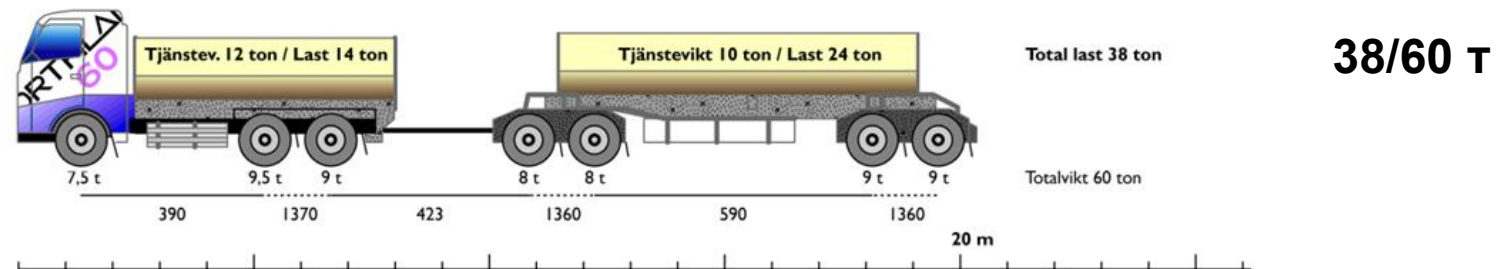
515	Исходная ССИД	+50% тяжелых грузовых ТС	+100% тяжелых грузовых ТС	+200% тяжелых грузовых ТС
Класс риска	Покрытие	Покрытие	Покрытие	Покрытие
1	50мм	65мм	75мм	90мм
2	50мм	65мм	75мм	100мм
3	30мм	40мм	50мм	60мм
4	40мм	50мм	65мм	80мм



УЧАСТОК ДОРОГИ 515



Баренц регион, Финляндия: Анализ рисков различных сценариев повышения транспортных нагрузок





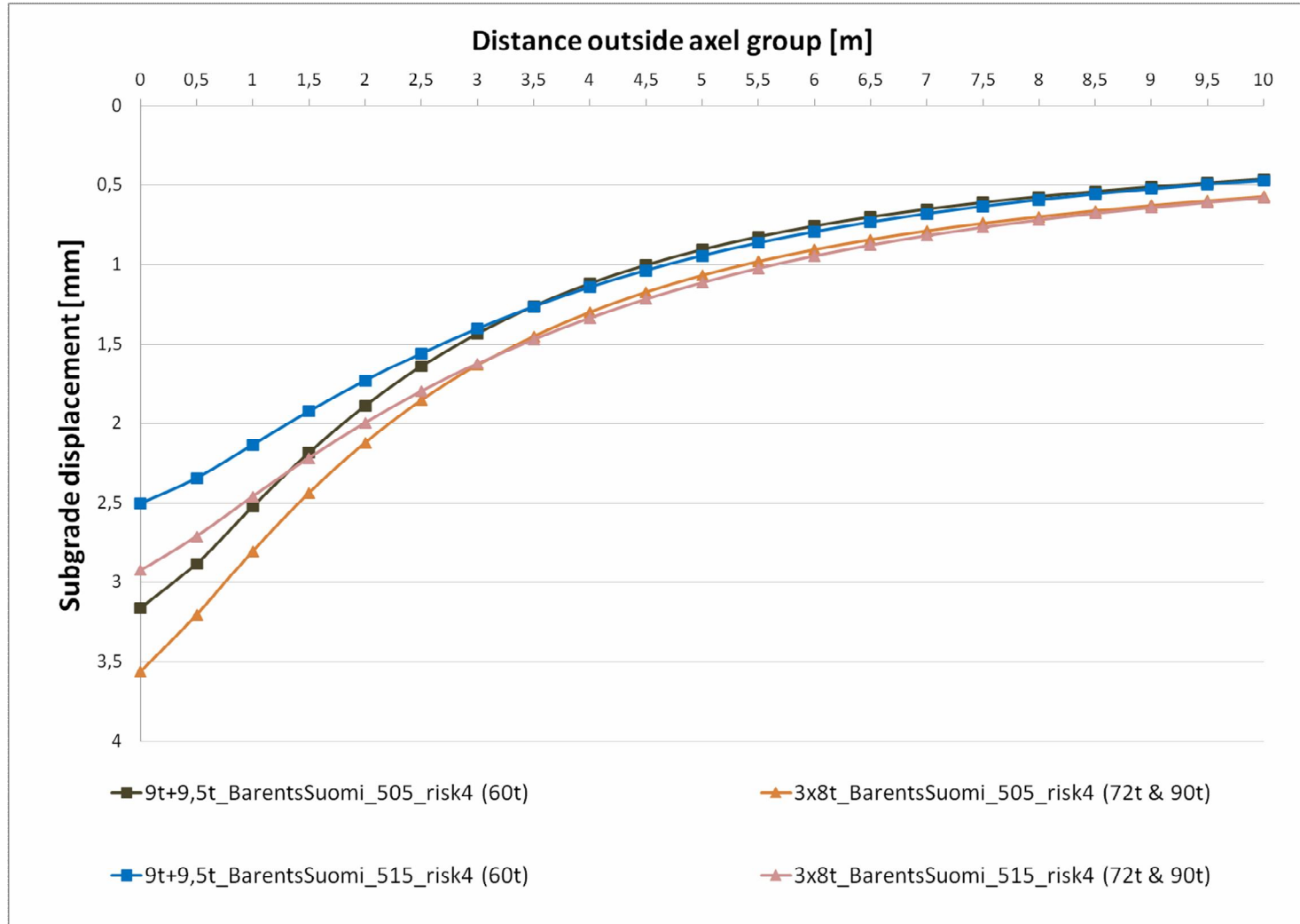
Баренц регион, Финляндия: расчет дорожных конструкций

Дорожная конструкция	Слой	Толщина, мм	Модуль упругости, МПа
Участок 505, класс риска 4	Связный	162	3000
	Основание	129	200
	Несвязный	482	100
	Земляное полотно		10
Участок 515, класс риска 4	Связный	127	3000
	Основание	403	200
	Несвязный	590	100
	Земляное полотно		10



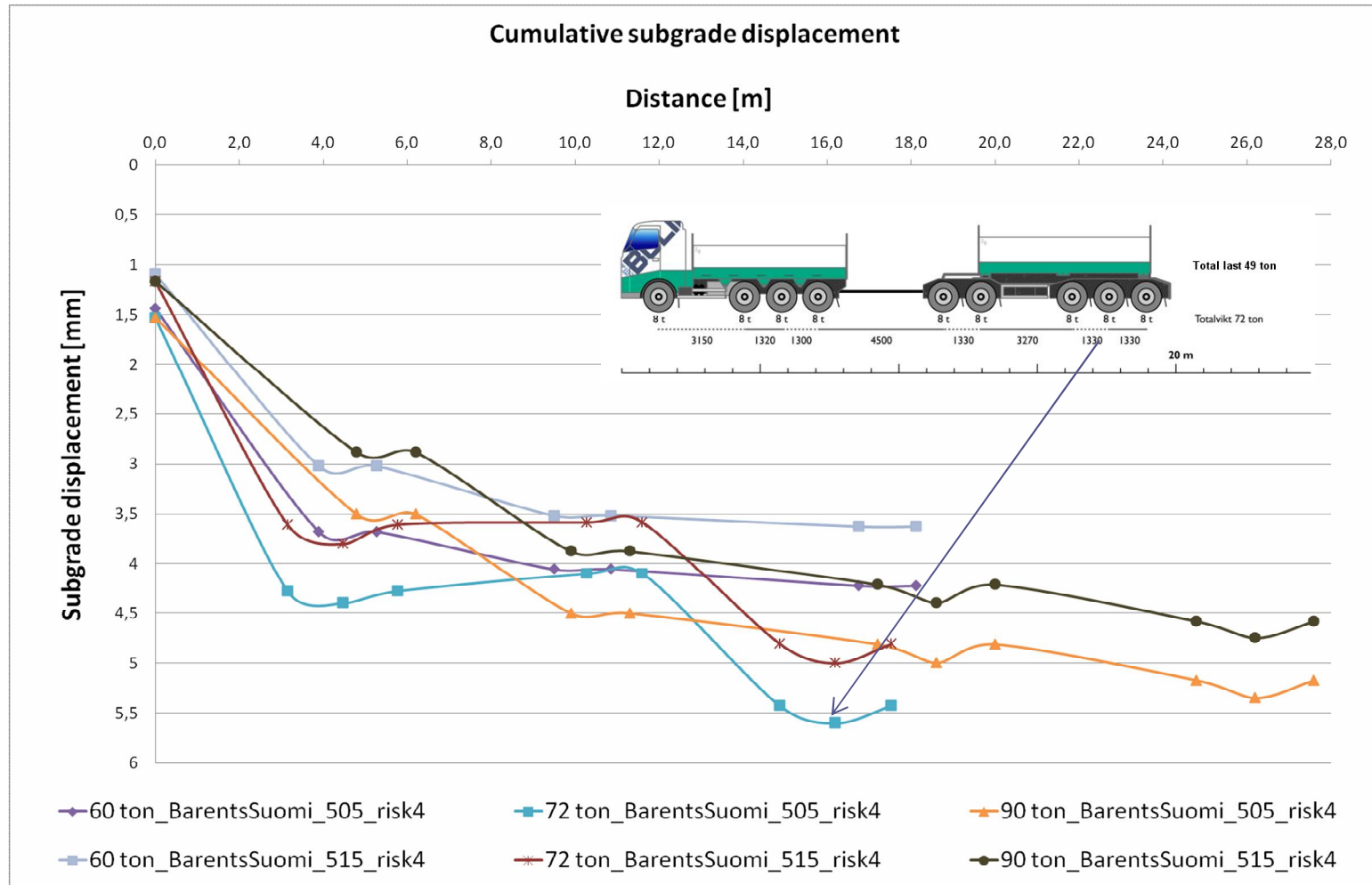
This Project is financed by EU

Смещение/сдвиг насыпи. Определение (критической) осевой группы, м



This Project is financed by EU

Смещение насыпи. Кумулятивный эффект



This Project is financed by EU

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТ - РЕКОМЕНДАЦИИ

Улучшение структурных характеристик

- Расчет усилий и напряжений
- фокусирование на самых «слабых» участках и их усиление до уровня, который позволяют имеющиеся ресурсы
- разработка стратегии «если, то» на случай критической ситуации для оставшихся участков с низкой несущей способностью

Стандарты дорожного содержания

- содержание дорожного водоотвода
- зимнее содержание
- содержание в период распутицы
- превентивное содержание на основе результатов мониторинга

Мониторинг состояния дорог и Системы предупреждения

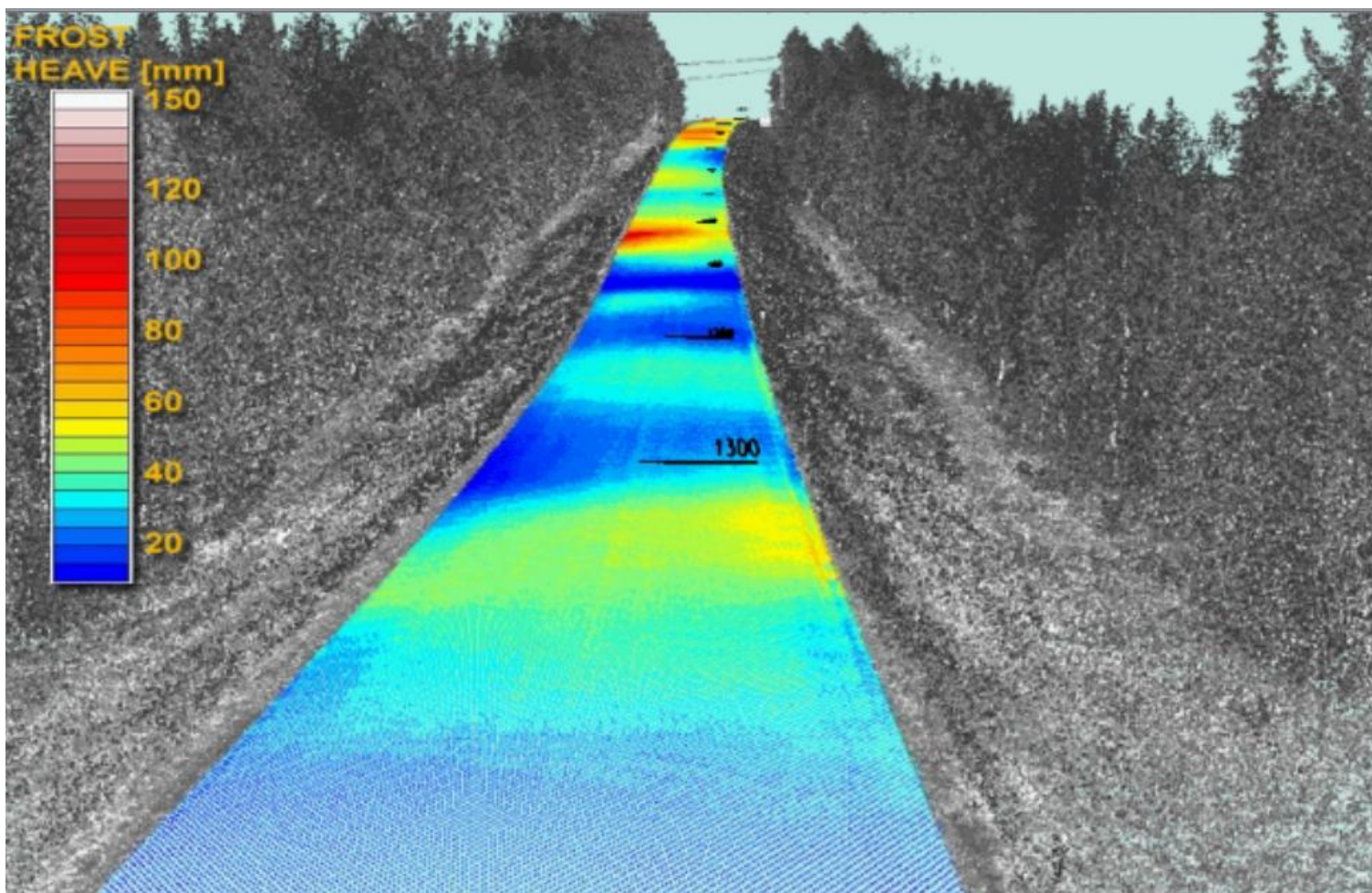
- мониторинг и система предупреждения о снижении несущей способности в период распутицы (можно закрыть движение только на несколько дней?)
- мониторинг транспортно-эксплуатационных характеристик и реагирование даже на небольшие изменения несущей способности

Технология контроля давления воздуха в шинах и планирование перевозок

- типы шин и давление воздуха в шинах (СТІ)
- конфигурация осей
- число осей
- управление перевозками (время на восстановление дороги)
- избежание перегрузок (нагрузок) в периоды снижения несущей способности



Спасибо за внимание



This Project is financed by EU

