

## Управление дорожными активами (УДА)

Сентябрь 2024

# Сессия: Управление дорогами, устойчивыми к климатическим изменениям

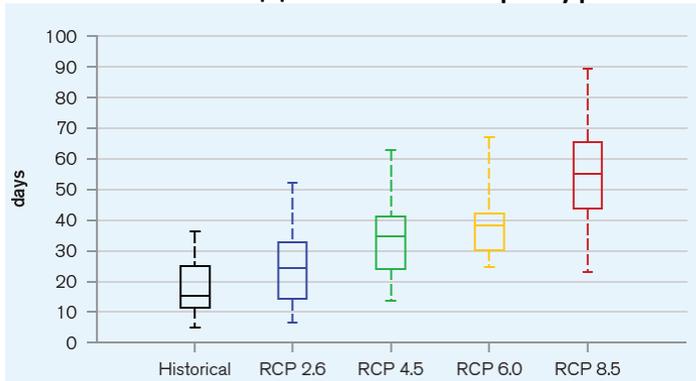
Д-р Теунс Хеннинг

PhD (Civil Eng), CMEngNZ, IntPE.

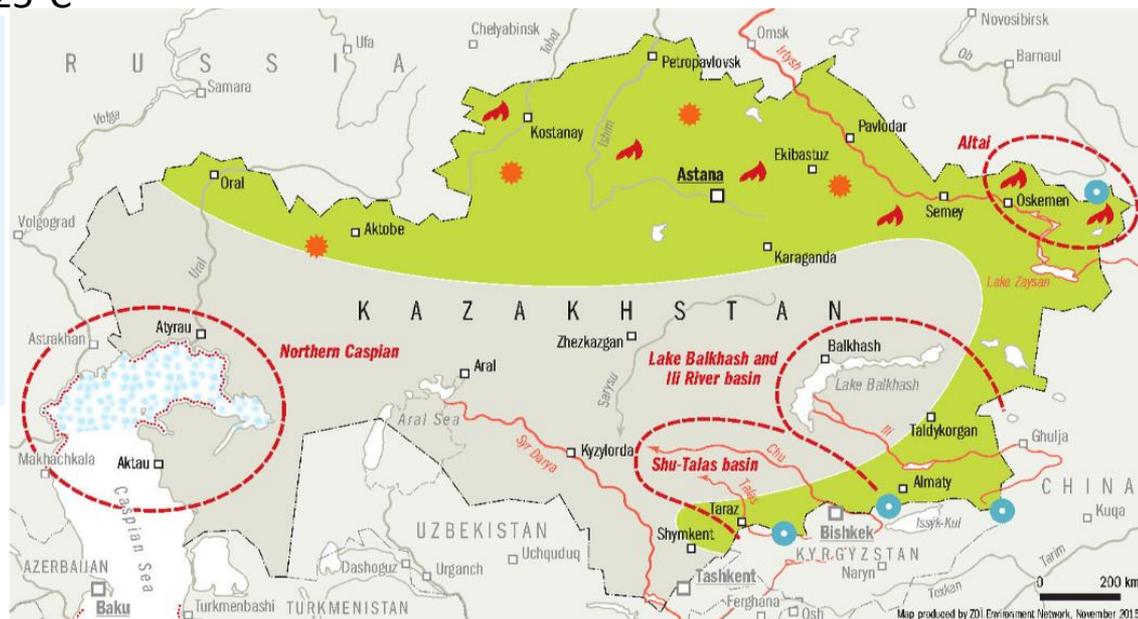
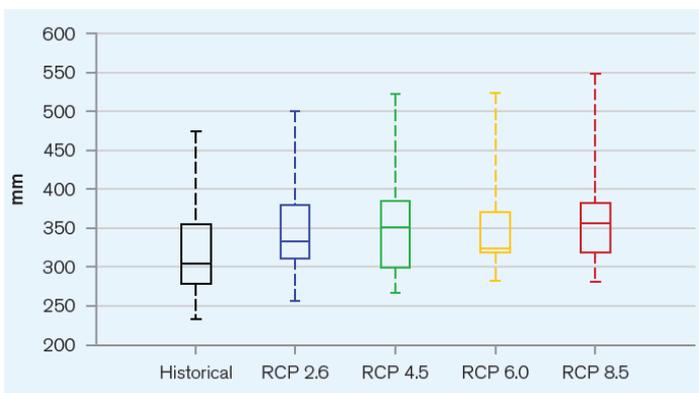
[t.henning@auckland.ac.nz](mailto:t.henning@auckland.ac.nz)

# Ожидаемые климатические воздействия на Казахстан

Количество дней с температурой > 25°C



Среднегодовое количество осадков



- Rivers with intense water use and increased stress from climatic and hydrological changes
- Major food producing and populated areas: risk of extreme weather and crop losses
- Caspian Sea: risk of flooding due to sea level fluctuation and changes in winter ice cover
- Densely populated and agriculturally important areas with increased environmental stress and projected impacts of climate change
- Forest- and bush fires
- Severe drought impacts
- Reduction of ice cover and risk of glacial lakes outburst floods

Источник: Всемирный банк.

Источник: Zoï Environment Network

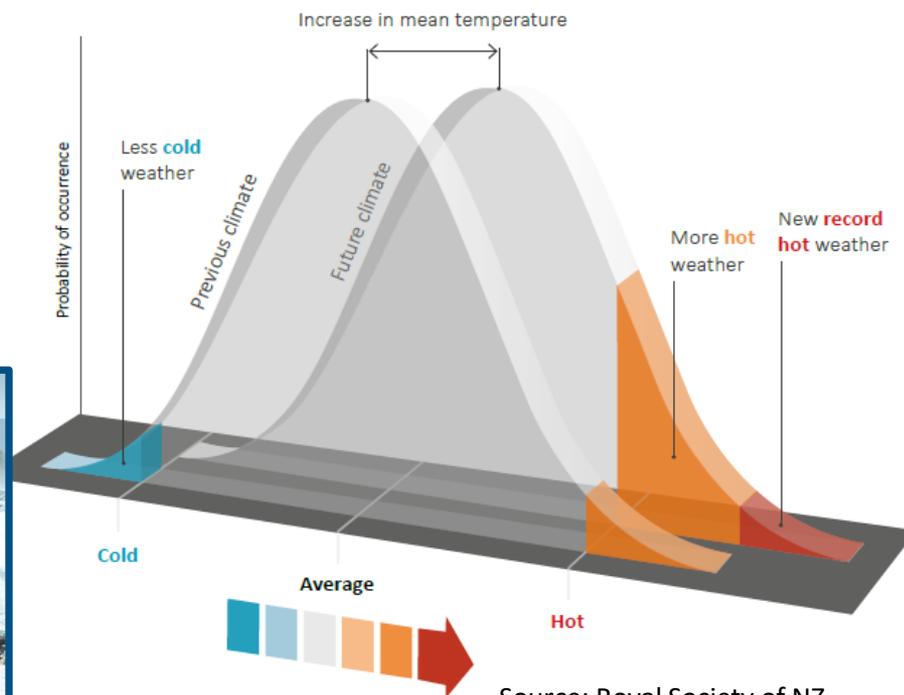
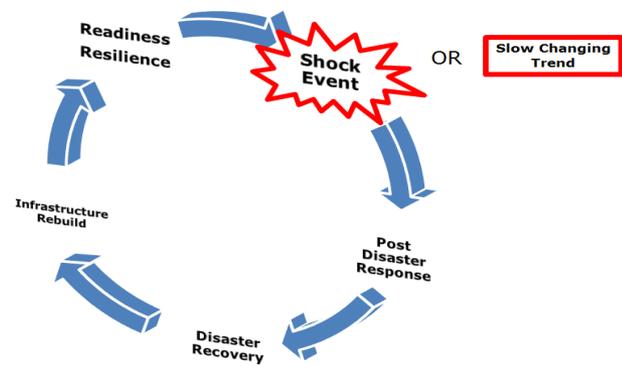


# Вопросы адаптации, на которые мы хотим ответить



- Какой уровень адаптации необходим в городе/регионе
- Где находятся приоритетные зоны подверженности риску?
- Где наши инвестиции окажут наибольшее влияние на снижение ущерба и вреда?
- Как мы можем интегрировать повышение устойчивости с обслуживанием и обновлениями?
- Как мы можем лучше реагировать и восстанавливаться после стихийных бедствий?

# Ожидаемые изменения в дорожных сетях



Source: Royal Society of NZ

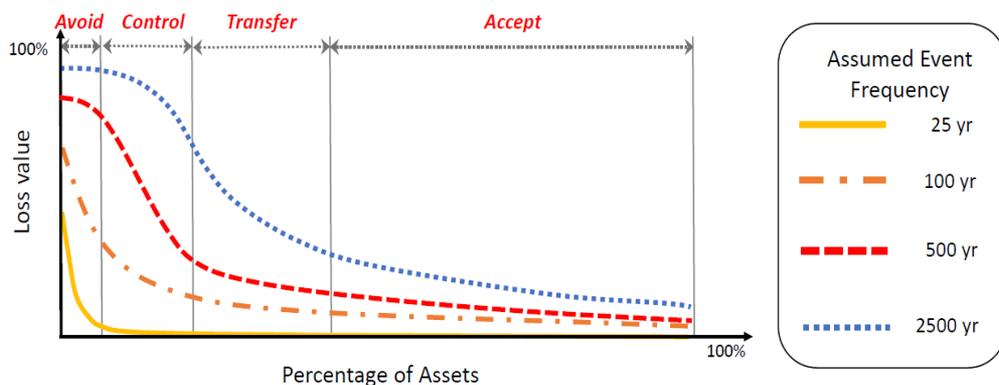
# Контекст - проблема, которую мы пытаемся решить

**A**VOID - Reduce exposure

**C**ONTROL - Mitigate physical impact

**T**RANSFER - Limit financial loss and aid recovery

**A**CCCEPT - Adaptive response arrangements



Consider multiple possible futures, where risk(s) change with time

Source: Hugh Cowen

Механизм определения степени важности является ключевым для данного анализа

- Избегать ->Очень малая часть инфраструктуры, где избегание рисков может быть целесообразным - например, прибрежная инфраструктура, которая получает повреждения при каждом шторме или приливе.
- Принимать ->большая часть инфраструктурных сетей, где вероятные потери будут минимальными, и инвестирование в адаптацию этих частей будет нерентабельным или даже ненужным.
- Контроль против передачи -> система управления активами помогает нам ответить на данный вопрос
  - Контроль -> часть инфраструктуры, где проекты по адаптации будут контролировать потенциальные потери от событий. (Хорошая отдача от инвестиций)
  - Передача - различные инструменты финансирования, такие как страхование или залоговые обязательства, могут быть более практичными

# Принятие финансовых решений для повышения устойчивости

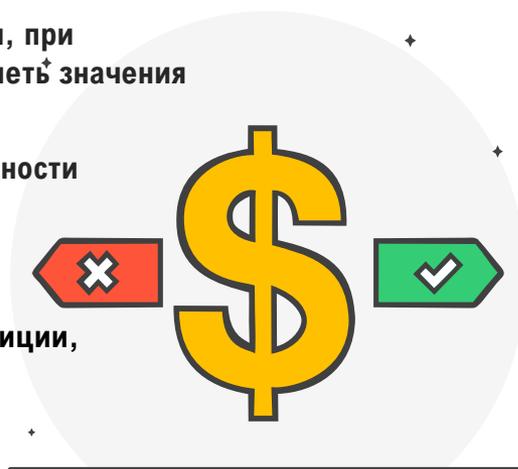
## Отложить инвестиции или управлять рисками по-другому

**0**  
**1** **Избегать** - Экстремальные риски, при которых инвестиции не будут иметь значения

**0**  
**2** **Перевод риска** в случае низкой доходности инвестиций при сокращении рисков (например, страхование)

**0**  
**3** **Отложить** значительные инвестиции, которые не требуются сейчас (например, перенос моста)

**0**  
**4** **Принять риск** для большинства сетей, имеющих низкую вероятность или последствия



## Инвестиции без сожалений

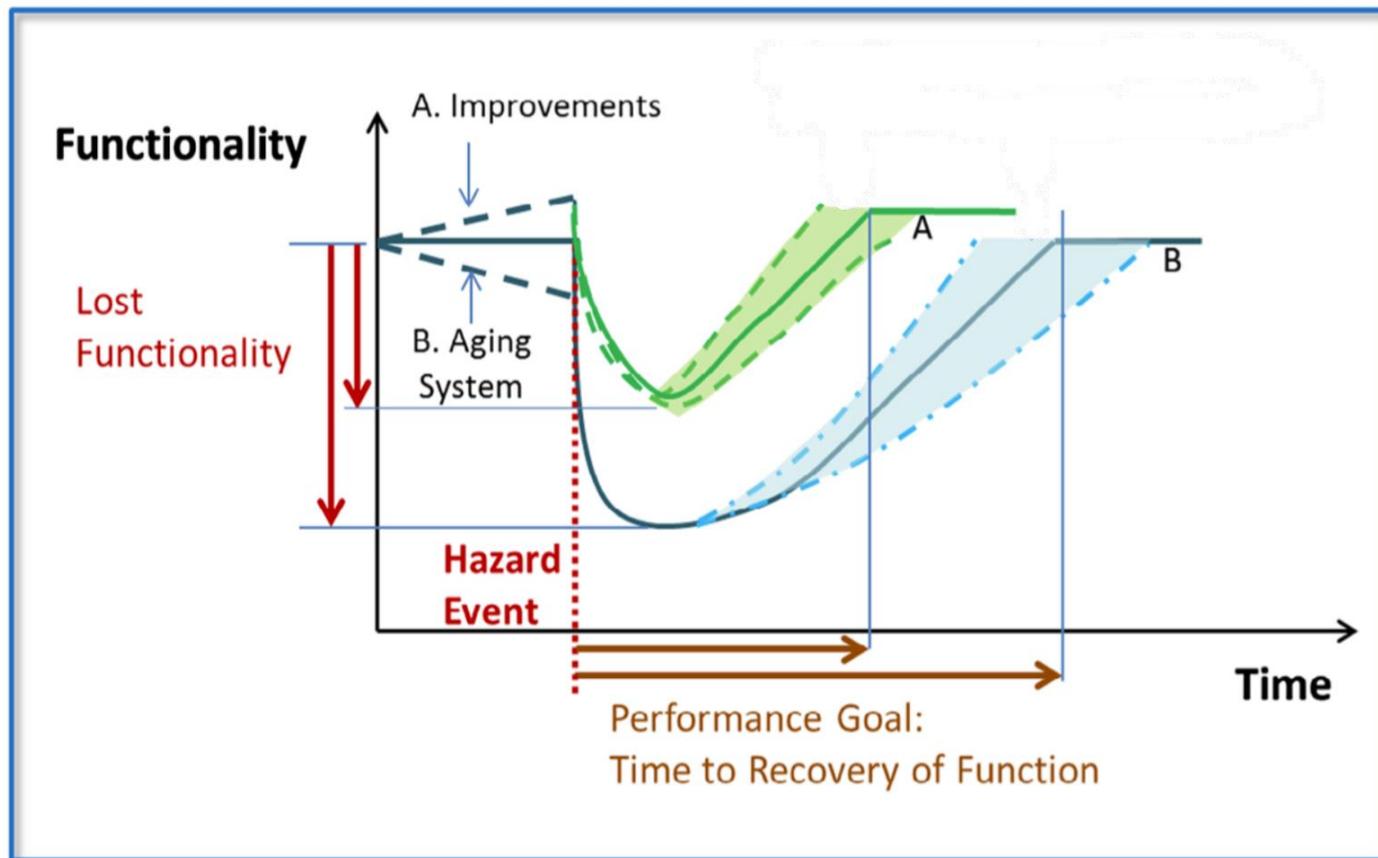
**0**  
**1** **Укрепить и защитить** критически важные компоненты инфраструктуры

**0**  
**2** **Укреплять и защищать** проекты, имеющие высокую доходность инвестиций в результате снижения рисков

**0**  
**3** **Улучшение** протоколов и ресурсов реагирования на **чрезвычайные ситуации**

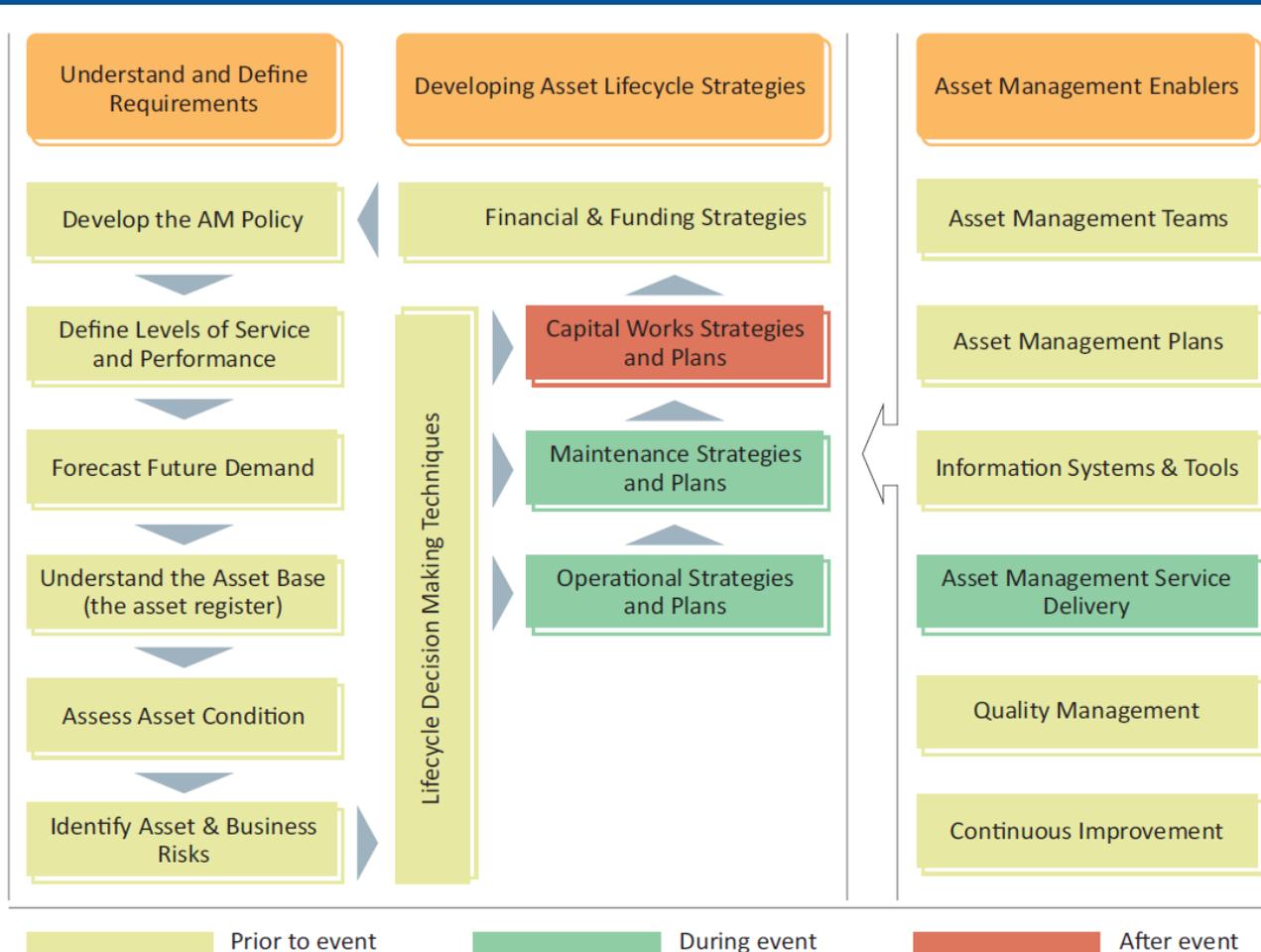
**0**  
**4** **Восстановление** после катастрофы: **лучше/иначе**

# ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ

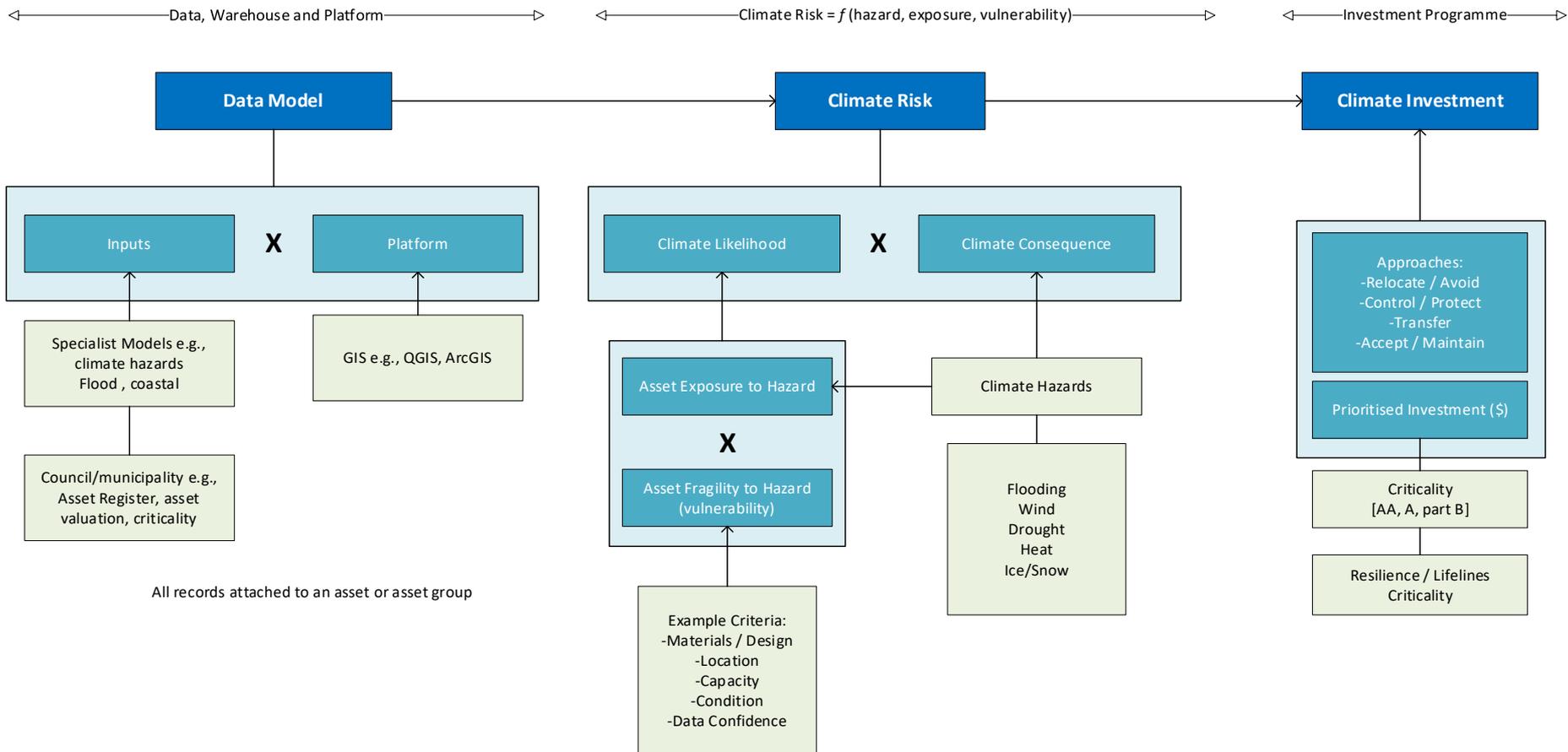


Источник: <https://imgur.com/gallery/3F82Ot1>

# Управление дорожными активами, устойчивыми к изменению климата

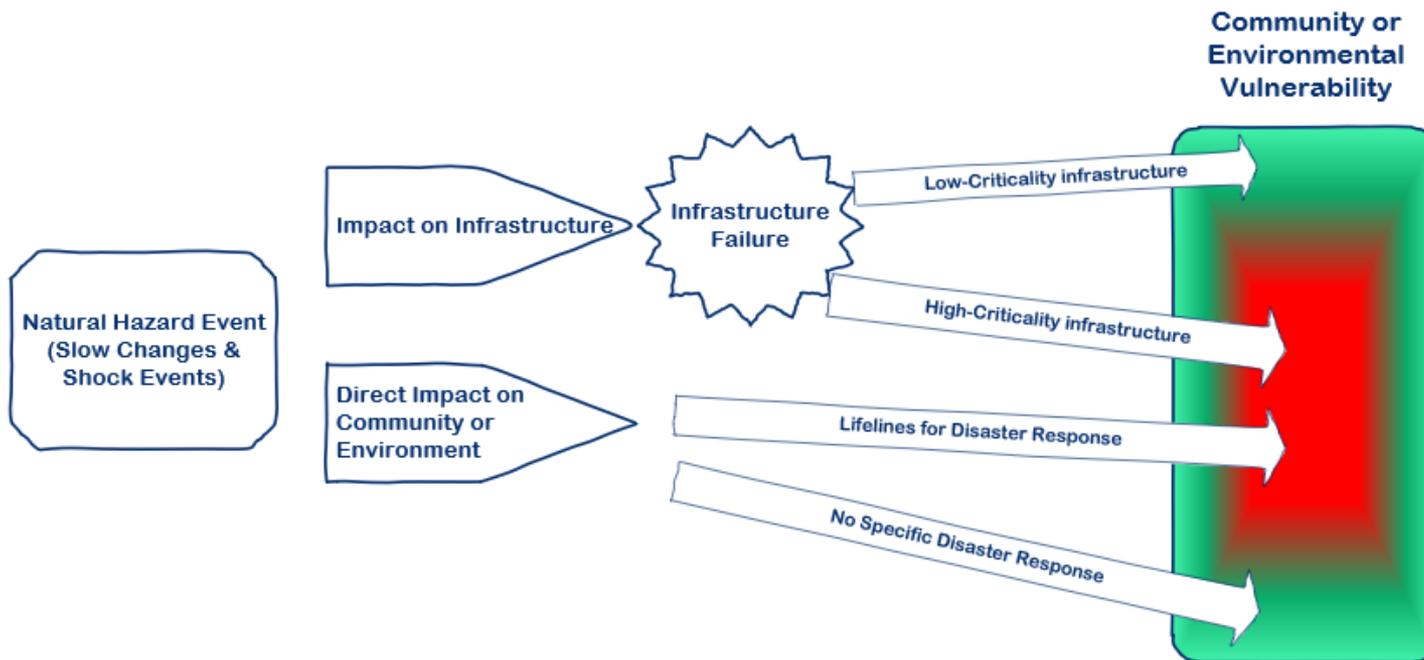


Source: Integrating Climate Change into Asset Management



Source: Blake-Manson and Henning

# Критичность активов

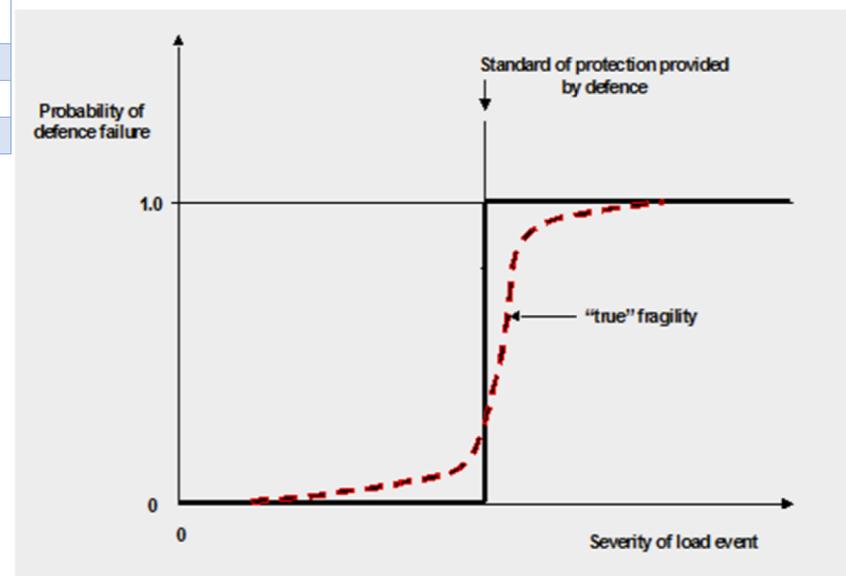


- **Стратегическая важность/значимость** - указание на стратегическую важность на национальном, региональном или местном уровне.
- **Взаимозависимость между различными инфраструктурами** - сам по себе компонент актива может не считаться критическим, но может быть взаимозависим с другим компонентом актива, который является критическим. Например, линия электропередач может не очень активно использоваться, но она может подавать воду на крупную станцию очистки сточных вод, что делает ее критически важной.
- **Линии жизнеобеспечения** - значение инфраструктуры с точки зрения связи с аварийными службами, больницами и основными коммунальными службами. К линиям жизнеобеспечения также относятся мероприятия по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, такие как маршруты эвакуации и временные убежища.
- **Избыточность** – возможности и избыточность системы, позволяющие справиться с потерей определенных связей в системе услуг.

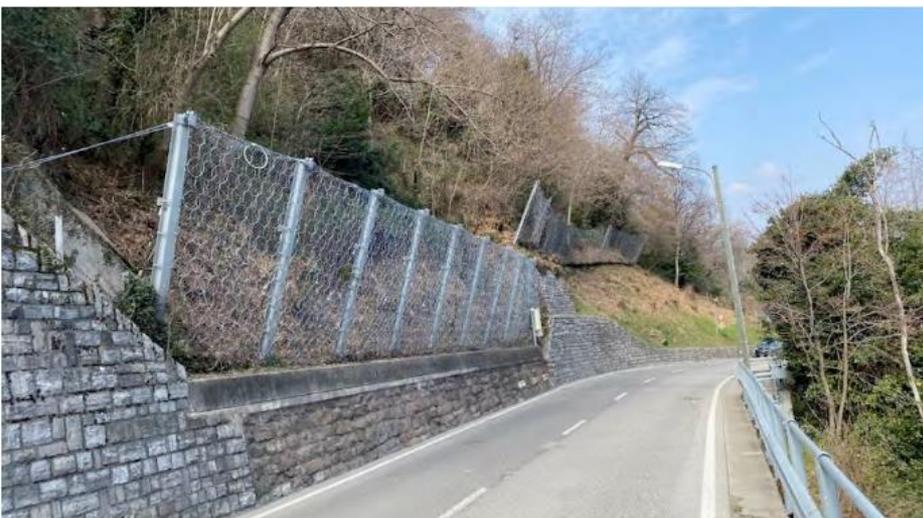
| Grade          | Description   | Condition x (Capacity or Utilisation) |
|----------------|---|---------------------------------------|
| <b>Grade 1</b> | withstand substantially more significant climate events compared to design standard | < 4                                   |
| <b>Grade 2</b> | withstand more significant climate events compared to design standard               | 4 to 7                                |
| <b>Grade 3</b> | withstand the design standard climate event   | 8 to 11                               |
| <b>Grade 4</b> | not able to withstand the design standard climate event                             | 12 to 18                              |
| <b>Grade 5</b> | not able to withstand minor climate events  | > 19                                  |

Базовый уровень

Продвинутый уровень



- В некоторых странах это проблема №1.
- Восстановление обычно обходится очень дорого.
- Создавая идеальный шторм -> влажность + сейсмическая активность



Rockfall attenuators protecting the road and preventing accidents. Photo courtesy of Michel Di Tommaso.



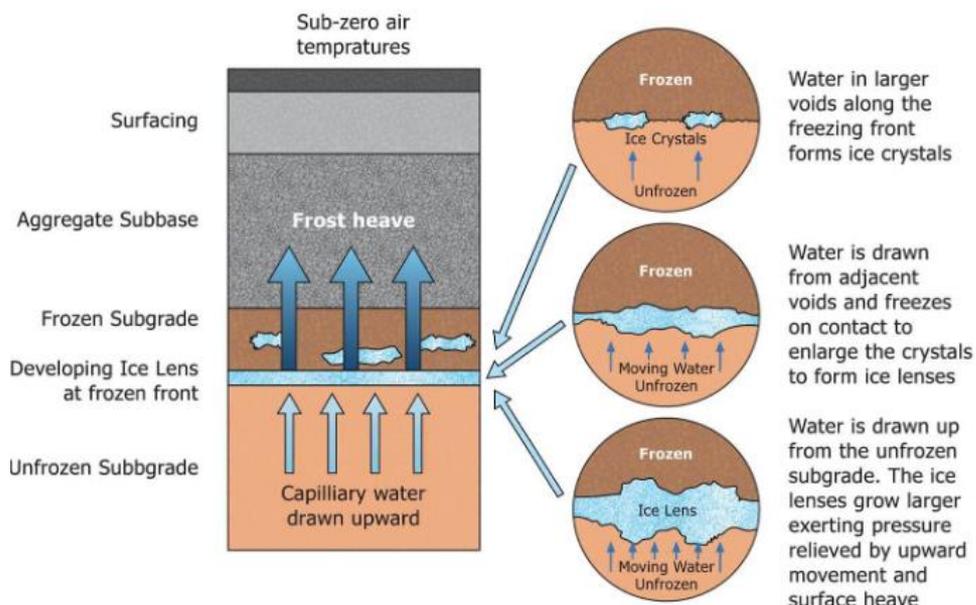
Gabion walls are used to control erosion. Photo courtesy of Michel Di Tommaso.

- Весеннее половодье
- Повышенная влажность дорожных покрытий и грунта
- Прекращение движения
- Потеря мостов



# Замораживание/Оттаивание

- Изменение характера замерзания и оттаивания
- В некоторых странах возникают проблемы с исчезновением вечной мерзлоты



Источник: Tensor

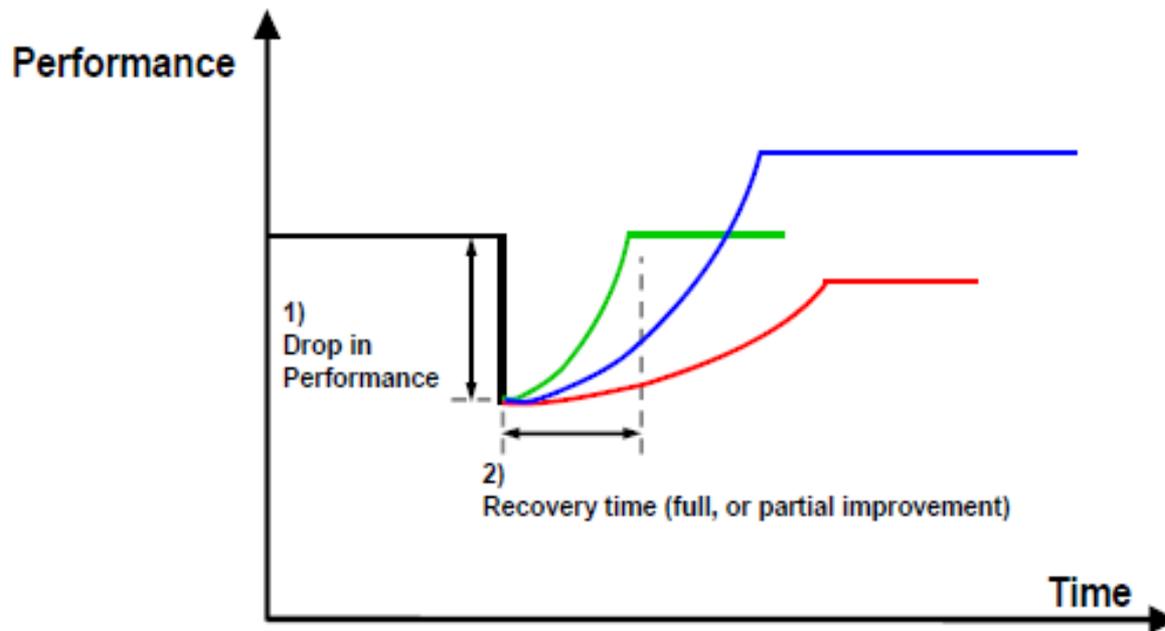
# Категория мер

| Adaptation Approach  | Description   | Examples   |
|--|---|--|
| <b>Avoid damage</b>  | In cases of extreme hazard exposure, or places where there is a certainty of infrastructure loss, the damage could be avoided by relocating infrastructure to less exposed areas. | Coastal roads that are low-lying thus prone to <u>overtop, and</u> moving inland is a more practical option.   |
| <b>Protecting road assets or construction new features</b> | Various protection strategies exist to avoid hazards impacting road assets.   | Flood protection structures<br>Slope stabilisation techniques  |
| <b>Retrofitting existing infrastructure</b>                | Retrofitting involves strengthening or changing infrastructure to be less vulnerable to most likely hazard impacts.   | Bridges could be retrofitted to withstand floods and seismic activities better. E.g. clippings to strengthen bridge deck's lateral stability on beams.   |
| <b>Catchment area improvements</b>                         | Taking a more holistic approach to reducing the hazard exposure for a geographic area.  | Improving overall catchment/stormwater drainage or improving run-off characteristics   |
| <b>Do minimum or nothing</b>                               | Don't take any resilient specific actions other than increased maintenance and renewals.  | Situations where higher priorities elsewhere or funding constraints prohibited investment into resilient options.  |
| <b>Delay adaptation to post-event</b>                      | In some more costly adaptation options, it may be more economical to delay an adaptation strategy until after an event.   | Bridge structures that will require costly relocation could still be functional until the next significant events. A new bridge is constructed elsewhere or at an increased height or strength on destruction. |

## Даются некоторые общие рекомендации по влиянию климата на поверхности и способам борьбы с ним.

| Воздействие на дорожное покрытие   | Требуемые характеристики поверхности  | Потенциальные технологии  |
|--|---|---|
| Механические повреждения дорожного покрытия в результате переноса ветром мусора (например, опрокидывание грузовиков) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Более прочная поверхность (не часто делается специальный допуск на сильный ветер)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модифицированные смеси, такие как поверхности, модифицированные эпоксидной смолой, армированное волокнами связующее вещество</li> </ul>                  |
| Расслоение поверхности   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Поверхности менее подвержены расслоению</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование грунтовочных покрытий или липких лаков</li> <li>• Однослойный асфальт</li> </ul>   |
| Попадание воды через поверхность   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование менее проницаемых поверхностей (например, плотный асфальтобетон, менее проницаемый, чем, скажем, однослойная щебеночная поверхность).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Варианты асфальтобетонной смеси с плотным гранулометрическим составом или герметизация накидкой</li> <li>• Поверхности, устойчивые к трещинам</li> </ul> |
| Уменьшение вязкости битумного вяжущего вещества приводит к его вымыванию   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Термостойкие поверхности</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Модифицированные связующие вещества, используемые в эпоксидном асфальте и герметизация накидкой</li> </ul>   |
| Повышенное затвердевание битума (окисление)  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Использование теплой асфальтовой смеси для снижения окисления во время смешивания и улучшения долговечности</li> </ul>                                   |

# Уменьшение воздействия изменения климата



**Green** is more resilient than **Red**

- Faster recovery time
- Higher level of service

**Blue** is a hardened <sup>2</sup> system as it has a higher final performance level

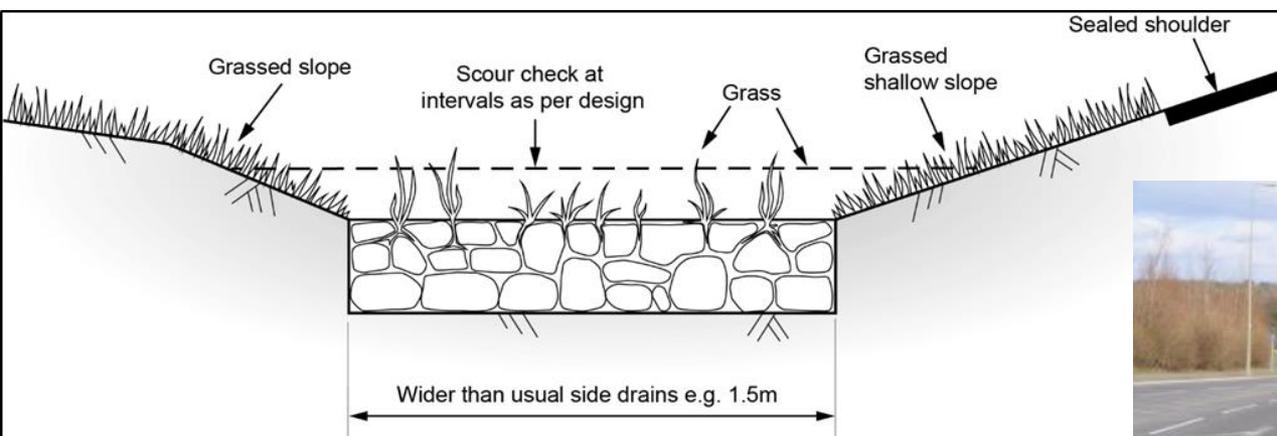
**Resilience** with respect to an event (e.g. Flooding, fire, earthquake, etc ) is characterized by two parameters:

1. Drop in performance, induced by the event (e.g. reduced ability to carry load).
2. Recovery time to reinstate or improve performance.

| Параметр                                | Год          |              |              |              |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   | 1990 до 2025 | 2025 до 2055 | 2055 до 2085 | 2085 до 2115 |
| Пиковая интенсивность осадков           | + 5%         | + 10%        | + 20%        | + 30%        |
| Пиковые речные потоки                   | + 5%         | + 10%        | + 20%        | + 30%        |
| Повышение уровня поверхностных вод моря | 10 см        | 15 см        | 25 см        | 35 см        |

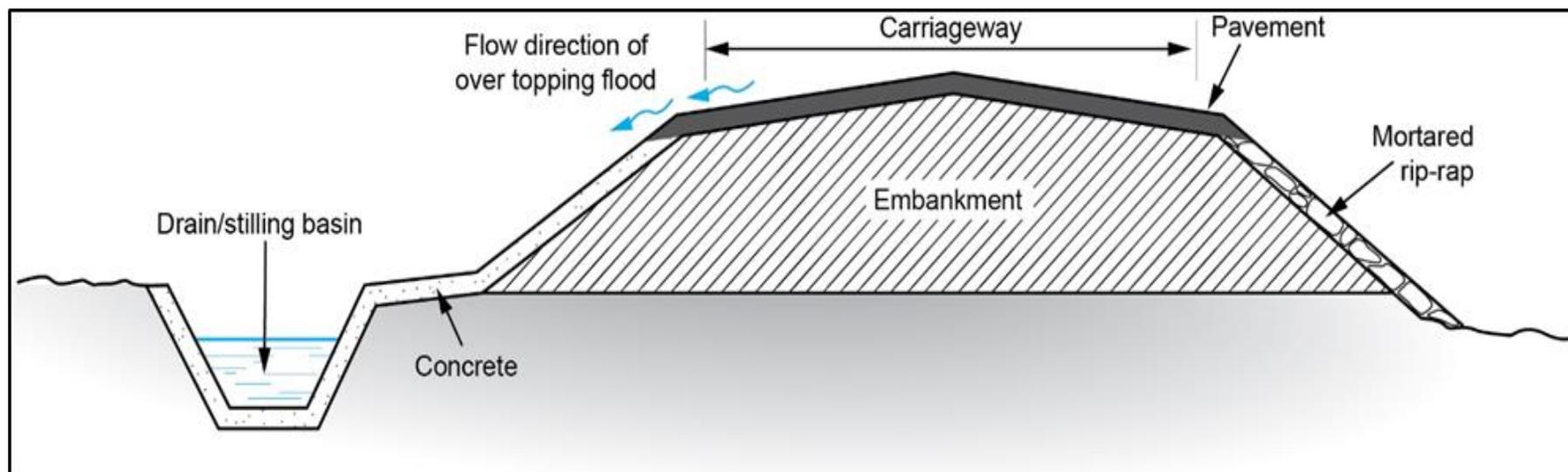
Источник: Дорожное примечание 31

## Покрытая травой низина



Источник: Дорожное примечание 31

## Повышенный уровень образования

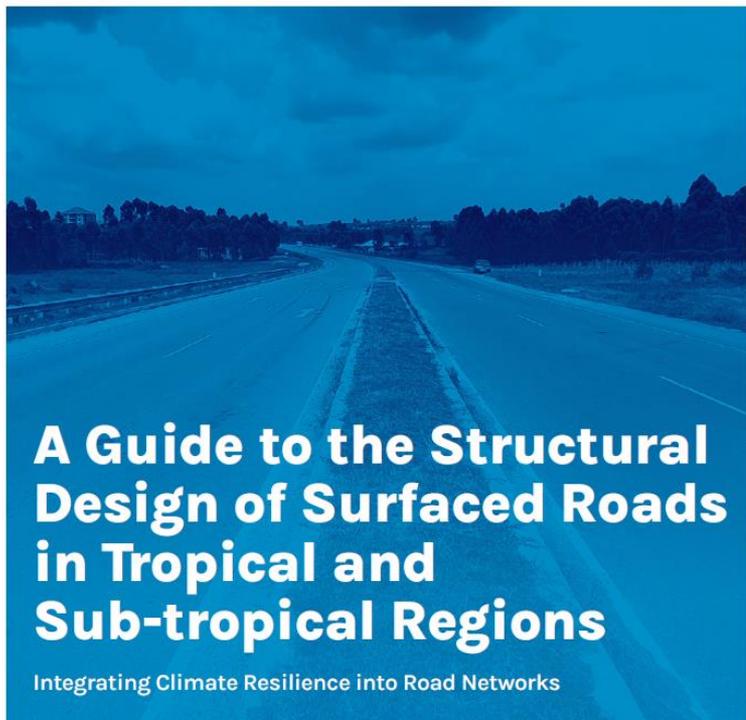


Источник: Дорожное примечание 31

- Надлежащее содержание дорог является наиболее важным и эффективным способом снижения воздействия меняющегося климата на дорожную систему.
- При отсутствии надлежащего режима технического обслуживания ущерб, причиняемый климатическими явлениями, усугубляется
- Таким образом, уход за дорожными покрытиями и их герметизация; регулярное техническое обслуживание мостов, водопропускных труб и дренажных сооружений для обеспечения их работоспособности и отсутствия препятствий;
- техническое обслуживание и улучшение работ по защите склонов; и
- систематические оценки для выявления и постепенного устранения уязвимых и критических участков дорог являются первой мерой защиты от климатических рисков.



## ROAD NOTE 31



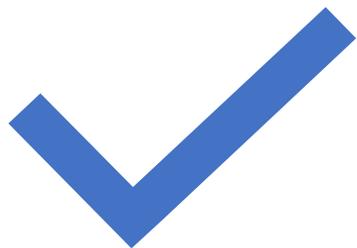
### A Guide to the Structural Design of Surfaced Roads in Tropical and Sub-tropical Regions

Integrating Climate Resilience into Road Networks

Transport & ICT

## Integrating Climate Change into Road Asset Management





Д-р Теунс Хеннинг



t.henning@auckland.ac.nz