

# Экосистемные меры адаптации для Климатически Устойчивых Городов

раздаточный материал | ноябрь 2020

**Deltares** atelier **GROENBLAUW**

**Bosch  
Slabbers**



**TNO**

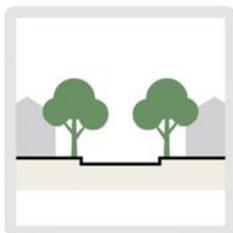


**Tauw**



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

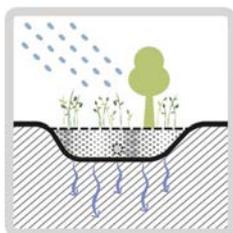
## Добавление деревьев к городскому ландшафту



Посадка деревьев на улицах, площадях и автостоянках создает тень и испарение и, следовательно, оказывает охлаждающее действие. Густая листва над оживленными дорогами не приносит пользы, так как выхлопные газы от транспортных средств, как правило, задерживаются под листвой. Тип дерева должен быть выбран в соответствии с местной системой поддержания влажности.



## Камера биологической очистки



Камеры биологической очистки - это элементы удержания дождевой воды, в которых вода собирается, задерживается, дренируется и фильтруется, прежде чем дождевой сток попадет в систему ливневой канализации посредством перетока или сброса. Эти сооружения обычно удерживают дождевую воду как на поверхности (внутри надводного борта), так и под поверхностью. Начиная с поверхности, он обычно состоит из: растений (деревья; местные кустарники), мульчирующего слоя, фильтрующего слоя почвы, дренирующего слоя гравия, гравийного основания, дренажной трубы и ненарушенного местного грунта.



## Bioswale (с дренажом)



Биосвейл - это траншея с растительностью и проницаемым дном, под которым проходит дренажная труба, заполненная гравием в слое геотекстиля. Он позволяет хранить, дренировать и транспортировать дождевую воду, одновременно способствуя повышению биоразнообразия и качества жизни.



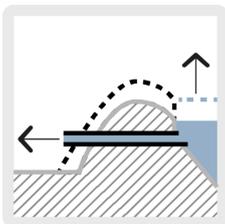
## Охлаждение с помощью водных объектов - прудов



Естественный или искусственный водоем со стоячей водой, обычно меньше озера. Они могут возникать естественным образом в поймах рек как часть речной системы, а могут представлять собой до некоторой степени изолированные впадины. Как правило, они представляют собой мелководье с болотными и водными растениями и животными.



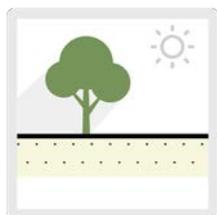
## Создание дополнительных водных поверхностей (m<sup>2</sup>)



Использование дополнительной площади поверхности может служить для создания дополнительного объема хранения, в то время как колебания уровня воды остаются неизменными. Часть высоты от обычного колебания уровня воды, например в 30 см, затем предназначается для сезонного хранения, в то время как другая часть зарезервирована для хранения в период пиковых значений. Преимущество этого способа сезонного хранения заключается в том, что колебания имеют пределы, что хорошо для флоры вдоль берегов.



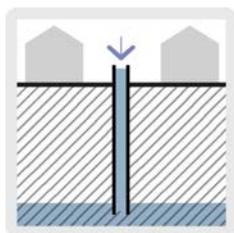
## Создание тени



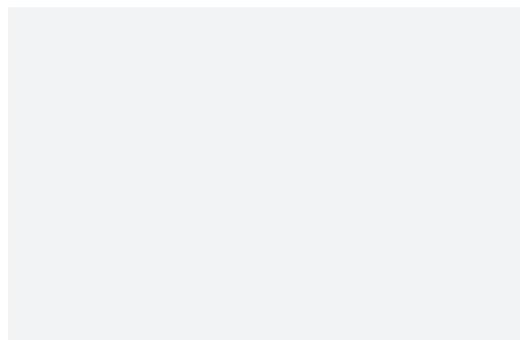
Создание тени важно для предотвращения нагрева поверхностей и охлаждения окружающей среды. Это может быть достигнуто с помощью деревьев, беседок из вьющихся растений, навесов, тентов и тому подобного. Аркады и крытые дорожки - это городские элементы, обычно используемые в теплых странах для создания тени.



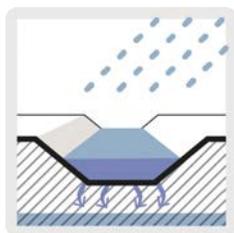
## Глубокая инфильтрация грунтовых вод



Во многих районах глубокие подземные водоносные горизонты используются в качестве источника питьевой воды. Инфильтрация подземных вод необходима для стабильного использования этих водоносных горизонтов. Если вода не просачивается, то водоносные горизонты будут опустошены. Глубокая инфильтрация подземных вод означает инфильтрацию воды в глубоких водоносных горизонтах. Дождевая вода собирается и просачивается в глубокие колодцы.



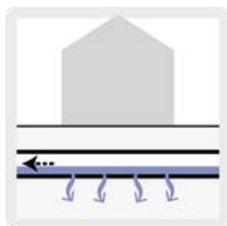
## Траншеи



Траншея представляет собой небольшой канал, который способствует временному удержанию дождевой воды, ее транспортировке и фильтрации. Траншея может быть заполнена водой или может оставаться сухой. Траншеи могут быть интегрированы в полосы зеленых насаждений. Они выглядят естественно, но нуждаются в дополнительном пространстве и уходе.



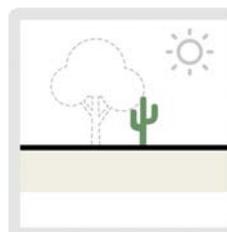
## Дренажно-транспортные траншеи (DIT)



Канализационная система, использующая перфорированную горизонтальную трубу, обернутую геотекстилем, дренирует землю, позволяет воде просачиваться внутрь и транспортирует ее. Такие системы используются рядом с мощеными или грунтовыми поверхностями, которые не обеспечивают достаточного пространства для дренажных траншей, или где грунт имеет недостаточный коэффициент проницаемости.



## Засухоустойчивые виды растений



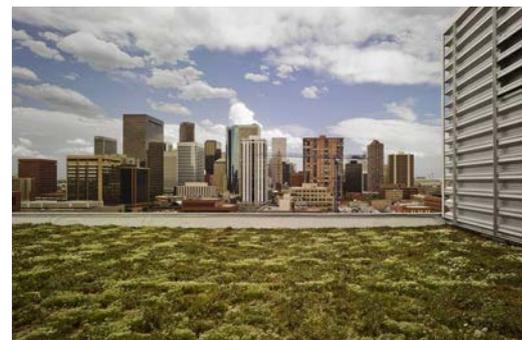
Засухоустойчивые растения более подходят для преодоления длительных засушливых периодов, так как они обладают большей способностью поглощать воду в городских районах и/или имеют относительно низкий уровень испарения. Степень извлечения грунтовых вод зависит от типа растения. Как правило, например, одно дерево извлекает воду из участка, в три раза превышающего диаметр кроны.



## Экстенсивная зеленая кровля



Зеленая крыша - это многослойная кровельная система, которая частично или полностью покрыта растительностью. Экстенсивные зеленые крыши имеют максимальную глубину 6 (шесть) дюймов и представляют собой слоистую систему, содержащую питательные среды, гидроизоляционную мембрану, дренаж и часто ирригационные компоненты. На экстенсивных зеленых крышах могут расти почвопокровные растения и мелкокореняющийся растительный материал, и поэтому им требуется меньшая конструкционная опора и меньшее техническое обслуживание по сравнению с интенсивными зелеными крышами.



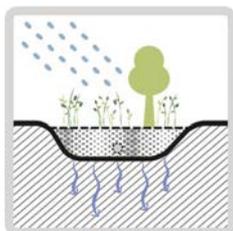
## Фонтаны, водопады, водные фасады



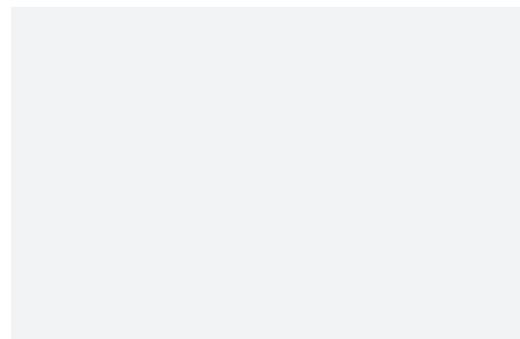
Поверхности стоячей воды испаряют меньше воды, чем зеленые поверхности. Разбрызгивание воды на поверхности способствует увеличению испарения и понижению температуры. Таким образом, движущаяся вода, например, с фонтанами, водопадами и водяными стенами, оказывает охлаждающее воздействие на окружающую среду. Для этой цели можно использовать поверхностные и дождевые воды.



## Слой гравия



Гравийный слой - это подземное устройство, заполненное гравием для фильтрации сточных вод. Сточная вода переносится по поверхности или ниже поверхности и отводится в гравийный слой или колодец. Такие системы используются рядом с мощеными или грунтовыми поверхностями, которые не обеспечивают достаточного пространства для дренажных траншей, или где грунт имеет недостаточный коэффициент проницаемости.



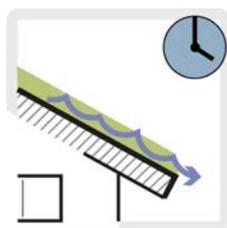
## Зеленые фасады



Зеленые фасады притягивают тепло и теряют меньше тепла. Растения также вызывают испарение, что помогает поддерживать более прохладный климат района или города. Преимущество заключается в том, что они занимают мало места в уже интенсивно используемом городском районе, давая при этом много вертикальных метров зелени.



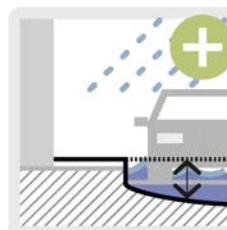
## Зеленые крыши с задержкой дренажа



Зеленые крыши с задержкой дренажа также называются удерживающими крышами. Это зеленая крыша, которая может удерживать дополнительную воду в слое субстрата под слоем зеленых насаждений, и обеспечивает задержку дренажа посредством зауженного дренажного стока. Пolderная крыша - это удерживающая крыша, где система управления связана с прогнозом погоды.



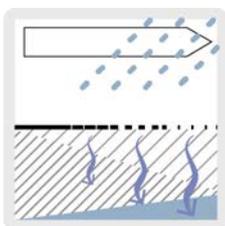
## Дороги в выемке



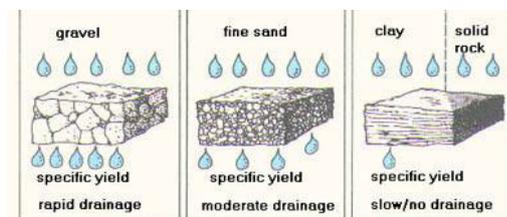
Дороги в выемках дают возможность воде течь по самой дороге, а не только по водостокам и могут удерживать и сливать гораздо больше воды, чем водостоки. Откосы часто являются меньшим препятствием для покрытия расстояний, превышающих 50 метров, потому что уровень дороги может быть различным.



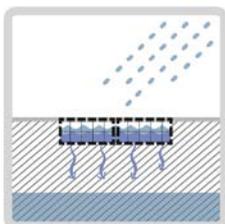
## Повышение инфильтрационной способности почвы



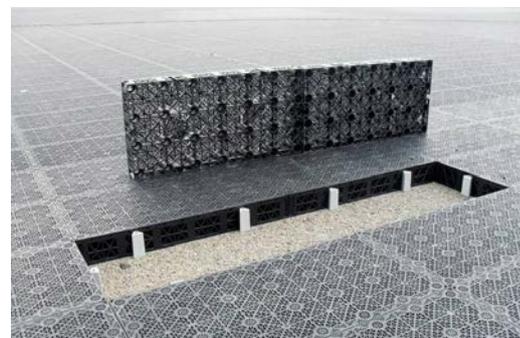
Внесение добавок в почву улучшает проводимость, или фильтрационную способность (дюйм/час) почвы. Это достигается за счет увеличения проницаемости почвы, что позволяет воде более свободно перемещаться в пространствах между частицами почвы. Как правило, местные почвы в районе Нового Орлеана состоят в основном из уплотненных глин, которые имеют небольшие частицы почвы с небольшим пустотным пространством между ними. Замена этих глинистых почв песчаными, в которых присутствуют крупные частицы с высоким соотношением пустот, повышает проницаемость.



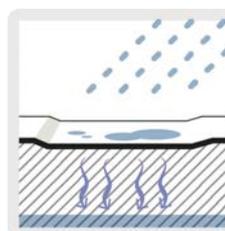
## Дренажные блоки



Фильтрационные блоки удерживают дождевую воду под землей и позволяют использовать один участок для двух целей. В целом, они предлагают БОЛЬШИЕ возможности для удержания воды, чем наземные фильтрационные установки. Возможность временно удерживать больше дождевой воды и постепенно выпускать ее для просачивания в грунт. Дополнительная фильтрация уменьшает ущерб от высыхания, проседания и засоления почвы.



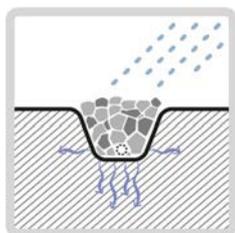
## Инфильтрационные поля и полосы с поверхностным накоплением



Размещение траншей и полей вблизи мощеных поверхностей для временного удержания дождевых стоков - это простой способ дренирования воды с чистых твердых поверхностей, таких как крыши и велосипедные дорожки. Помимо объема атмосферных осадков, который нуждается во временном хранении, проницаемость грунта является еще одним фактором, определяющим размеры.



## Дренажные траншеи



Дренажная траншея, также известная как дренаж Френча, представляет собой линейную конструкцию, используемую для снижения объемов дождевых стоков и улучшения качества воды. Эти неглубокие вырытые траншеи наполняются щебеночным заполнителем или щебнем, который предназначен для того, чтобы дождевая вода фильтровалась до поверхности грунта и в конечном итоге просачивалась через проницаемые грунты в грунтовые воды. Их линейная форма также может служить для переноса дождевой воды с одного участка на другой или в сторону от строительных сооружений, и обычно представляет собой перфорированную заглубленную дренажную трубу.



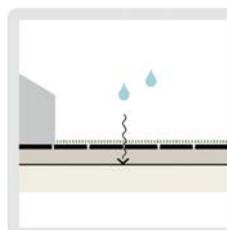
## Интенсивная зеленая кровля



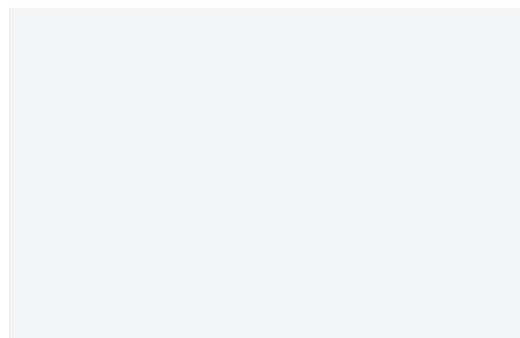
Интенсивные зеленые крыши имеют минимальную глубину шесть (6) дюймов и представляют собой слоистую систему, содержащую питательные среды, гидроизоляционную мембрану, дренаж и передовые ирригационные компоненты. На интенсивной зеленой крыше могут расти почвопокровные растения, кустарники и даже деревья, и поэтому такая кровля требует усиленной конструкционной опоры и обслуживания по сравнению с экстенсивными зелеными крышами.



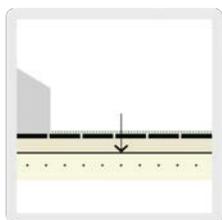
## Водопроницаемое дорожное покрытие (дренаж и удержание)



Проницаемые дорожные покрытия состоят из пористого материала, который поглощает атмосферные осадки. Вода может удерживаться либо в верхнем слое (например, на открытой поверхности из асфальтобетона), либо под верхним слоем в фундаменте. Помимо уменьшения стока, проницаемые поверхности могут улавливать взвешенные твердые частицы и отфильтровывать загрязняющие вещества из воды.



## Проницаемые системы дорожного покрытия (инфильтрация)



Пористые покрытия состоят из пористого материала, через который может проходить вода; проницаемые покрытия содержат или создают открытые части, которые дренируют воду. Такие материалы покрытий имеют ряд преимуществ: дождевая вода может впитываться в землю, пополняя грунтовые воды и освобождая канализацию. Подходящими материалами являются, например, открытые ячеистые бетонные блоки, фитобетонные плитки, щепа, ракушечник или гравий.



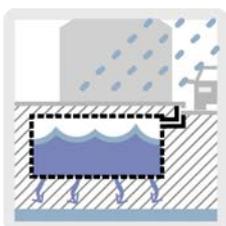
## Частный зеленый сад



Сад, принадлежащий жилой застройке или частный сад, является наиболее распространенной формой сада и находится в непосредственной близости от жилого дома, либо перед зданием, либо за ним. Сад перед домом может быть общего пользования или с частичными ограничениями, и, таким образом, он подчиняется условиям собрания жильцов и местных законов. Сады перед жилыми комплексами обычно проектируются под обычного человека, так как они чаще всего предназначены для частного использования.



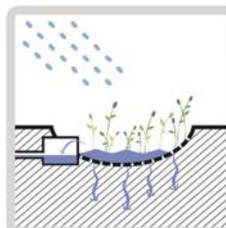
## Дождевая бочка



Резервуары для дождевой воды - это самые простые системы для дома и самые простые в установке. В большинстве случаев атмосферные осадки используются для полива растений: резервуар уже расположен снаружи дома. Обычно используемые резервуары для дождевой воды не слишком велики (общий размер составляет 224 литра), а это означает, что они требуют перелива, если поверхность крыши, к которой они подключены, слишком велика.



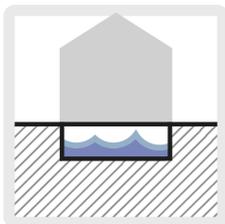
## Пруд для сбора дождевой воды



Буферные пруды временно удерживают осадки, давая им стекать медленно. Во время дождя дождевая вода удерживается в пруду и затем сливается, чтобы освободить место для следующего объема дождевой воды. Буферные пруды могут быть выполнены из камня или спроектированы так, чтобы иметь естественный вид.



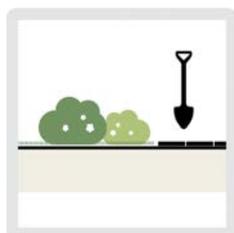
## Хранилище дождевой воды под зданиями



Хотя это не всегда так, чаще всего это достигается путем направления дождевой воды с крыши здания и ее сбора в резервуар под строением. Затем сточные воды могут быть отфильтрованы и обработаны, а затем повторно использованы на месте или сброшены в городскую дренажную систему. Цистерны под зданиями не обеспечивают фильтрации.



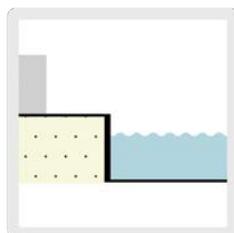
## Удаление твердого покрытия с целью посадки зеленых насаждений



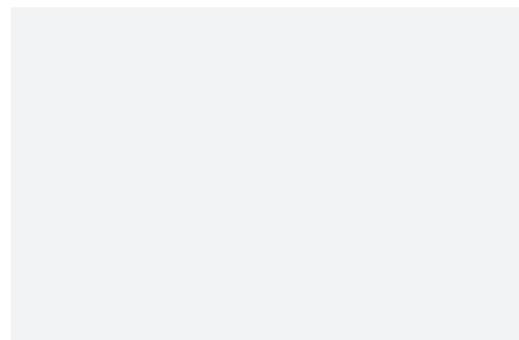
Уменьшение площадей мощеных поверхностей в саду и в городских районах имеет много преимуществ: дождевая вода впитывается в землю, пополняя грунтовые воды. Мощные поверхности летом нагреваются сильнее, чем озелененные территории; удаление твердого покрытия освобождает места для посадки, а растения сохраняют прохладу в жаркие летние дни. Удаление твердого покрытия дает больше пространства для животных, растений и организмов, живущих в почве.



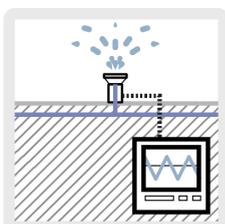
## Малые причалы



Причал - это сооружение на берегу реки или канала. Он обеспечивает защиту от наводнений в местах, где доступное пространство ограничено.



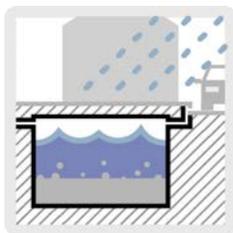
## Умные ирригационные меры



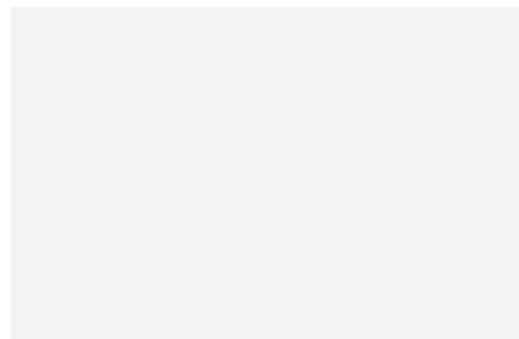
Если во время длительной засухи есть вероятность повреждения растительности, ее необходимо орошать. Если это делать периодически (еженедельно), то растения привыкнут к тому, что это происходит не ежедневно, и укоренятся глубже в почве. Если орошение производится в конце дня, то потери от испарения также уменьшаются.



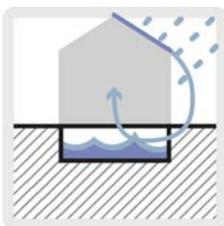
## Резервуар для хранения или подземное хранилище воды



Резервуары для хранения/отстойники предназначены для хранения избыточных сточных вод в городских дренажных системах в периоды обильных осадков. Это происходит в том случае, если объем сточных вод превышает пропускную способность городской дренажной системы;



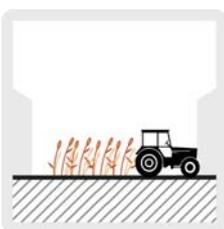
## Системы сбора дождевой воды



Сбор дождевой воды - это сбор и хранение дождевой воды для ее повторного использования на месте. Чаще всего это достигается путем улавливания стока с крыши здания, однако он также может включать в себя сбор стока со всей территории объекта или побочных продуктов, как например, конденсата из системы кондиционирования воздуха. Коллекторные сооружения могут иметь различные формы и устанавливаться как на поверхности, так и под землей. В зависимости от источника стоков и качества их обработки, собранная вода может быть повторно использована на месте для орошения.



## Городское сельское хозяйство



Городское сельское хозяйство - это практика возделывания, подготовки и распределения продуктов питания внутри территориальной общины или вблизи нее. Городское сельское хозяйство может также включать в себя аквакультуру, агролесоводство, городское пчеловодство и садоводство. Эти действия могут происходить как в плотно населенной городской среде, так и в менее населенных пригородных районах.



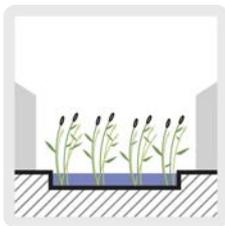
## Лесопарк



Городские леса выполняют множество функций. Помимо предоставления пространства для отдыха и содействия снижению теплового стресса, они могут создавать островки относительно чистого воздуха в городе и улучшать биоразнообразие. Кроме того, они способствуют ограничению наводнений, высыхания и засоления почвы за счет проникания в почву дождевой воды и создания буферных и фильтрационных зон в городских лесах.



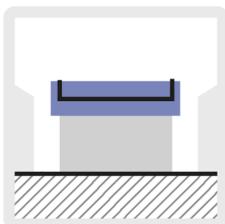
## Городские заболоченные участки



Болотные массивы - это насыщенные водой природные зоны, которые встречаются главным образом вдоль рек и в дельтах рек. По своей природе болотные массивы являются зонами переполнения рек и как таковые являются естественными буферами дождевой воды. Однако расширение городов и, соответственно, более низкие уровни грунтовых вод оказывают давление на болотные массивы и влагонасыщение во всем мире. В некоторых городах, например в Лондоне, болотные массивы выполняют определенную функцию, улучшая биоразнообразие и создавая естественные и приятные зоны отдыха для городских жителей.



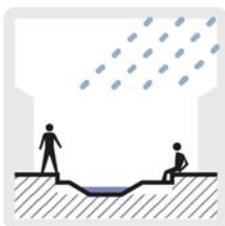
## Заливная кровля



Плоские крыши могут быть спроектированы так, чтобы задерживать некоторое количество осадков, путем расположения слива на несколько более высоком уровне. Это необходимо учитывать при строительстве крыши (большая нагрузка). Дождевая вода сливается в замедленном темпе с помощью более узких водосточных труб и остается только на короткий период на крыше, чтобы создать достаточное пространство для хранения воды во время следующего дождя.



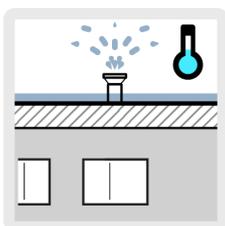
## Водный сквер



Различные города и поселки разработали системы для удержания дождевой воды в общественных местах. Эти системы, известные как водные скверы, связаны с другими объектами городской инфраструктуры, такими как игровые площадки, озелененные территории и жилые зоны. Водные скверы обычно используются в городских районах, где мало места для буферных прудов, и где высокий уровень грунтовых вод не дает атмосферным осадкам проникать в грунт.



## Увлажнение поверхностей (садов, крыш, дорог)



Спринклерная система может увлажнять такие участки, как крыши, дороги или сады, чтобы влага с них испарялась, тем самым охлаждая окружающий воздух. Другие примеры - фонтаны и водопады. Эта мера может быть использована в густонаселенных городских районах, где эффект городского "теплового острова" особенно ощутим.

