



Пэр Кристофферсон, Свантэ Йоханссон

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСНОЙ ДОРОГИ— ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Демонстрационный проект ROADEX

Перевод на русский язык для Проекта KOLARCTIC ENPI CBC «Управление дорогами с низкой интенсивностью движения в Баренц регионе»

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| АННОТАЦИЯ | 3 |
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 5 |
| 1. ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1.1. ПРОЕКТ ROADEX | 6 |
| 1.2. ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ROADEX | 7 |
| 1.3. ЗАДАНИЕ ДЗ «ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕСНЫХ ДОРОГ» | 8 |
| 1.4. ШВЕДСКИЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ | 8 |
| 2. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА | 9 |
| 3. ЛЕСОВОЗНАЯ ДОРОГА | 10 |
| 3.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ | 10 |
| 3.2 СОСТОЯНИЕ ДОРОГИ | 11 |
| 4. ПРОЕКТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДОРОГИ | 13 |
| 4.1 ВВЕДЕНИЕ | 13 |
| 4.2 ПРОЕКТ ШВЕДСКОГО АГЕНТСТВА ПО ЛЕСНОМУ ХОЗЯЙСТВУ | 13 |
| 4.2.1 Дорожное обследование | 13 |
| 4.2.2 Проектное предложение | 13 |
| 4.3 ПРОЕКТ КОМПАНИИ SCA FOREST AB, SCA | 14 |
| 4.3.1 Дорожные обследования | 14 |
| 4.3.2 Проектное предложение | 14 |
| 4.4 ПРОЕКТ КОМПАНИИ SVEASKOG | 15 |
| 4.4.1 Дорожные обследования | 15 |
| 4.4.2 Проектное предложение | 15 |
| 4.5 ПРОЕКТ КОМПАНИИ ROADSCANNERS | 16 |
| 4.5.1 Процедура проектирования | 16 |
| 4.5.2 Этап 1 – Сбор данных | 17 |
| 4.5.3 Этап 2 – Запуск проекта; обработка и анализ данных | 21 |
| 4.5.4 Этап 3 – Расчет параметров слоев дорожной конструкции и грунта земляного полотна | 22 |
| 4.5.5 Этап 4 - Первоначальная несущая способность | 23 |
| 4.5.6 Этап 5 – Проект восстановления; целевая несущая способность | 26 |
| 4.5.7 Этап 6 – Проверка проекта с использованием дополнительных данных | 27 |
| 4.5.8. Проектные предложения | 29 |
| 5 СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ | 31 |
| 5.1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ | 31 |
| 5.2 ОБЪЕМЫ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ | 32 |
| 5.3 Влияние на состояние окружающей среды | 33 |
| 5.4 ЗАТРАТЫ | 33 |
| 5.4.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ | 33 |
| 5.4.2 Дорожно-строительные материалы и дорожные работы | 34 |
| 5.4.3 Полевые обследования, анализ и проектирование | 34 |
| 5.4.4 Затраты на охрану окружающей среды | 34 |
| 5.4.5 Сроки службы | 35 |
| 5.4.6 Суммарные затраты | 35 |
| 6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 37 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДОРОГИ | 38 |

Полная версия данного отчета находится в стадии подготовки в рамках проекта ROADDEX.

Перевод на русский язык данной промежуточной версии выполнен НП «Зеленая Волна» по заказу Лидирующего партнера Проекта Kolarctic ENPI CBC «Управление дорогами с низкой интенсивностью движения в Баренц регионе» - ООО «АвтоДорожный Консалтинг» для целей обучающего курса.

Контактные данные:
НП «Зеленая Волна»
г. Архангельск,
ул. Смольный Буян, 20

greenwave29@mail.ru

ООО АвтоДорожный Консалтинг»
Г. Архангельск,
пр. Чумбарова-Лучинского, 23-5

adc.ltd@mail.ru
+7 (8182) 655-921

Окончательная версия отчета на английском языке будет доступна на сайте www.roadex.org

АННОТАЦИЯ

Проект сотрудничества ЕС ROADEX 1998-2013 является проектом транснационального сотрудничества, цель которого - поиск способов интерактивного и инновационного управления дорогами с низкой интенсивностью в Европейской Северной Периферии. Основными задачами проекта стали продвижение сотрудничества и проведение исследований общих проблем строительства и содержания дорог с низкой интенсивностью в сложных северных климатических условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

ROADEX, лесные дороги, оценка, усиление

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный документ представляет собой заключительный отчет Задачи D3 проекта ROADEX «Обеспечение транспортной доступности» - проекта технического транснационального сотрудничества между Хайландом (область Шотландии), Комиссией по лесному хозяйству Шотландии и Западных островов Шотландии; Северным регионом Норвежской администрации дорог общего пользования; Северным регионом Шведской транспортной администрации и Агентством по лесному хозяйству Швеции; Центром экономического развития, транспорта и окружающей среды Финляндии; Правительством Гренландии; Исландской администрацией дорог общего пользования; Администрацией национальных дорог и Министерством транспорта Ирландии.

Ведущим партнером проекта ROADEX «Обеспечение транспортной доступности» выступал Северный регион Шведской транспортной администрации, консультантом проекта являлась компания Roadscanners Оу из Финляндии.

В данном отчете представлены результаты использования методов ROADEX по оценке лесных дорог для движения тяжелого лесовозного транспорта. Работа включает исходное обследование, анализ и оценку, рекомендации по методам усиления дорог. Отчет подготовлен Свантэ Йоханссоном, шведская компания Roadscanners Sweden AB, и Пэром Кристофферссоном, Шведское агентство по лесному хозяйству. Графический дизайн подготовлен Микой Пюхяхухта из лаборатории Улеоборга.

Автор выражает свою благодарность за помощь в подготовке отчета:

- Продолжение следует...

Copyright © 2012 проект Roadex «Обеспечение транспортной доступности»

Все права защищены.

Лидирующий Партнер проекта ROADEX III: Шведская транспортная администрация, Северный регион, п/я 809, S-971 25, Лулео. Координатор проекта: г-н Кристер Пало.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. ПРОЕКТ ROADEX

Проект ROADEX – это техническое сотрудничество между дорожными организациями Северной Европы, направленное на обмен информацией и результатами исследований в дорожном секторе между партнерами проекта. Проект стартовал в 1998г. в качестве трехлетнего пилота сотрудничества между областями финской провинции Лапландия, губернией Тромс в Норвегии, Северным регионом Швеции и областью Хайленд в Шотландии, и был впоследствии продлен в рамках второго проекта, ROADEX II (2002-2005), затем третьего - ROADEX III (2006-2007) и четвертого – ROADEX IV «Обеспечение транспортной доступности» (2009-2012).



Партнеры проекта ROADEX «Обеспечение транспортной доступности» представляли администрации дорог общего пользования и предприятия лесной промышленности по всей Северной Периферии Европы. В их число входили округ Хайленд в Шотландии, Комиссия по лесному хозяйству Шотландии и Западные острова Шотландии, Северный регион Норвежской администрации дорог общего пользования, Северный регион Шведской транспортной администрации и Агентство по лесному хозяйству Швеции, Центр экономического развития, транспорта и окружающей среды Финляндии, Правительство Гренландии, Исландская администрация дорог общего пользования, Администрация национальных дорог и Министерство транспорта Ирландии.

Цель проекта - применение технологий, разработанных ROADEX, на дорожных сетях партнеров проекта для повышения эксплуатационной эффективности и экономичности. Ведущим партнером проекта выступала Шведская транспортная администрация, ведущим консультантом проекта - финская компания Roadscanners Oy.

Проект получил финансирование в рамках приоритетных национальных проектов в сентябре 2009г., первая встреча руководящего комитета проекта состоялась в г. Лулео, Швеция, в ноябре 2009г.

Основной частью проекта являлась программа, состоящая из 23 демонстрационных проектов, представляющих методы ROADEX на территории каждого партнера при поддержке новой межрегиональной «Консультационной службы ROADEX» и «Информационного центра». Также как часть проекта были проведены три исследования: D1 «Климатические изменения и их последствия для содержания дорог с низкой интенсивностью движения», D2 «Уширение дорог» и D3 «Вибрации, возникающие при дорожном движении и влияющие на состояние транспортных средств и здоровье человека».

Все отчеты доступны на сайте ROADEX: www.ROADEX.org.

1.2. ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ROADEX

Цель демонстрационных проектов ROADEX – продемонстрировать использование стратегий и технологий ROADEX на местах для поддержки их общего использования на партнерских территориях. Проекты были профинансированы и реализованы локальными офисами партнеров при поддержке консультационной службы ROADEX. Демонстрационными группами являются:

D1 Руководства по содержанию водоотвода (проекты...)

D2 Дружественные по отношению к дорогам транспортные средства и контроль давления в шинах (проекты...)

D3 Политики развития и содержание лесных дорог (проекты...)

D4 Методы устранения колеиности, от теории к практике (проекты...)

D5 Дороги на торфяных грунтах (проекты...)

D6 Здоровье и транспортные вибрации (проекты...)

Все проекты были выполнены в сроки, указанные в графике проекта, отчеты доступны на сайте ROADEX: www.ROADEX.org.

1.3. ЗАДАНИЕ D3 «ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ЛЕСНЫХ ДОРОГ»

Цель Задания D3 «Стратегии развития и содержание лесных дорог» - продемонстрировать методы ROADEX при помощи интегрированного изучения и анализа оценки дорог общего пользования и лесных дорог. Такие интегрированные методы не были известны до того, как были представлены в пилотном проекте ROADEX в 1998 г., но, начиная с того времени, их популярность на дорогах Северной Периферии растет.

1.4. ШВЕДСКИЙ ДЕМОСТРАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

Потребность лесной промышленности в лесных дорогах с хорошей несущей способностью продолжает расти, поскольку она нуждается в сырье в течение всего года. Более того, в связи с климатическими изменениями появляются другие требования к реконструкции существующих и строительству новых дорог. Требования охраны окружающей среды в управлении такими ресурсами, как дорожно-строительные материалы, возрастают, что также влияет на затраты. В результате возникает потребность в новых принципах восстановления дорог для увеличения их прочности, срока службы и снижения негативного влияния применяемых материалов.

Это демонстрационный проект в рамках шведской части проекта ROADEX IV, результат технического сотрудничества между дорожными организациями Северной Европы, целью которого является обмен информацией и исследованиями в дорожном секторе между партнерами. Партнерами этого демонстрационного проекта выступали Шведское агентство по дорожному хозяйству, Sveaskog (самая крупная в Швеции компания- собственник и поставщик леса), SCA Forest AB, Шведская дорожная администрация и компания Roadscanners.

Проект ROADEX разработал новые методы восстановления дорог с низкой интенсивностью движения, включая лесные дороги. Методы основаны на подробных полевых исследованиях оценки состояния дорог. Эти методы будут протестированы проектом на примере лесной дороги - Timmerleden и сопоставлены с традиционными дорожными обследованиями и проектными предложениями от партнеров. Компания Roadscanners разработала проектное предложение восстановления дороги, согласно методам ROADEX, чтобы сравнить его с предложениями по восстановлению, сделанными Шведским агентством по лесному хозяйству, компаний Sveaskog и SCA Forest AB. Сравнение включает проектные затраты, объемы использованных дорожных материалов, влияние на окружающую среду и затраты.

2. ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Общая цель проекта – разработать проектные решения по оптимизации экономии на дорожно-строительных материалах в соответствии с требованиями качества и допустимыми нагрузками.

Задача проекта – сравнить различные проектные технологии для восстановления лесных дорог на основе экологичности, экономичности и высокого качества. Используя результаты сравнения, будут предложены действенные меры по разработке планов восстановления дорог, прежде всего, для удовлетворения потребностей лесной отрасли.

3. ЛЕСОВОЗНАЯ ДОРОГА

3.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Timmerleden – лесная дорога, расположенная в 50 км к западу от города Боден на севере Швеции (см. рис. 1). Протяженность восстанавливаемого участка составляет около 5 км, ширина дороги - 4,5 м. Интенсивность движения на восстанавливаемом участке – около 25 тяжеловесных транспортных средств и несколько легковых автомобилей в сутки. Дорога должна обеспечивать круглогодичный проезд.

В 2005 году была проведено восстановление дороги, повышена ее несущая способность. Восстановление включало устройство следующих слоев: нижний слой основания – материал фракции 0-70 мм, 700 т/км, верхний слой основания – порядка 500 т/км и поверхностный слой – около 350 т/км. После восстановления дорога могла обеспечивать движения тяжелых грузовых автомобилей в течение всего года. Однако на дороге остались несколько участков, находящиеся в ослабленном состоянии, которые ежегодно в период весенней распутицы создают проблемы.

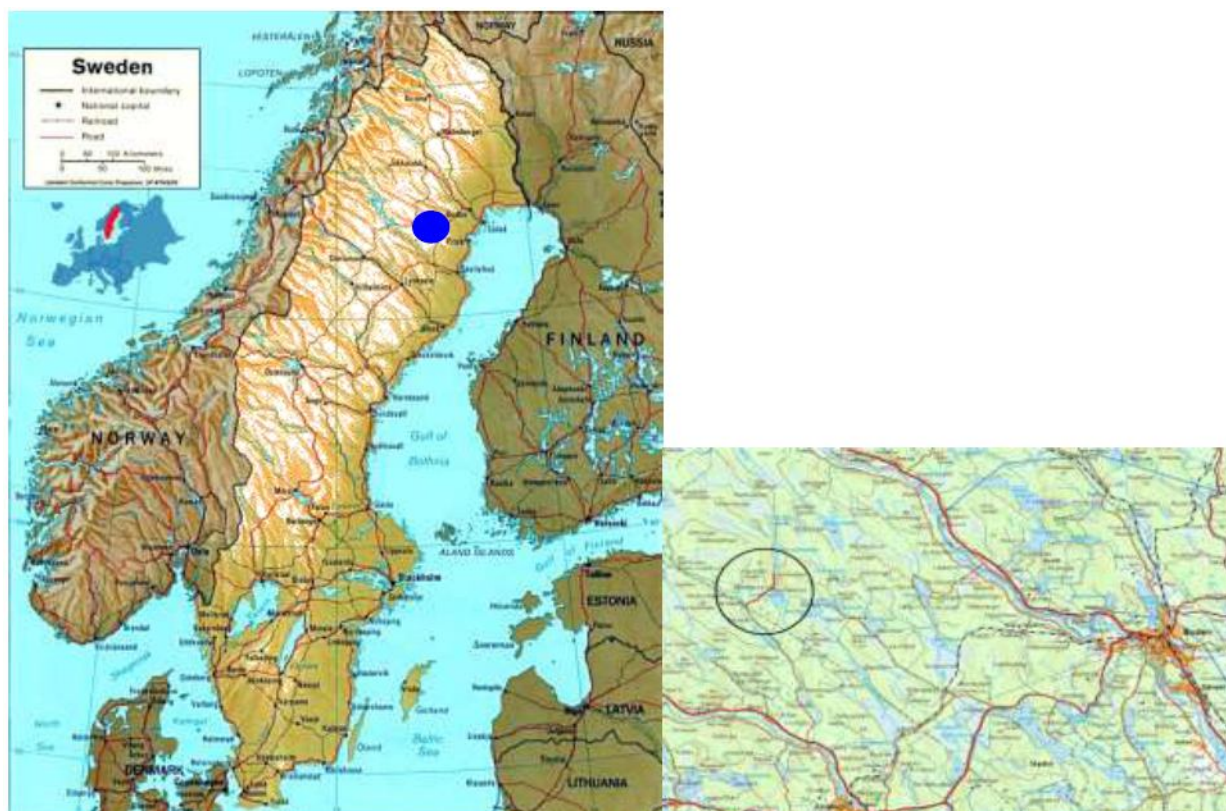


Рисунок 1 Карта Швеции с участком демонстрационного проекта, отмеченным жирной синей точкой и черной окружностью

3.2. СОСТОЯНИЕ ДОРОГИ

На дороге имеется несколько участков в ослабленном состоянии, вызывающих проблемы в весенний период. Весовые ограничения на дороге обычно вводятся на 1-2 недели в период весенней распутицы. Летом, как показывает Рисунок 2, на дороге также имеются дефекты покрытия, боковые канавы находятся в неудовлетворительном состоянии. Карта на рисунке 3 показывает, что дорога во многих местах проходит рядом с водоемами, а на рисунок 4 свидетельствует, что вода на некоторых участках подходит близко к дороге.



Рисунок 2 Состояние дороги в июле 2010 г.

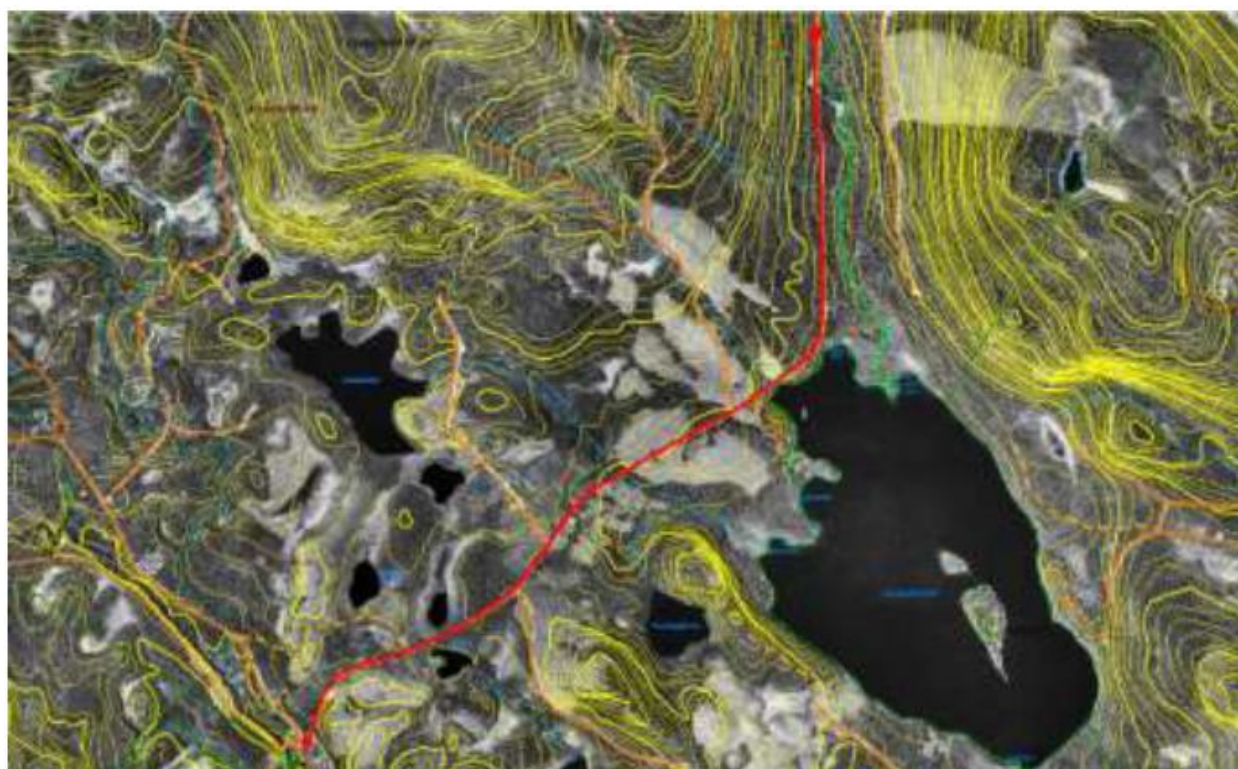


Рисунок 3 Дорога Timmerleden



Рисунок 4 *Вода в канаве подходит близко к поверхности трассы*

4. ПРОЕКТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДОРОГИ

4.1 ВВЕДЕНИЕ

Каждый партнер шведского демонстрационного проекта разработал свое собственное предложение по восстановлению лесной дороги Timmerleden. Особое значение придавалось структурному проектированию. Roadscanners выдвинули предложение, разработанное по методам проекта ROADDEX, а остальные партнеры проекта использовали свои традиционные методы. Предложения каждого партнера приведены ниже.

4.2 ПРОЕКТ ШВЕДСКОГО АГЕНТСТВА ПО ЛЕСНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

4.2.1 Дорожное обследование

Проектировщик обследует дорогу пешком и фиксирует необходимые меры ее восстановления на каждом участке. В набор его оборудования входят: колесо-измеритель расстояния, рулетка, фотоаппарат, иногда - специальный стержень и лопата для взятия проб. Проектировщик будет проверять также состояние всех водопропускных труб вдоль дороги.

4.2.2 Проектное предложение

Проектное предложение от Шведского агентства по лесному хозяйству включает устройство основного слоя основания толщиной 100 или 250 мм, в зависимости от состояния дороги и предполагаемой необходимости в восстановлении для выдерживания транспортных нагрузок. Поверх слоя основания предлагается нанесение слоя износа из гравия без связующего толщиной 70 мм (см. рис. 5). Также Шведское агентство по лесному хозяйству выдвинуло предложение по восстановлению или замене четырнадцати водопропускных труб.

Расчет конструкции дорожной одежды для лесной дороги Timmerleden, протяженность – 5 км, ширина проезжей части 4,5 м; толщина слоев в мм
Шведское агентство по лесному хозяйству

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Участки дороги | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 250 | |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 | 1450 | 1500 | 1550 | 1600 | 1650 | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 2000 | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 2050 | 2100 | 2150 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 | 2900 | 2950 | 3000 | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 | 4250 | 4300 | 4350 | 4400 | 4450 | 4500 | 4550 | 4600 | 4650 | 4700 | 4750 | 4800 | 4850 | 4900 | 4950 | 5000 | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 5 Проектное предложение от Шведского агентства по лесному хозяйству

4.3 ПРОЕКТ КОМПАНИИ SCA FOREST AB, SCA

4.3.1 Дорожные обследования

Проектировщик проезжает по дороге на автомобиле, оборудованном устройством для измерения расстояний, и фиксирует меры по восстановлению участков за участком.

4.3.2 Проектное предложение

Проектное предложение от SCA FOREST AB включает: устройство слоя основания толщиной 100 или 200 мм, в зависимости от состояния дороги и предполагаемой необходимости в восстановлении для выдерживания транспортных нагрузок. Поверх этого слоя предлагается уложить несвязный (без вяжущего) слой износа из гравия толщиной 70 мм, как показано на рисунке 6. На трех более коротких участках SCA FOREST AB предлагает очистить боковые канавы для улучшения водоотвода. Вырубка кустарников предусматривается на всем протяжении обследуемого участка.

Расчет конструкции дорожной одежды для лесной дороги Timmerleden, длина – 5 км, ширина проезжей части 4,5 м; толщина слоев в мм
SCA FOREST AB

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Участки дороги | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 | 1450 | 1500 | 1550 | 1600 | 1650 | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 2000 |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 2050 | 2100 | 2150 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 | 2900 | 2950 | 3000 |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 | 4250 | 4300 | 4350 | 4400 | 4450 | 4500 | 4550 | 4600 | 4650 | 4700 | 4750 | 4800 | 4850 | 4900 | 4950 | 5000 |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 6 Проектное предложение от SCA FOREST AB

4.4 ПРОЕКТ КОМПАНИИ SVEASKOG

4.4.1 Дорожные обследования

Проектировщик проезжает по дороге на автомобиле, оборудованном устройством для измерения расстояний, и фиксирует меры по восстановлению участок за участком.

4.4.2 Проектное предложение

Проектное предложение от компании Sveaskog представляет собой традиционную процедуру восстановления – нижний слой основания толщиной 150мм и верхний слой основания толщиной 60 мм. Поверх этих слоев – слой износа из гравия (без вяжущего) толщиной 60 мм, как показано на рисунке 7.

Расчет конструкции дорожной одежды для лесной дороги Timmerleden, длина – 5 км, ширина проезжей части 4,5 м; толщина слоев в мм
Sveaskog

| Участки дороги | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Участки дороги | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 | 1450 | 1500 | 1550 | 1600 | 1650 | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 2000 | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Участки дороги | 2050 | 2100 | 2150 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 | 2900 | 2950 | 3000 | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Участки дороги | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Участки дороги | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 | 4250 | 4300 | 4350 | 4400 | 4450 | 4500 | 4550 | 4600 | 4650 | 4700 | 4750 | 4800 | 4850 | 4900 | 4950 | 5000 | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 7 Проектное предложение от Sveaskog

4.5 ПРОЕКТ КОМПАНИИ ROADSCANNERS

4.5.1 Процедура проектирования

Процедура проектирования ROADEX состоит из 6 этапов:

Этап 1 – сбор данных

Этап 2 – запуск проекта; обработка и анализ

Этап 3 – расчет модулей упругости для материалов конструкций дорожных одежд и грунта земляного полотна

Этап 4 – первоначальная несущая способность

Этап 5 – проект восстановления; целевая несущая способность

Этап 6 – проверка проекта с учетом дополнительных данных

Процедура проектирования описана ниже.

4.5.2 Этап 1 – Сбор данных

Roadscanners провели следующие обследования, которые были взяты за основу в последующей разработке мер восстановления дороги:

- Обследование с использованием георадара
- Обследование дороги с видеосъемкой и GPS наблюдением
 - дефектов дорожной поверхности
 - водопропускных труб
 - боковых канав
- Измерение несущей способности с помощью дефлектометра падающего груза (FWD, аналог УДН)
- Отбор проб (толщина и гранулометрический состав)



Рисунок 8 Передвижная измерительная станция с антеннами георадара, GPS и видеокамерой

Компания Roadscanners OY проводила измерения с использованием георадара с использованием двух антенн: грунтовой с частотой 400 МГц для детального изучения

конструкции дорожной одежды и земляного полотна и воздушной с частотой 1 ГГц для детального изучения дорожного покрытия (см. рисунок 8). Целью обследования было определить толщину каждого слоя и общую толщину конструкции дорожной одежды.

По ходу движения производилась видеосъемка, регистрация данных о дефектах на дороге, классификация боковых канав с записью на компьютер с помощью программы Cam Link, а также устные комментарии о состоянии дороги записывались через микрофон (см. рис. 9). Данные осмотра водопропускных труб были предоставлены Пэром Кристофферссоном (Skogsstyrelsen), который шел пешком вдоль дороги и делал фотографии боковых канав. Местоположение труб определялось с помощью GPS.

Испытания с применением дефлектометра с падающим грузом было выполнено компанией DMC Projektering AB с помощью оборудования KUAB FWD (см. рис. 10). Измерения проводились

- С частотой 40 измерительных точек на 1 км дороги
- согласно методике VVMB 112 Шведского агентства по транспорту.

Дефлектометр падающего груза предназначен для оказания воздействия, идентичного нагрузке колеса половины десятитонной оси. При ударе груза о землю прогиб дорожного покрытия измеряется в центре приложенной нагрузки и на разных расстояниях от центра. Полученные результаты позволяют проанализировать риск деформации в верхних или нижних слоях дорожной одежды. Данные о слоях, полученные с помощью георадара, и результаты измерений прогибов покрытия также позволяют оценить свойства конструктивных слоев в каждой точке измерения прогиба. Принцип измерения представлен на рисунке 11.

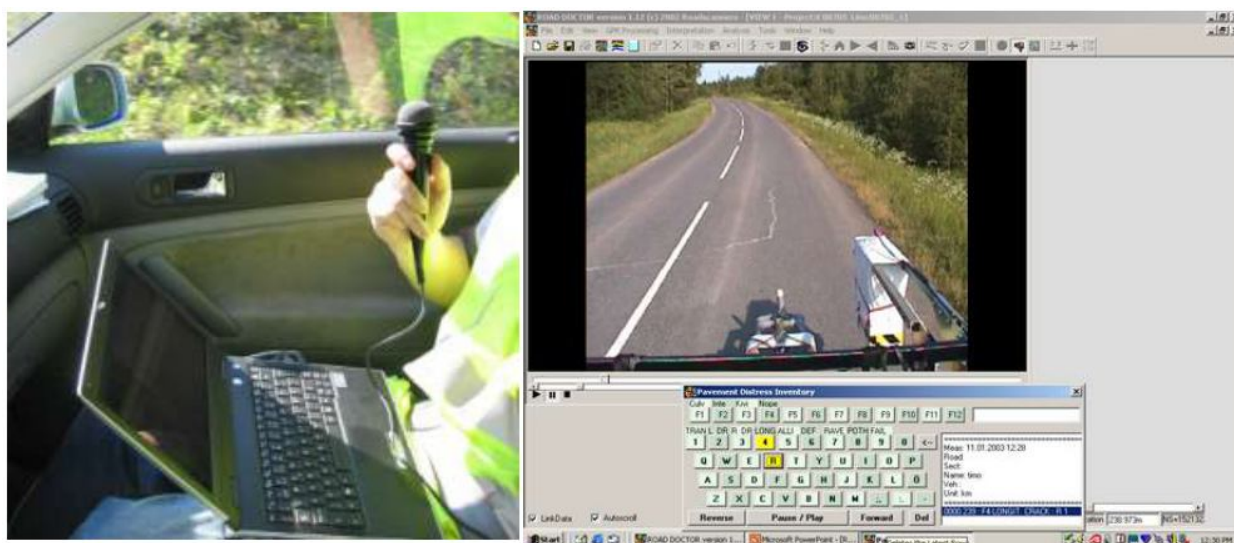


Рисунок 9 Запись данных при обследовании дороги



Рисунок 10 Оборудование – дефлектометр падающего груза, использованный на лесной дороге Timmerleden

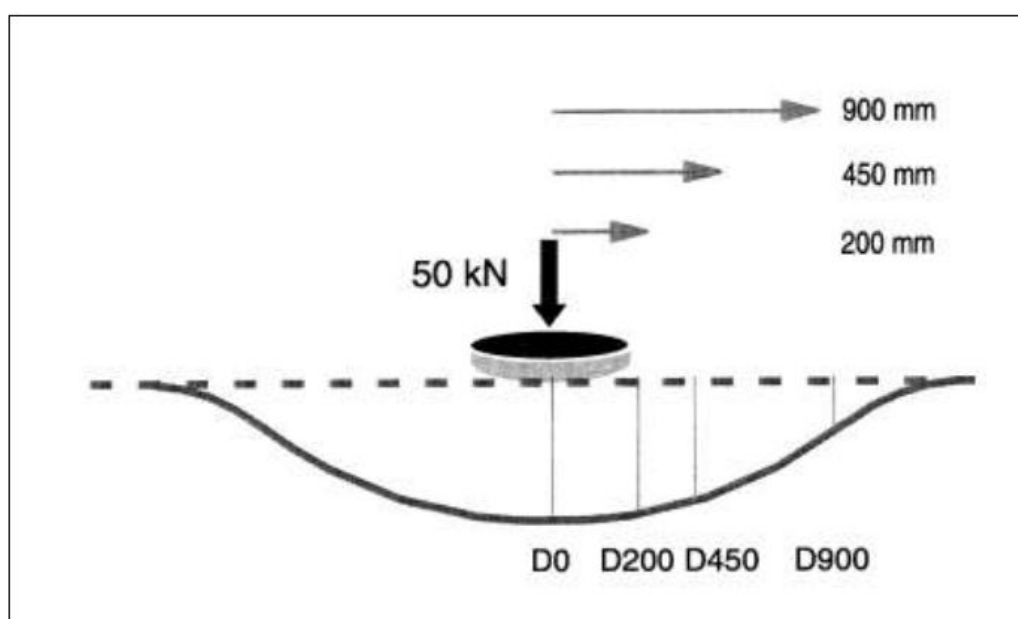


Рисунок 11 Прогиб от падающего груза, принцип действия оборудования

Для проверки достоверности результатов измерений георадара и проверки качества дорожных материалов были взяты образцы слоев дорожной конструкции в трех местах с помощью оборудования DMC Projektering AB. Образцы были выбраны по данным, полученным с помощью георадара во время предварительной проверки. Образцы были отобраны с помощью небольшого экскаватора. Толщины слоев были измерены, образцы были отправлены в лабораторию для анализа гранулометрического состава материалов. Толщины слоев трех отобранных образцов показаны в таблице 1, гранулометрический состав нижнего слоя основания представлен на рисунке 12. Гранулометрический состав нижнего слоя основания – довольно плотный, с содержанием мелкой фракции – около 15%, что говорит о том, что материал может быть чувствительным к воздействию воды.

Таблица 1 Толщины слоев дорожной конструкции в местах отбора образцов

| Сечение | Слой | Суммарная толщина, см |
|---------|------------------------------|---------------------------------------|
| 1/020 | Слой износа и слой основания | 0-5 |
| | Нижний слой основания | 5-57 |
| | Земляное полотно | 57-морена |
| 3/650 | Слой износа и слой основания | 0-5 |
| | Нижний слой основания | 5-27 песок + дробленый гравий |
| | Нижний слой основания | 27-40 каменистый мелкозернистый песок |
| | Земляное полотно | 40 – заиленная морена |
| 4/290 | Нижний слой основания | 0-23 дробленый гравий |
| | Нижний слой основания | 23-45 каменистый песок |
| | Нижний слой основания | 45- мелкозернистый заиленный песок |

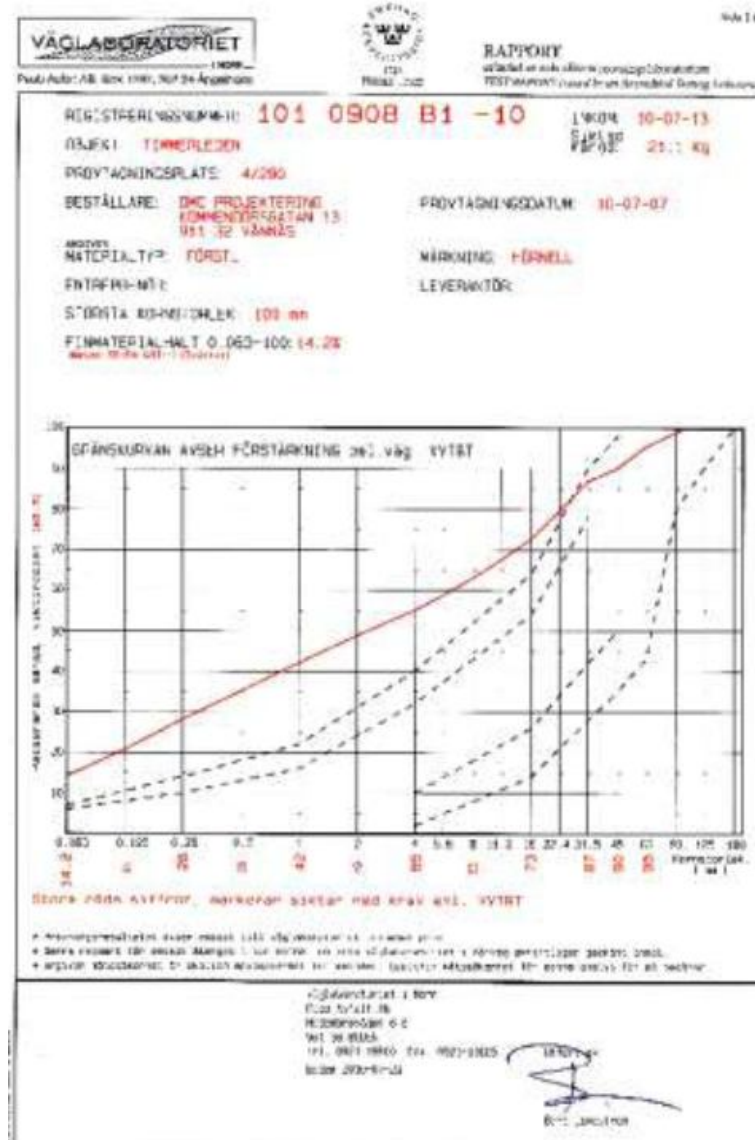


Рисунок 12 Гранулометрический состав материала основания

4.5.3 Этап 2 – Запуск проекта; обработка и анализ данных

Проект основан на данных GPS, если иная информация недоступна. Расстояния, полученные при обследовании, могут указываться в масштабе.

При обработке данных с помощью георадара, информация о слое износа была получена при помощи высокочастотной антенны. В некоторых случаях получить такие данные бывает довольно сложно, если верхние слои уже достаточно «старые» или если слой износа вообще отсутствует. В таком случае он должен быть исключен из расчетов. Общая толщина дорожной конструкции была определена с помощью низкочастотной антенны. Эта антенная также может применяться для интерпретации слоев земляного полотна. Водопропускные трубы также были помечены (учетная запись об инвентаризации труб, если таковая имеется).

На основании результатов измерений с помощью оборудования FWD и георадара может быть также представлена оценка типа земляного полотна. Для такой оценки как минимум необходимо отметить участки залегания торфа и горной породы.

Все данные, полученные при дорожном обследовании, были введены в программу Road Doctor, как показано на рисунке 13. В верхнем окне синяя линия показывает толщину слоя износа. В следующем окне красными линиями представлены толщина слоя износа и толщина всей дорожной конструкции. В окне ниже – то же, только без структуры. Четвертое окно отображает содержание влаги в верхнем слое. На пятом представлены чаши прогиба, полученные при измерении дефлектометром FWD, на шестом – анализ FWD измерений, на нижних - фотографии внутри водопропускных труб, показывающие их состояние. Данные предоставлены с привязкой к местоположению на дороге.

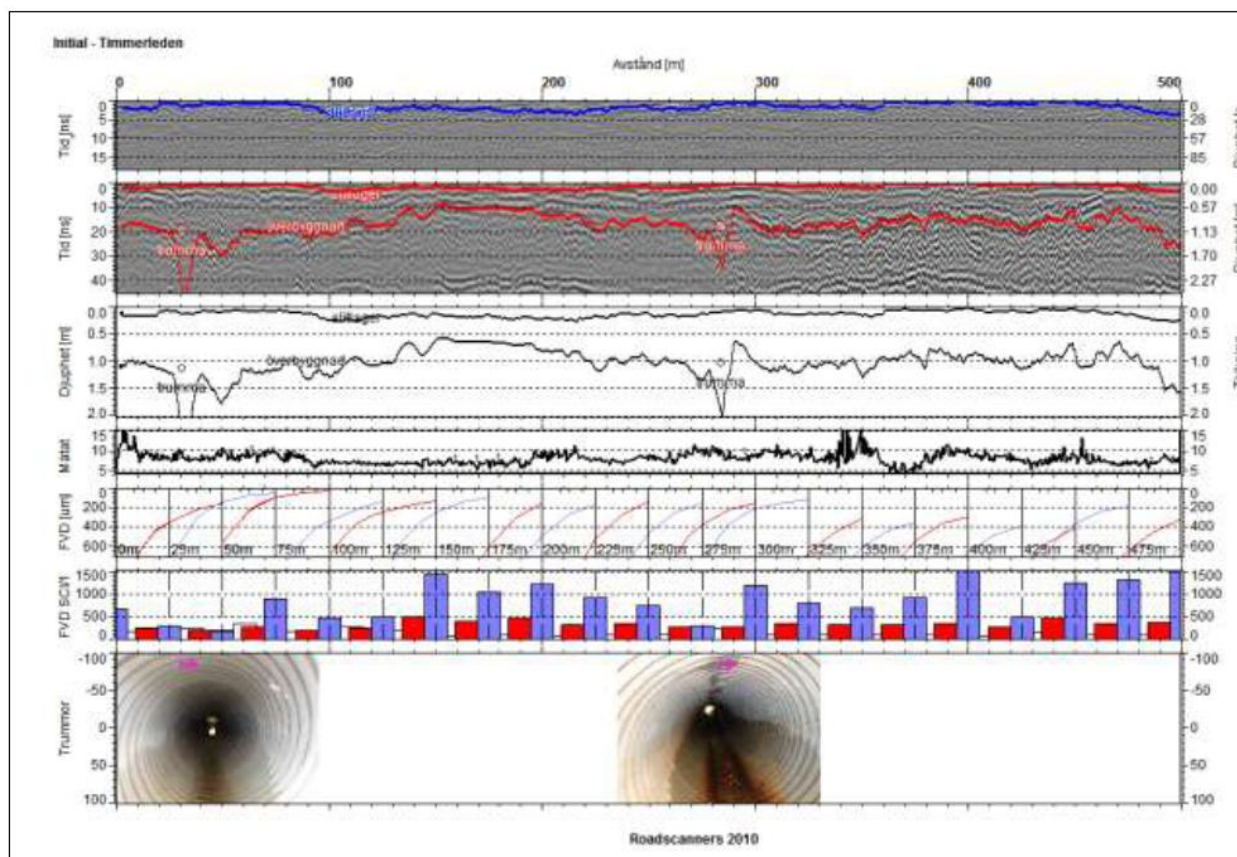


Рисунок 13 Обобщенный обзор состояния участка дороги Timmerleden 0-500 м

Видеозапись с дороги в привязке к этим данным можно посмотреть на мониторе компьютера.

4.5.4 Этап 3 – Расчет параметров слоев дорожной конструкции и грунта земляного полотна

Анализ несущей способности в программе Road Doctor может быть использован для расчета шведских показателей и классов несущей способности, а также для расчета модулей упругости грунта земляного полотна (E_u). После обработки данных, полученных с помощью георадара, можно определить показатели слоев в программе Road Doctor, используя опцию дальнейшего расчета, которая основана на алгоритмах, опубликованных федеральной дорожной администрацией FHWA (The Federal Highway Administration) США. Еще один способ провести вычисления – использовать опцию Elmod back calculation, созданную Dynatest. Для расчета по результатам измерений может быть применен другой пакет программ, но он не совместим с программой Road Doctor. После того, как были получены значения показателей слоев дорожной конструкции, результаты расчета были перенесены в раздел анализа измерений Road Doctor Odemark dimensioning analysis. В большинстве

случаев комбинация обратного и прямого расчета модулей упругости слоев дорожной одежды и результатов расчета несущей способности земляного полотна по шведской методике обеспечивает вполне надежные, достоверные результаты.

После перевода модулей упругости слоев была выполнена проверка разбивки на участки. Это означает, что изначально примененные базовые 100м участки были либо укорочены, либо продлены в зависимости от результатов георадарного обследования и видеосъемки, что обеспечивает точное указание границ (начала и конца) участков с залеганием торфа.. Пример таких результатов приведен на рисунке 14.

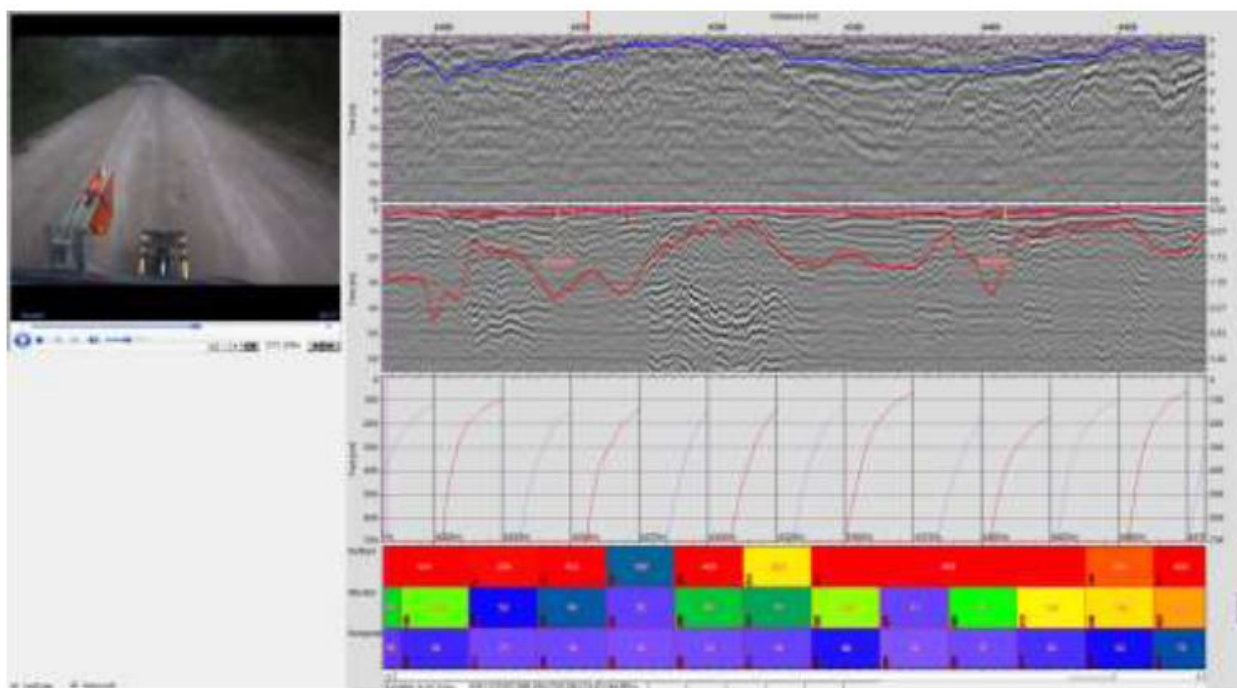


Рисунок 14 Границы конструктивных слоев. 1 - данные, полученные с высокочастотной (ГГц) антенны на дорожной поверхности, 2 – с антенны частотой 400 МГц, 3 – кривая прогиба, измеренная оборудованием FWD, с приведенными ниже расчетными показателями поверхностных, структурных слоев и грунта земляного полотна

4.5.5 Этап 4 - Первоначальная несущая способность

Величина исходной несущей способности дорожной конструкции была определена с помощью опции Odemark. Короткое описание представлено ниже на рисунке 15.

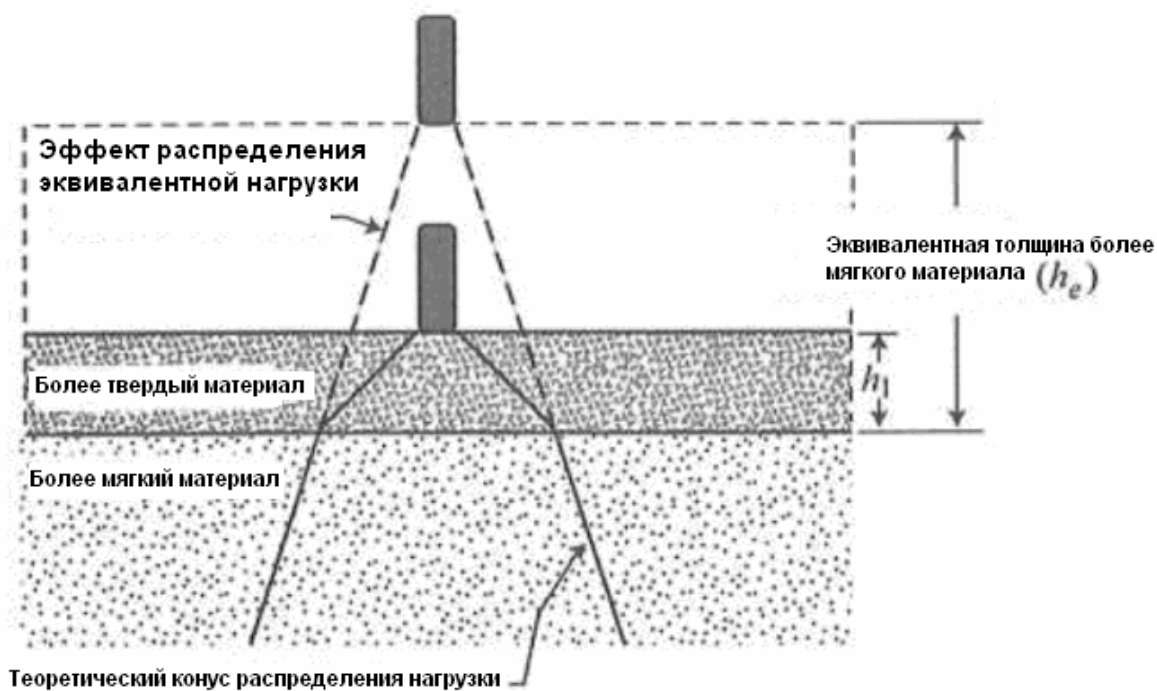


Рисунок 15 Принцип расчета в опции Odemark

Толщина слоев и их модуль упругости, влияющие на несущую способность на поверхности структурного слоя были сопоставлены с несущей способностью нижележащего слоя. Таким образом, несущая способность поверхности дороги определяется свойствами грунта земляного полотна и каждого слоя над ним в отдельности. Формула Odemark представляет собой простой способ определения несущей способности многослойной дорожной конструкции. При этом нагрузка не учитывается. Несущая способность рассчитывается только на основании толщин и модуля упругости конкретного слоя. Однако расчет по этой формуле позволяет оценить, достаточна ли жесткость дорожной конструкции для оказываемых на нее нагрузок. Формула Odemark достаточно известна и широко применяется во многих странах для проектирования конструкции дорожной одежды. Формула приведена ниже:

$$E_p = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \times \left(\frac{h}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \times \left(\frac{h}{0,15}\right)^2} \left(\frac{E}{E_A}\right)^{\frac{3}{2}}}}$$

где

E_p - несущая способность на поверхности рассчитываемого слоя (МПа)

E_A - несущая способность нижележащего слоя (МПа)

E - модуль упругости материала рассчитываемого слоя (МПа)

h - толщина рассчитываемого слоя (м).

При расчете исходной несущей способности по Odemark значения модулей упругости используются совместно с толщинами слоев, полученных с помощью георадара, для создания непрерывного профиля несущих способностей слоев. На таком профиле легко заметить слабые участки на протяжении всей дороги, как показано на рисунке 16.

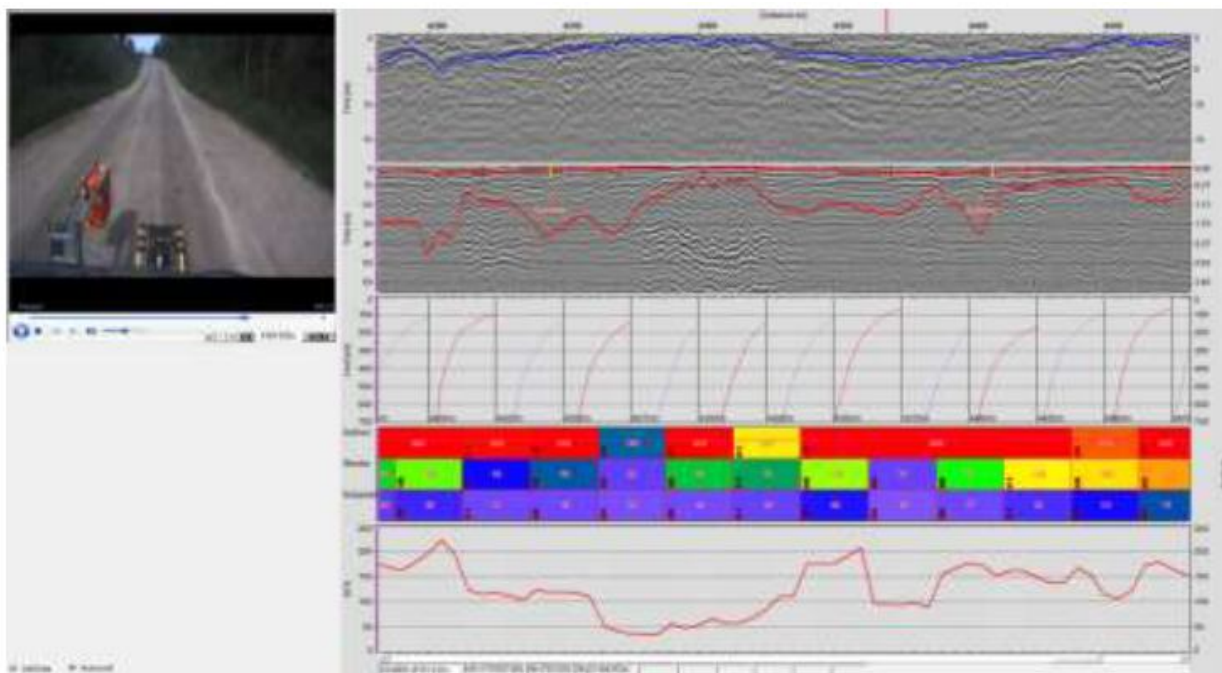


Рисунок 16 Принцип измерения по Odemark. Исходная расчетная несущая способность показана красной линией на нижней части рисунка

Распределение несущей способности на дороге Timmerleden, согласно методу Odemark, представлено на рисунке 17. Из рисунка видно, что более 75% дороги имеет достаточную или высокую несущую способность, которая была рассчитана по Odemark.



Рисунок 17 Распределение несущей способности на дороге Timmerleden по методу Odemark

4.5.6 Этап 5 – Проект восстановления; целевая несущая способность

Используя встроенную опцию для измерений Odemark и инструмент планирования в программе Road Doctor, можно протестировать различные проекты и найти наиболее выгодный вариант для каждого участка дороги. Возможно также задать целевую несущую способность для более простого сравнения результатов. Все параметры дороги (название, ширина проезжей части и обочин, величины модулей упругости и т.д.) в инструменте планирования программы Road Doctor открыты для исправлений. В данном проекте была задана целевая несущая способность в 90 МПа, в зависимости от типа дороги и дорожной ситуации. Благодаря использованию опции для измерений Odemark, меры по восстановлению дороги Timmerleden были просчитаны для проверки соответствия целевой несущей способности, результат представлен на рисунке 18.

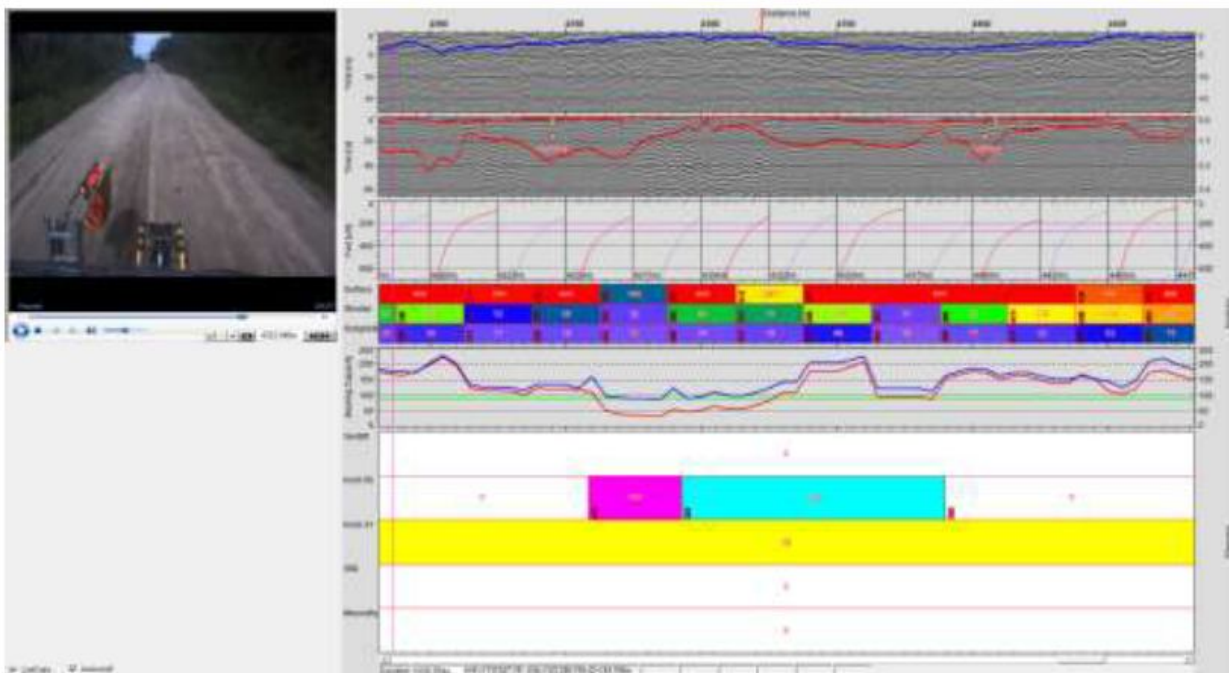


Рисунок 18 Новый проект в программе Road Doctor. Определена новая несущая способность дороги. Синей линией в нижнем окне обозначен полученный эффект от новой дорожной конструкции. Зеленой линией показана целевая несущая способность дороги (90 МПа)

4.5.7 Этап 6 – Проверка проекта с использованием дополнительных данных

Анализ несущей способности в опции Odemark имеет два недостатка для проектирования лесных дорог, которые должны учитывать инженеры-проектировщики. Первый – если подстилающая горная порода расположена близко к поверхности дороги, высокие модули упругости грунта земляного полотна будут сильно влиять на исходное значение несущей способности, в результате укрепленная дорожная конструкция окажется слишком слабой, особенно при первой степени колейности дороги. Это высокая степень колейности- для конструкции близкой к поверхности. В таких случаях важным параметром проверки первой степени колейности является значение модуля деформации (E_a). Модуль деформации изначально показывает деформацию нижней части покрытия, но также может быть использован для оценки риска первой степени колейности на гравийных дорогах. Чем больше его значение, тем выше риск первой степени колейности на дороге. В случае таких высоких значений должны предусматриваться более толстые слои, даже если несущая способность уже обеспечена.

Следующий фактор, который важно учесть - построена ли дорога на торфяном грунте. Использование значения целевой несущей способности иногда может привести к слишком

тяжелой дорожной конструкции, что может вызвать осадку. В таком случае должен рассматриваться специальный более низкий по значению проектный целевой модуль.

Видео анализ дает очень важную информацию о пересечениях (при использовании с картой) для избежания конфликтов при повышенных отметках дорожной поверхности. Он также полезен для оценки необходимости мер по улучшению водоотвода и возможной необходимости улучшения видимости (вырубка кустарников и т.д.). Координаты GPS могут быть использованы как грубый инструмент для определения геометрии дороги. Если заметно повышение линии съемки, они могут помочь при выборе некоторых решений.

Скачкообразные данные, полученные с рупорной антенны, полезны для оценки жесткости покрытия. Комплексный анализ включает использование всех полученных данных для поиска наилучшего и наиболее выгодного варианта проекта для изучаемого участка дороги. Это означает, что те участки, которым необходимы небольшие меры по улучшению – или которые не требуют устройства нового слоя – будут восстановлены в меньшей степени, в то время как действительно слабые участки получат достаточное восстановление. Окончательный проект и дополнительные данные для проверки нового проекта показаны на рисунке 19.

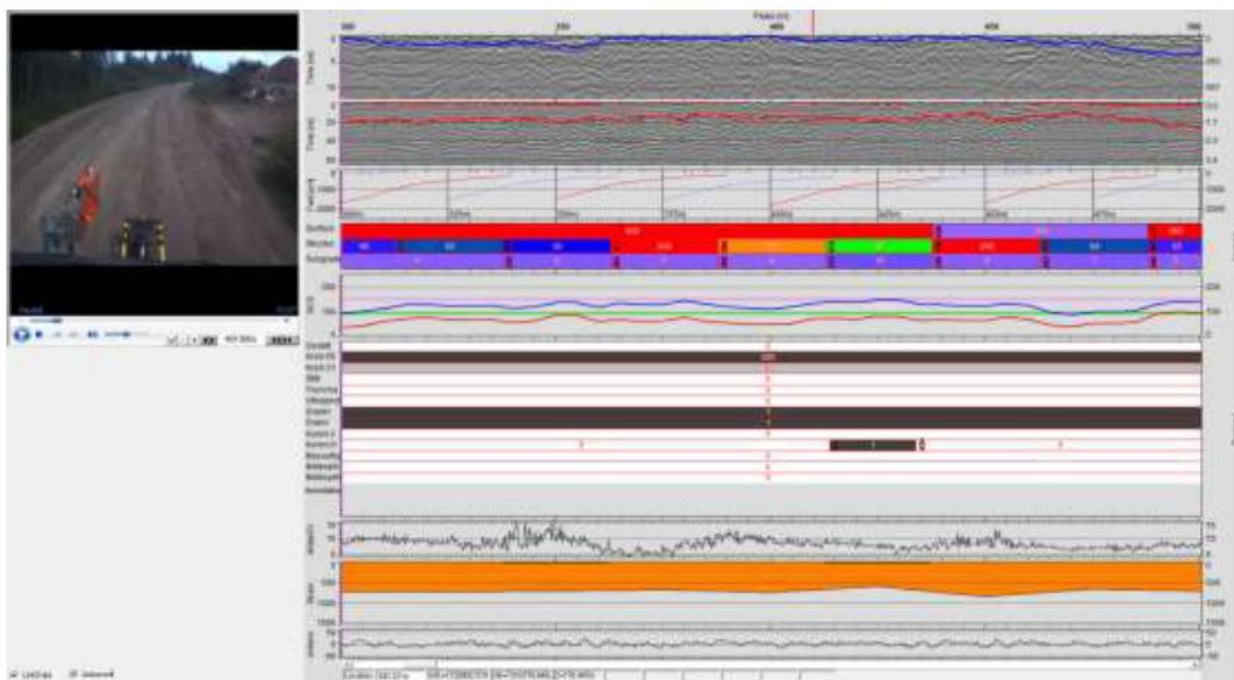


Рисунок 19 Окно программы Road Doctor с несколькими под-окнами для комплексного анализа и проектирования. Сверху вниз: данные с 1.0 ГГц антенны георадара; данные с 400 МГц антенны; чаши прогиба, полученные с помощью оборудования FWD; значение модулей упругости для трех слоев; рассчитанные несущие способности (красным цветом – исходная, синим – проектная, зеленым – целевая); план дороги с пересечениями;

измеренная диэлектрическая проницаемость дорожной поверхности; значение модуля деформации; колебания антенны

На рисунке 20 показана несущая способность лесной дороги Timmerleden до и после восстановления, рассчитанная по методу Odemark. Как видно из рисунка, после восстановления дороги ни одного «слабого» участка не осталось.

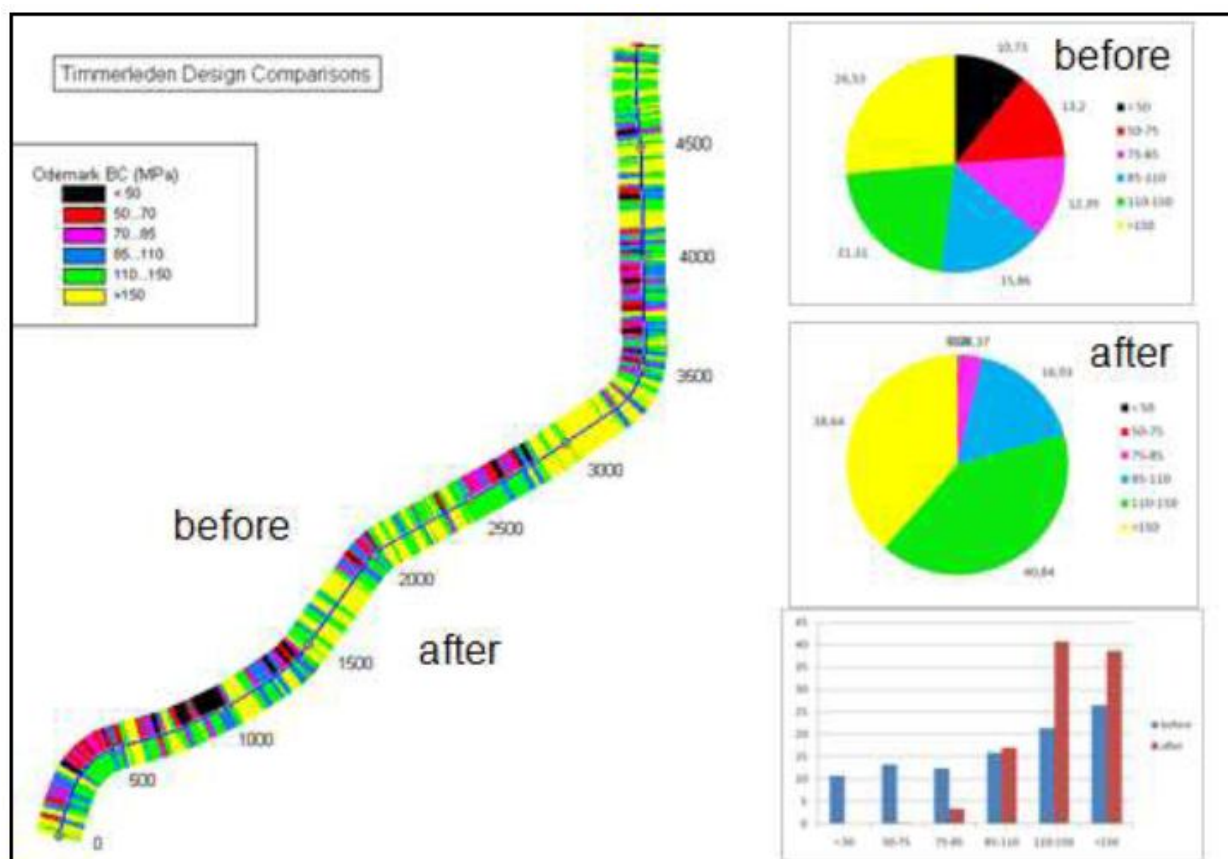


Рисунок 20 Несущая способность лесной дороги Timmerleden по методу Odemark до и после восстановления

4.5.8. Проектные предложения

Проектное предложение от компании Roadscanners основано на результатах первоначального изучения с учетом целевой несущей способности. Использование опции для измерений Odemark с привязкой по месту (“tailor made”) для существующей дороги позволяет для более слабых участков провести более основательное восстановление, а для участков с высокой несущей способностью – только устройство нового слоя износа. Для одного слабого участка на торфяном грунте предложено укрепление стальной сеткой, а для

улучшения водоотвода по всей дороге – очистка / устройство боковых канав. Проектное предложение от компании Roadscanners представлено на рисунке 21.

**Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина – 5 км, ширина проезжей части – 4,5 м; толщина слоя в мм
Roadscanners**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|
| Участки дороги | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | |
| Нижн. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 | 1450 | 1500 | 1550 | 1600 | 1650 | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 2000 | |
| Слой износа | 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | 250 | | | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 |
| Нижн. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 2050 | 2100 | 2150 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 | 2900 | 2950 | 3000 | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | 100 | | | | | | | 100 | | | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | |
| Нижн. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | | | | | | 100 | | | | 100 | 100 | 200 | 100 | 200 | 100 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | |
| Нижн. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Участки дороги | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 | 4250 | 4300 | 4350 | 4400 | 4450 | 4500 | 4550 | 4600 | 4650 | 4700 | 4750 | 4800 | 4850 | 4900 | 4950 | 5000 | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | | | 200 | 100 | 100 | | | | 200 | 200 | | | | | | | | |
| Нижн. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5 СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

5.1. Общая информация

Выполнено сравнение проектных предложений от четырех Партнеров Проекта, определены объемы требуемых материалов. Пример сравнения, начиная с первого километра дороги, представлен на рисунке 22. Полное сравнение приведено в Приложении 1. Предложения от компаний Roadscanners и Skogsstyrelsen имеют сходства на некоторых участках. Увеличение толщины слоев предлагаются практически для одних и тех же участков. Также у Roadscanners и SCA имеется несколько сходств по более толстым слоям. Поскольку в предложении Sveaskog включены одинаковые меры для всех участков дороги, оно не содержит изменений, подобно тем, что есть в предложении Roadscanners. Одним существенным различием предложения Roadscanners от других участников является то, что на многих участках компания Roadscanners предлагает устройство только слоя износа толщиной 50 мм, так как согласно расчету дорожная конструкция в этих местах достаточно прочная.

Компания Roadscanners также предлагает произвести очистку/устройство боковых канав по всей длине дороги для улучшения водоотвода. Поскольку основной акцент был сделан на определение конструктивных слоев дорожной одежды, проект не специализировался отдельно на водоотводе. Однако в данном проекте следует принять во внимание, что водоотвод играет огромную роль, и часто необеспеченный водоотвод является основной причиной ускоренного разрушения дорог.

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина проезжей части - 4,5 м; толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| КОМПАНИЯ | Участки дорог | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| Швед. агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верхний слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Нижний слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Верхний слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Нижний слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 22 Сравнение проектных предложений, участок 0/000 – 1/000

5.2 Объемы дорожно-строительных материалов

Объемы дорожно-строительных материалов во всех проектных предложениях рассчитываются в кубических метрах от толщины уплотненного слоя. Ширина дороги, используемая в расчетах для всех слоев, составляет 5,0 м, включая обочины. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 Сравнение объемов материалов

| Сравнение предложений по восстановлению для дороги Timmerleden , ширина 5 м, включая обочины | | | | | |
|--|-----------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|
| Компания | Слой износа, м3 | Верх. слой основания, м3 | Ниж. слой основания, м3 | Всего объем, м3 | Устройство канав, м |
| Шведское агентство по лесному хозяйству | 1750 | 3363 | 0 | 5513 | 0 |
| Swedish Cellulosa AB, SCA | 1750 | 3338 | 0 | 5088 | 60 |
| Svea Forest (Sveaskog) | 1500 | 1500 | 3750 | 6750 | 0 |
| Roadscanners | 1250 | 2276 | 0 | 3526 | 10000 |

Предложение компании Roadscanners – вариант с минимальным расходом материалов. Это объясняется тем, что при использовании методов, разработанных в рамках проекта ROADEX, меры по восстановлению могут проектироваться, исходя из подробного обследования состояния дороги и тщательного анализа полученных данных. Таким образом, восстановительные меры предусматриваются именно в тех точках и на нужном протяжении для обеспечения намеченной в проекте целевой несущей способности для всей дороги в целом.

5.3 Влияние на состояние окружающей среды

Вопросы охраны окружающей среды находятся в центре внимания дорожного сектора уже достаточно долгое время. Использование ограниченных природных ресурсов должно быть минимальным, а выбросы углекислого газа снижены. Общей целью для ЕС является снижение выбросов углекислого газа на 20% к 2020г.

Шведские лесопромышленные компании имеют свои собственные цели для выбросов CO₂:

- компания SCA: -20% к 2020г.
- компания Sveaskog: -30% к 2015г.
- компания Skogsstyrelsen: также как ЕС; участие в обсуждении вопросов общественного планирования для обеспечения устойчивого развития и экономии расходования природных ресурсов.

Выбросы углекислого газа во время дробления дорожно-строительных материалов для различных смесей оценивались на основании значений привезенного материала и окончательных значений использования материалов для каждого проектного предложения:

- Skogsstyrelsen, 5113 м³, => 28 480 кг CO₂
- SCA Skog AB, 5088 м³, => 29 360 кг CO₂
- Sveaskog AB, 6750 м³, => 37 600 кг CO₂
- Roadscanners, 3526 м³, => 19 640 кг CO₂.

5.4 ЗАТРАТЫ

5.4.1 Общая информация

По каждому проектному предложению были определены расходы, результаты расчетов приведены в таблице 3. Различные статьи издержек представлены в последующих разделах.

5.4.2 Дорожно-строительные материалы и дорожные работы

Затраты на дорожно-строительные материалы были рассчитаны для всех проектных предложений. Для расчета было принято допущение о том, что материал во всех слоях имеет одинаковую стоимость - 10 €/ м³ уплотненного слоя. Это значение достаточно точное и удобное для сравнения проектных предложений.

Компания Roadscanners выдвинула предложение по укреплению дорожной конструкции стальной сеткой. Такой метод успешно применяется в проекте ROADEX для восстановления дорог, построенных на торфяном грунте. Затраты на укрепление добавлены по стандартной цене в Швеции.

Затраты на планировку грунта достаточно сложно оценить, поэтому было принято эти затраты считать одинаковыми для всех предложений и обозначить знаком вопроса в таблице.

Для повышения качества дороги и увеличения срока ее службы необходимо пересмотреть стандарты по водоотводу, в частности для боковых канав. Устройство боковых канав – недорогая мера, и как было доказано в проекте ROADEX, в условиях очень ограниченных ресурсов эта мера - самая выгодная. В таблице затрат затраты на устройство боковых канав отмечены знаком вопроса, чтобы подчеркнуть, что все проектные предложения должны предусмотреть обеспечение водоотвода для увеличения срока службы дороги.

5.4.3 Полевые обследования, анализ и проектирование

Полевые обследования, анализ и проектирование, согласно проекту ROADEX, - довольно дорогостоящие мероприятия, по сравнению с методами, которыми пользуются лесные компании. Затраты составили 8 500 € за всю работу. Это довольно небольшой проект, и обследования были проведены более тщательно, чем обычно требуется, поскольку это демонстрационный проект. Для партнеров проекта эти затраты были совсем небольшими, и были оценены Шведским агентством по лесному хозяйству.

5.4.4 Затраты на охрану окружающей среды

Согласно Шведской дорожной администрации издержки в результате выброса CO₂ могут быть установлены в размере 1,50 SEK(шведских крон)/ кг или 0,15 €/кг. Эти издержки для различных проектных предложений составляют:

- Skogsstyrelsen, 28 480 кг * 0,15 = 4 272 €
- SCA Skog AB, 29 360 кг * 0,15 = 4 404 €
- Sveaskog AB, 37 600 кг * 0,15 = 5 640 €
- Roadscanners, 19 640 кг * 0,15 = 2 946 €.

5.4.5 Сроки службы

В предложении от компании Roadscanners, основанном на опыте ROADEX, толщина конструктивных слоев и несущая способность, измеренные с помощью дефлектометра падающего груза, были изучены, и проект усиления конструкции был основан на исключительных знаниях структурных особенностей лесной дороги Timmerleden. Поскольку проект усиления дорожной конструкции основан на объективных данных и рассчитан по известной методике до заданного целевого уровня, его можно считать оптимизированным проектом. Если это утверждение верно, ранние разрушения возникнут на участках, где предложения партнеров предусмотрели более тонкое усиление, чем компания Roadscanners. Для начала можно полагать, что в предложениях заложен одинаковый срок службы, но помнить, что могут быть выявлены не все слабые участки, и для них потребуются дополнительное усиление.

5.4.6 Суммарные затраты

Суммарные затраты по всем проектным предложениям представлены в таблице 3. Затраты Roadscanners – самые минимальные, несмотря на то, что обследование состояния дорог и проектирование стоят достаточно дорого, по сравнению с затратами партнеров. Предложения Шведского агентства по лесному хозяйству и компании SCA Forest дорожке примерно на 14-15%, чем предложение Roadscanners, а предложение Sveaskog дорожке на более чем 50%.

Таблица 3 Сравнение затрат

| Компания | Skogsstyrelsen | SCA | Sveaskog | Roadscanners |
|---|----------------|--------|----------|--------------|
| Заполнитель 10 €/ м3 | 51 130 | 50 880 | 67 500 | 35 260 |
| Усиление стальной сеткой 4 €/ м2 | - | - | - | 1 840 |
| Планировка грунта земляного полотна? | ? | ? | ? | ? |

| | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|
| Устройство кюветов? | ? | ? | ? | ? |
| Дорожное обследование, анализ данных и проектирование | 500 | 250 | 250 | 8 500 |
| Затраты на охрану окружающей среды ? | 4 272 | 4 404 | 5 640 | 2 946 |
| Общие затраты | 55 902 | 55 534 | 73 390 | 48 546 |
| Затраты, € /м лесной дороги | 11,18 | 11,06 | 14,63 | 9,71 |
| | 115% | 114% | 151% | 100% |

6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт разработок проекта ROADEX был применен компанией Roadscanners для определения объемов работ по восстановлению лесной дороги в шведском демонстрационном проекте под названием Timmerleden. Это означает, что в проекте использовался метод детального обследования для оценки состояния лесной дороги. Затем на основании данных о состоянии дороги применялся аналитический метод проектирования для расчета необходимого структурного восстановления для достижения целевой несущей способности дороги. Проектное предложение по восстановлению дороги, разработанное компанией Roadscanners, сравнивалось с традиционными проектами восстановления, подготовленными партнерами: Шведским агентством по лесному хозяйству, компанией SCA Forest (SCA) и Sveaskog. Было обнаружено, что, несмотря на более высокие затраты на дорожное обследование и проектирование с помощью концепции ROADEX, использованные компанией Roadscanners, ее проектное предложение на 14 – 51% дешевле, чем предложения других партнеров. Помимо этого, оно экономит природные ресурсы и снижает выброс углекислого газа в атмосферу. В более крупных проектах восстановления дорог или нескольких более мелких проектах на территории Северной периферии затраты на дорожное обследование и проектирование могут существенно увеличиваться, но также и увеличиваются возможности сохранения природных ресурсов, снижения издержек и выбросов углекислого газа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДОРОГИ

УЧАСТОК 0 – 1 КМ

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина - 4,5 м, толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| КОМПАНИЯ | Участки дороги | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| Шведское агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

УЧАСТОК 1-2 КМ

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина - 4,5 м, толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| КОМПАНИЯ | Участки дороги | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 | 1450 | 1500 | 1550 | 1600 | 1650 | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 2000 | |
| Шведское агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| Верх. слой основания | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | |
| Левый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| Верх. слой основания | 250 | | | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стальная арматура | | | | | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый ковет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

УЧАСТОК 2- 3 КМ

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина - 4,5 м, толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| КОМПАНИЯ | Участки дороги | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2050 | 2100 | 2150 | 2200 | 2250 | 2300 | 2350 | 2400 | 2450 | 2500 | 2550 | 2600 | 2650 | 2700 | 2750 | 2800 | 2850 | 2900 | 2950 | 3000 |
| Шведское агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 100 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SFA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Верх. слой основания | 100 | | | | | | | 100 | | | | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | | |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

УЧАСТОК 3- 4 КМ

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина - 4,5 м; толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| КОМПАНИЯ | Участки дороги | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 |
| Шведское агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 250 | 250 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Верх. слой основания | | | | | | 100 | | | | | 100 | 100 | 200 | 100 | 200 | 100 | 200 | 200 | 200 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

УЧАСТОК 4 -5 КМ

| Проектные предложения для лесной дороги Timmerleden, длина - 5 км, ширина - 4,5 м, толщина слоев в мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| КОМПАНИЯ | Участки дороги | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 | 4250 | 4300 | 4350 | 4400 | 4450 | 4500 | 4550 | 4600 | 4650 | 4700 | 4750 | 4800 | 4850 | 4900 | 4950 | 5000 |
| Шведское агентство по лес. хоз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SCA Forest AB | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Верх. слой основания | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sveaskog | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Верх. слой основания | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Ниж. слой основания | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Roadscanners | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Слой износа | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Верх. слой основания | 100 | 100 | 100 | | | 200 | 100 | 100 | | | | 200 | 200 | | | | | | | |
| Ниж. слой основания | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Левый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Правый кювет | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |