

Системы тепловых насосов

Техническая информация и внедрение

1. Техническая информация

Принципы работы

Различные типы тепловых насосов

Принципы работы

- Тепловые насосы извлекают энергию из источника тепла и повышают ее температуру
- Тепло извлекается из окружающей среды (например, грунтовых вод, воздуха) и затем передается в систему распределения тепла
- Для этого требуется дополнительная энергия в виде механической или тепловой энергии
- Обычные теплонасосные системы проектируются как компрессионные тепловые насосы с электроприводными компрессорами
- Тепловые насосы можно использовать для нагрева и кондиционирования, процесс обратимый



Рис 1: Разные модели тепловых насосов, источник: Viessmann

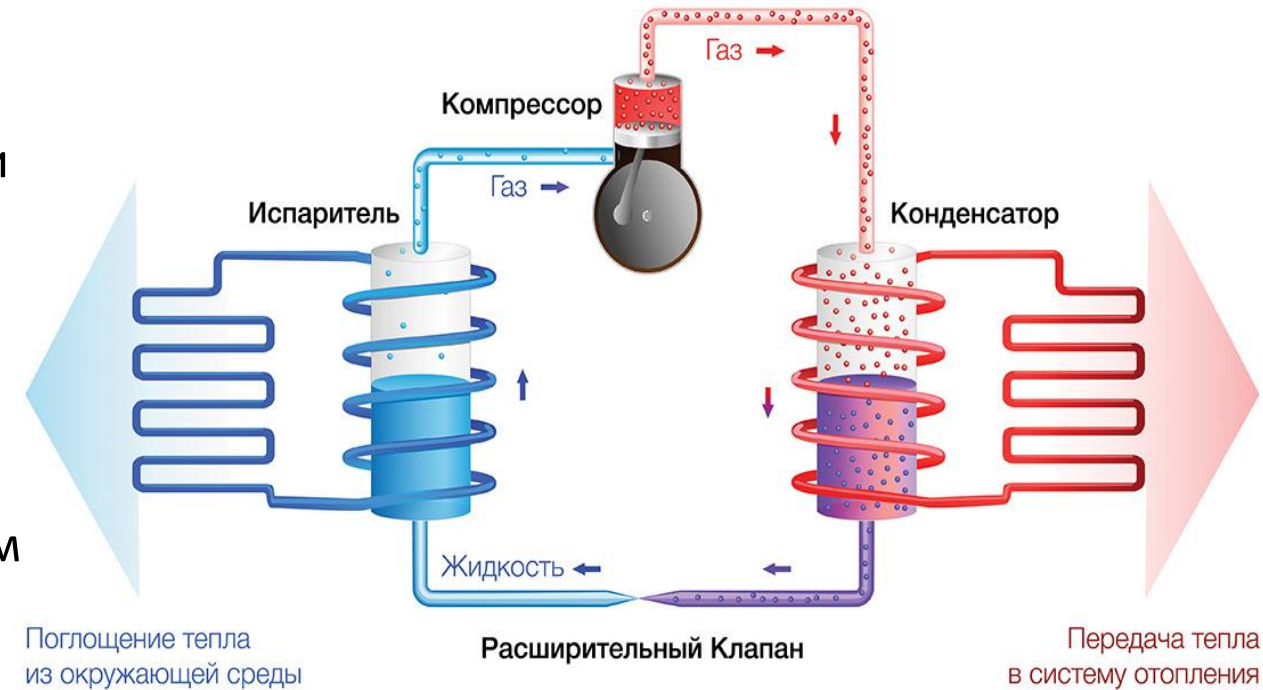
Пошаговый цикл работы теплового насоса

1. Тепло извлекается из окружающей среды и используется для испарения хладагента
2. В ходе этого процесса газ сжимается
3. Теплообменник передает тепло в системы отопления
4. Хладагент при резком снижении давления (через расширительный клапан) снова разжижается



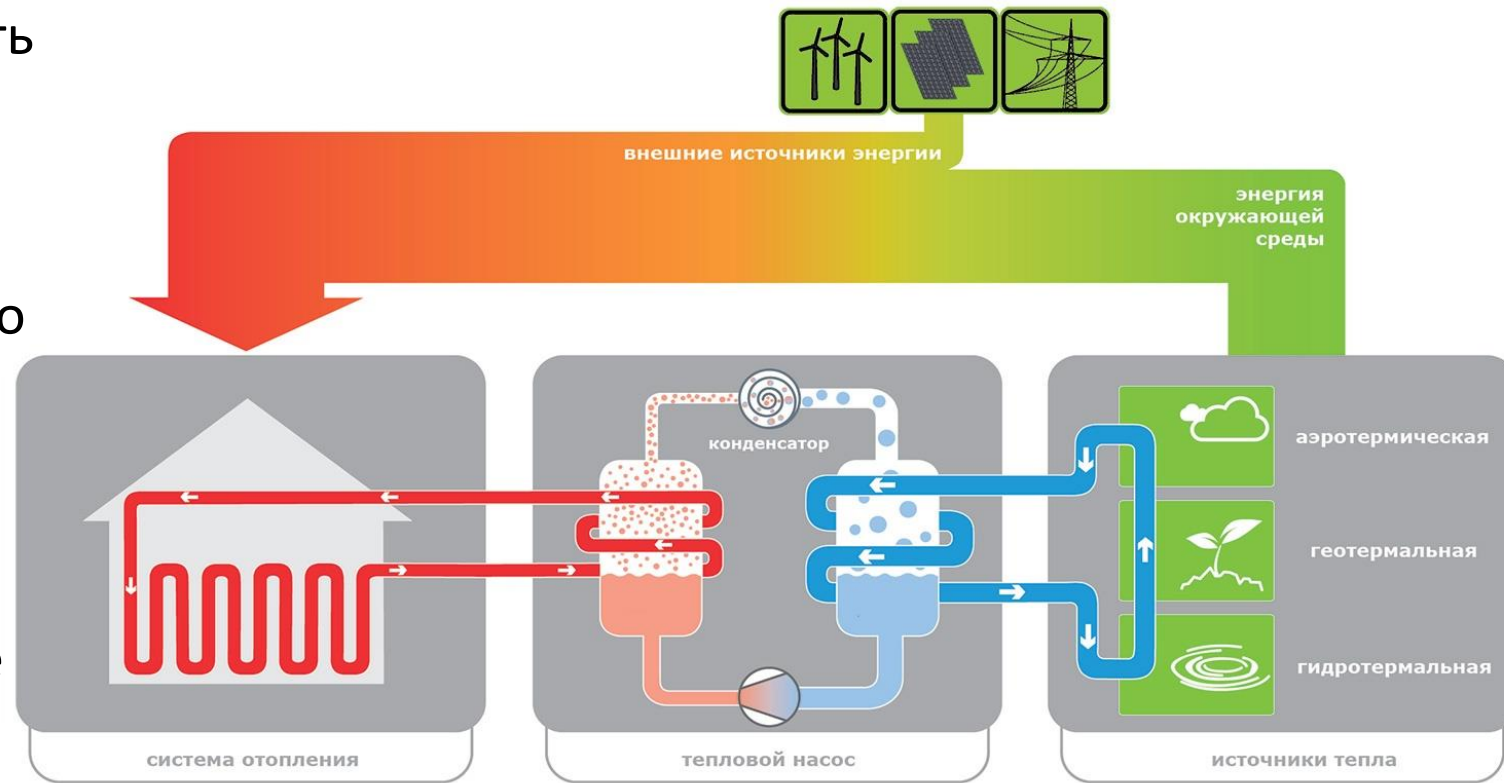
Компоненты теплового насоса

- Испаритель (внешний теплообменник): жидкий хладагент поглощает тепло из окружающей среды и испаряется при низкой температуре.
- Компрессор сжимает молекулы хладагента при расходе эл. энергии.
- Конденсатор (внутренний теплообменник): конденсация и охлаждение хладагента при высоком давлении, распределение тепла внутри здания
- Расширительный клапан (вентиль, дроссель): давление хладагента резко снижается и он снова превращается в жидкость
- Хладагент: это вещество в жидком и газообразном состоянии, которое циркулирует через тепловой насос.



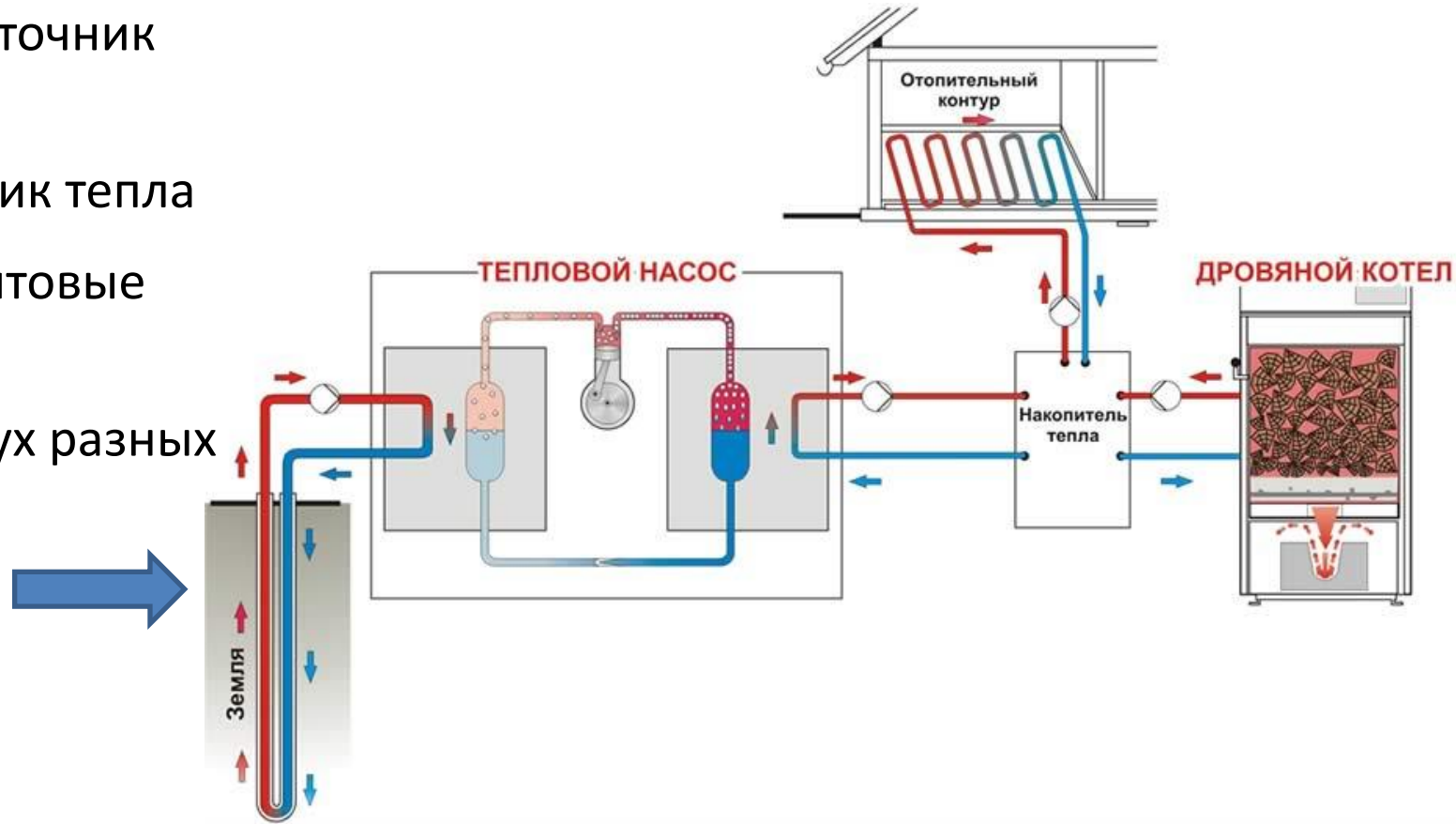
Возобновляемая энергия

- Тепловой насос можно использовать в сочетании с источниками возобновляемой энергии, чтобы покрыть расход электроэнергии.
- Источники тепла для насоса сами по себе возобновляемы (воздух, геотермальная энергия или поверхностные воды).
- Тепловые насосы могут удовлетворить потребности в тепле с помощью возобновляемой энергии и при низком уровне выбросов CO²



Различные типы тепловых насосов

- „земля – вода“ - геотермальный источник тепла
- „воздух – вода“ - воздух как источник тепла
- „вода – вода“ - источник тепла грунтовые воды
- гибридные тепловые насосы на двух разных видах топлива



Эффективность теплового насоса

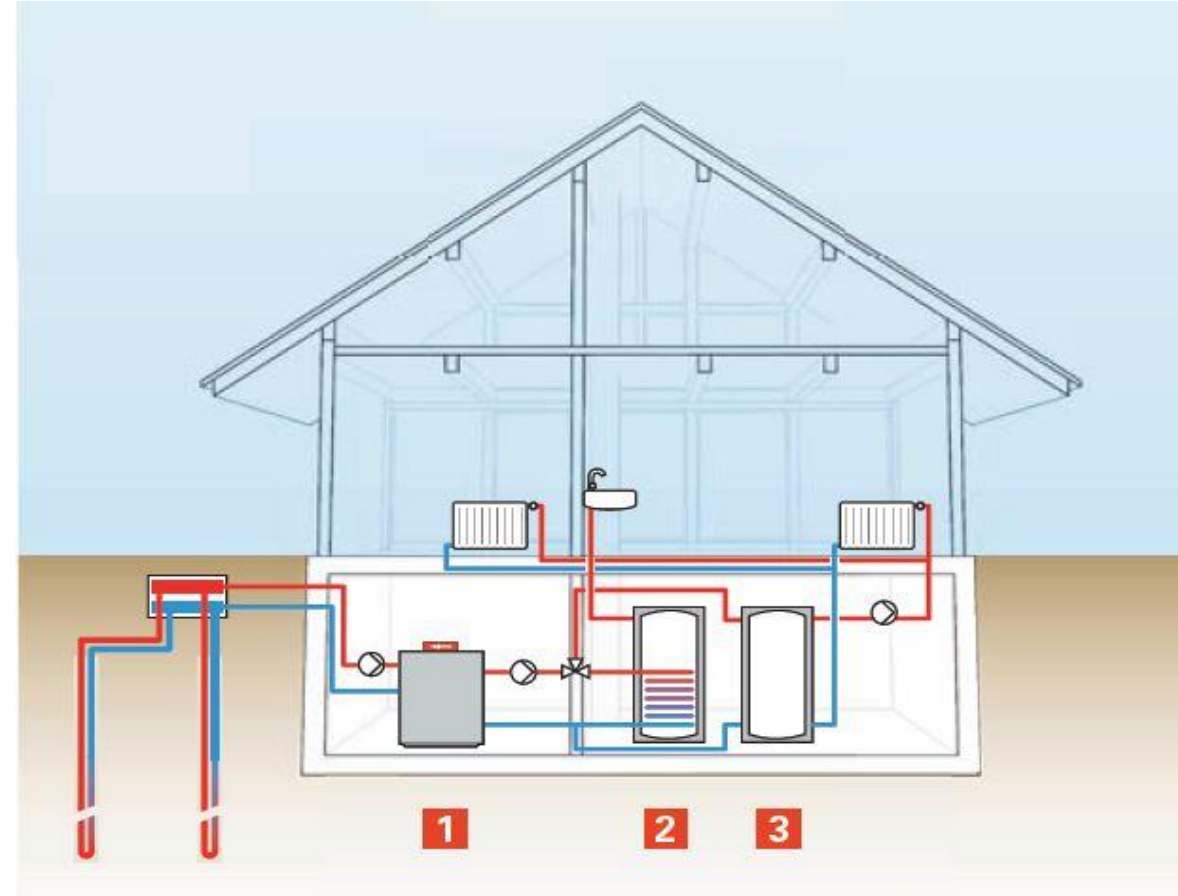
Для оценки тепловых насосов **коэффициент преобразования** (КП/COP) теплового насоса, который представляет собой коэффициент производительности теплового насоса, определенный при фиксированных условиях испытаний и определяемый следующим образом в соответствии с DIN EN 14511:

$$\text{КП} = Q \text{ кВт.тепло} / W \text{ кВт.эл}$$

- Чем выше значение, тем эффективнее тепловой насос
- КП равное 4 обозначает, что при использовании 1 кВт электричества можно выработать 4 кВт тепла

Тепловой насос „земля – вода“ - геотермальные зонды

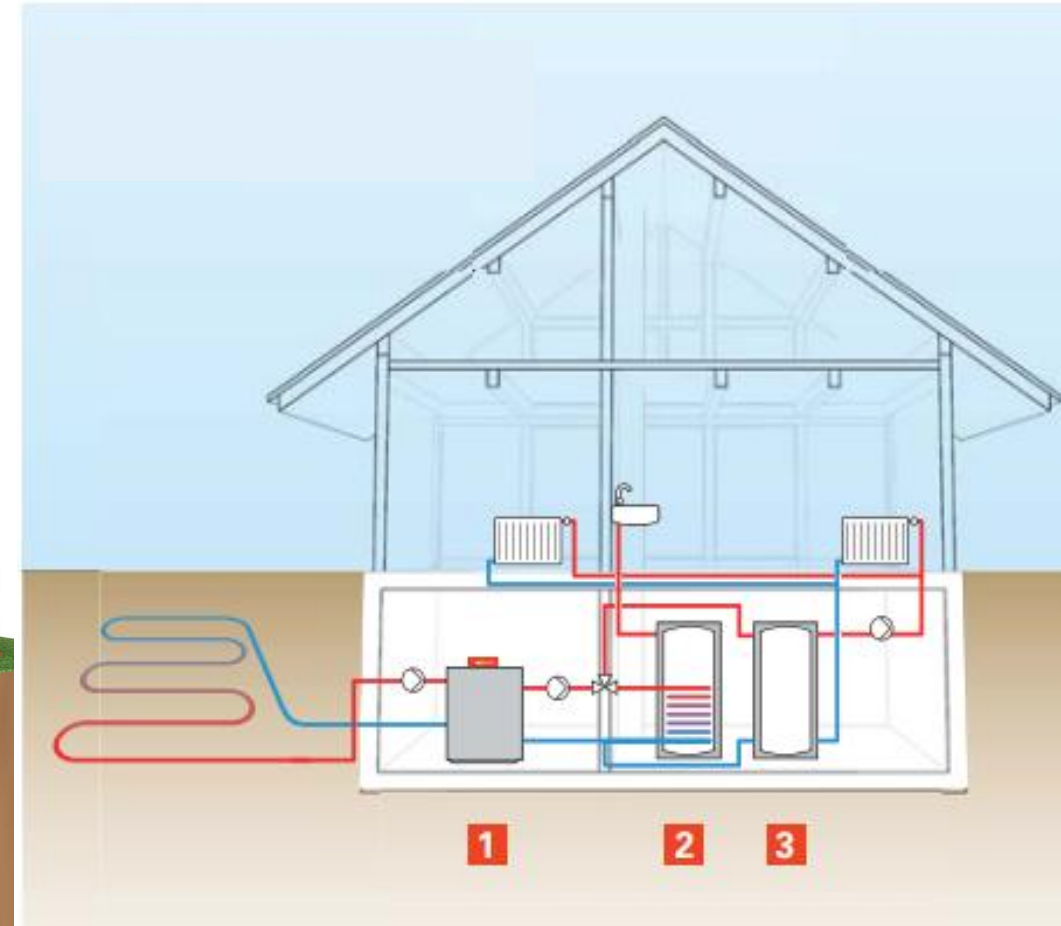
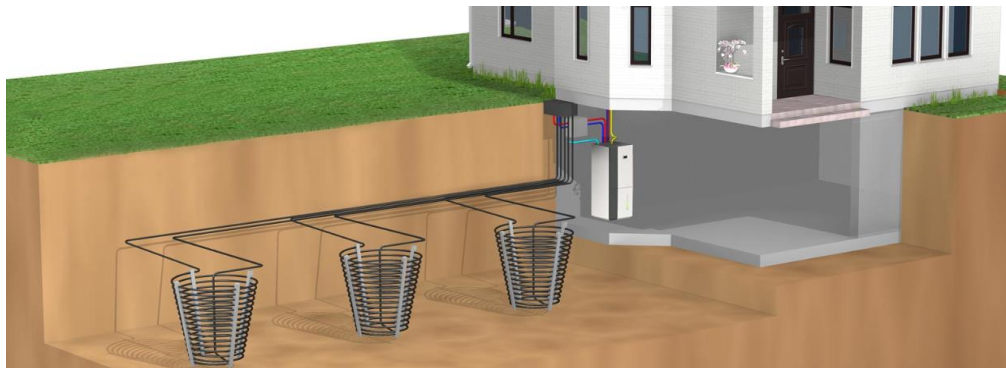
- Вертикальные геотермальные коллекторы (скважины)
- Геотермальная энергия с глубины от 5 до 100 м.
- Чем глубже скважины, тем больше энергии можно получить
- Предварительно необходимо исследование почвы
- Из наружных труб тепло поступает в теплообменник внутри ТН (№1), и затем через бойлер косвенного нагрева (№2) передается в систему отопления дома. Также часто используется бак-аккумулятор (№3)



Техническая информация

Тепловой насос „земля – вода“ - грунтовый коллектор

- Геотермальные коллекторы горизонтальные (как контур)
- Верхний слой земной поверхности «грунт» является стабильным источником тепла: температура на глубине трех метров относительно постоянна и лежит в диапазоне от 7 °С до 13 °С.
- Трубы отопления представляют собой извилистую поверхность или геотермальную корзину
- Не требуется бурения



Проектирование

- Грунтовые зонды должны устанавливать специализированные компании
- Их применимость зависит от геологических условий
- Бурение должно быть санкционировано ответственными органами власти
- Для экономичной работы в системе труб должны быть низкие потери давления
- При бурении 3 и более скважин необходим распределитель для регулировки гидравлики
- Для горизонтальных грунтовых коллекторов предпочтительна длина труб не более 100 м
- Хладагент используемый в контуре должен содержать антифриз, выдерживающий температуры до -15°

Техническая информация

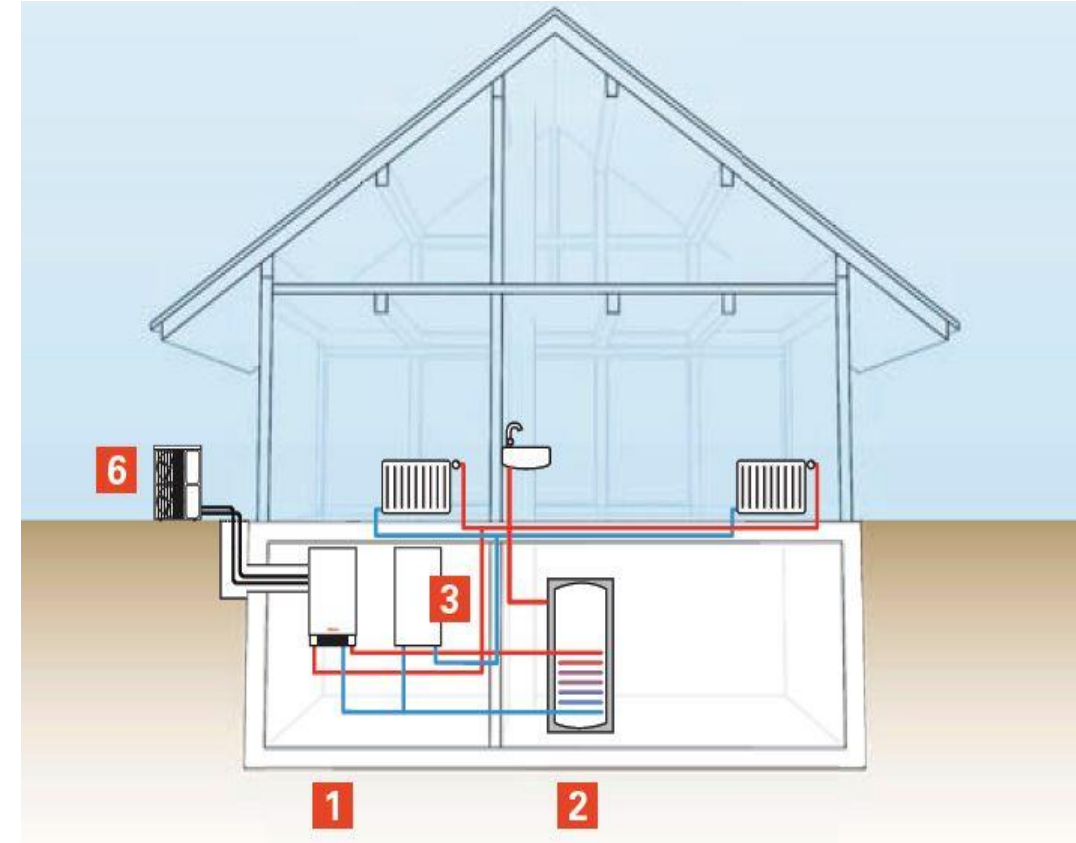
Примеры грунтовых коллекторов



Источник: <https://solarsoul.net/gruntovye-teploobmenniki-dlya-geotermalnogo-teplovogo-nasosa>

Тепловой насос „воздух - вода“

- Извлекает тепловую энергию из воздуха улицы и передает ее в систему отопления здания.
- Система подвергается значительным перепадам температуры в зависимости от климатических зон
- Возможно, система не сможет производить достаточно тепла в условиях низких температур
- -> гибридная система

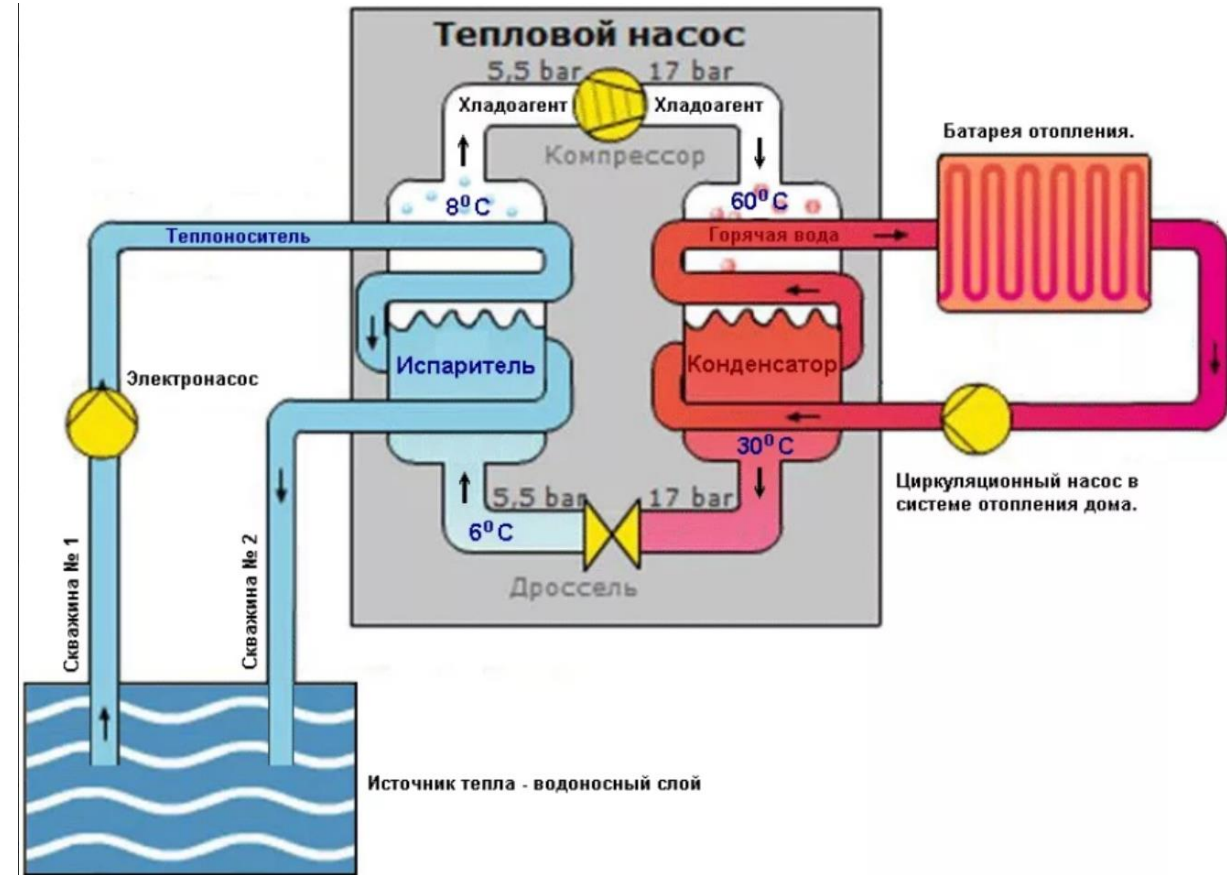


Проектирование

- Необходимы вентиляторы
 - Это приводит к высокому уровню шума, который нужно оценить на этапе планирования
- Система можно использоваться с регулируемым и нерегулируемым компрессором в зависимости от потребности в тепловой энергии и стабильности температур
- Из-за значительных перепадов температур воздушные насосы обычно работают бивалентно, чтобы избежать негабаритности системы
- Система должна быть спроектирована так, чтобы работать, как минимум, при уличной температуре от -3 до -10 °C, покрывая большую часть потребности в тепле

Тепловой насос „вода - вода“

- Использует поверхностные грунтовые воды как источник тепловой энергии
- Присутствуют лишь минимальные сезонные колебания температур, производство тепла стабильно
- Работает как система открытого цикла с двумя колодцами
- Колодезный насос получает воду с глубины от 20 м и более
- Эффективность зависит от качества, температуры и глубины грунтовых вод



Источник: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/teplovyenasosy/teplovoj-nasos-voda-voda.html>

Проектирование

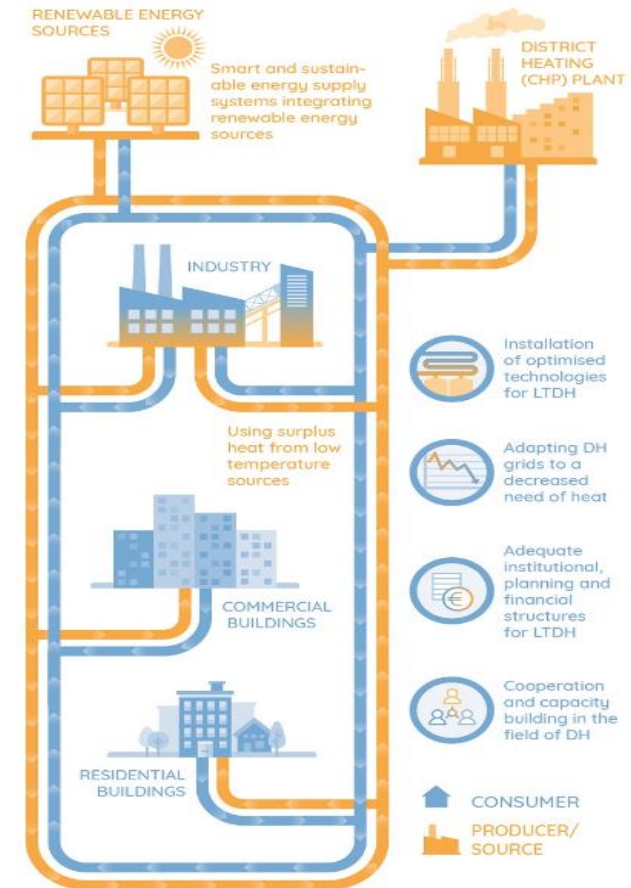
- Глубина грунтовых вод особенно важна для экономичной работы теплового насоса
- Тепловые насосы «вода — вода» - хорошая идея, если уже есть скважина
- Скважины должны обустриваться специализированной компанией, использование системы должно быть одобрено согласно Акту о водных ресурсах
- Максимальные колебания температур не должны превосходить 6 К
- Нужно учитывать химический состав воды
 - Риск коррозии и отложений на трубах и элементах системы
- Лучше использовать пластины из нержавеющей стали, а не медные пластины во избежание повреждений

Гибридный тепловой насос

- Теплонасосная система в сочетании с другим не возобновляемым источником тепла, как правило, газовыми котлами
 - Так же называют системно на двух видах топлива
- Обычно применяется в старых зданиях, где уже есть традиционная система
- Блок управления контролирует работу и переключается между системами для интеллектуального использования
 - Учитывается даже стоимость электроэнергии в сети
- Гибкость и эффективность независимо от внешних обстоятельств
- Минус: работает на ископаемом топливе
- Выбросы CO₂ выше, чем у других насосных систем

Низкотемпературные сети централизованного теплоснабжения

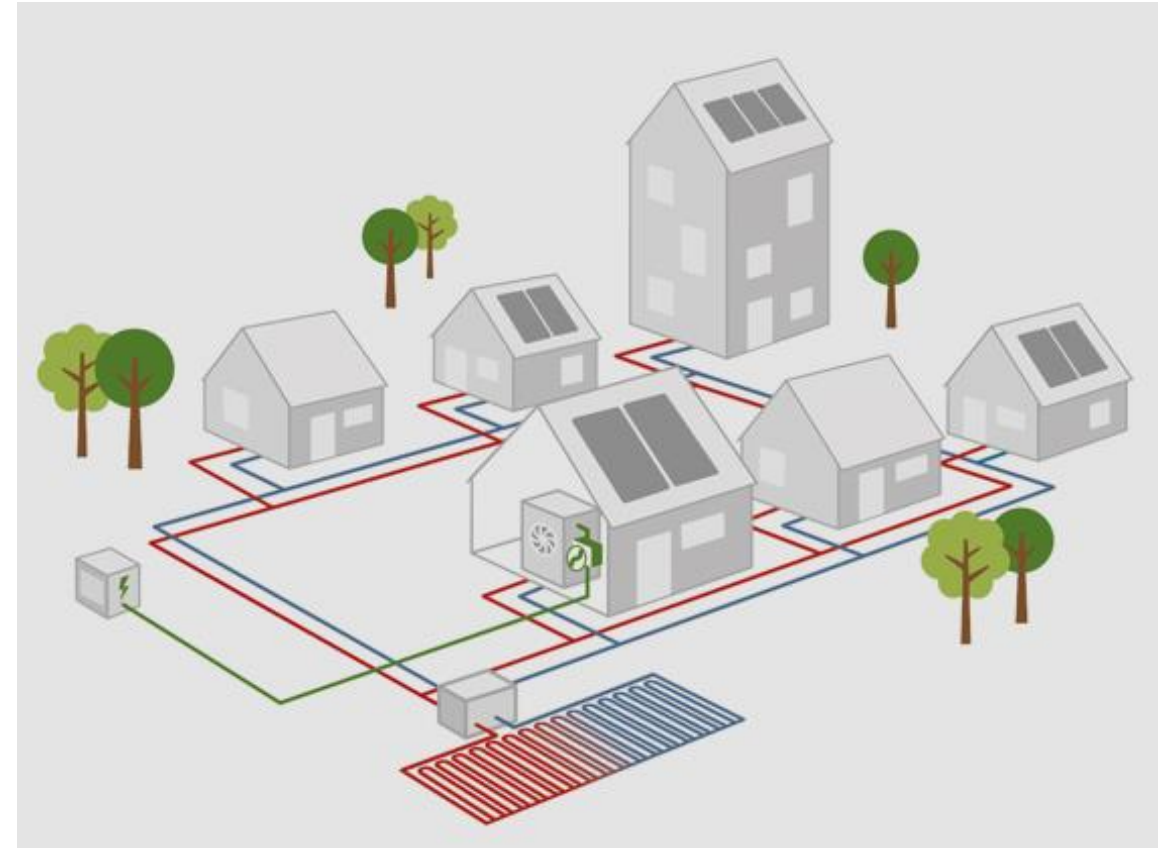
- Низкотемпературные теплосети — инновационная отопительная инфраструктура, работающая при температуре от **20 до 95 градусов**
- Теплоснабжение производится по принципам защиты климата и преимущественно на базе возобновляемой энергии (солнечная энергия, промышленное бросовое тепло и применение технологий хранения).



Низкотемпературное централизованное теплоснабжение, источник: ateneKOM GmbH

Сети холодного отопления

- Сети холодного отопления работают при низкой температуре от **8 до 20 градусов**
- Грунтовые воды распределяются через неизолированные трубы
- Они поступают в децентрализованную систему тепловых насосов
- Преимущества:
 - Ниже теплотери при распределении тепла
 - Возможность использования менее дорогих материалов
 - Возможность передачи на большие расстояния
 - Интересно для новых зданий

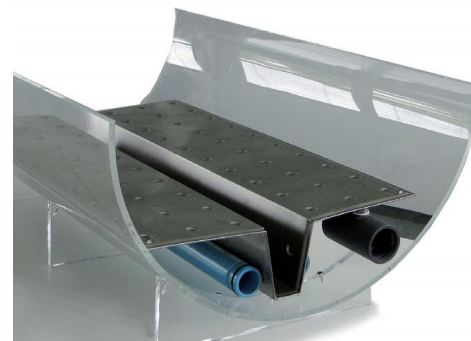


Сети холодного отопления, источник: naturstrom.de

Канализационный тепловой насос с теплообменников

- Инновационная технология — тепловой насос газового поглощения
- Направляет горячую воду в канализационную систему
- При использовании бросового тепла выбросы CO₂ сокращаются на 75 процентов
- Используется для отопления и для подготовки горячей воды
- Пиковые периоды потребления
- обеспечивает конденсационный котел

Теплообменник сточных вод, источник: hamburgwasser.de



Канализационная труба, источник: hamburgwasser.de

2. Внедрение

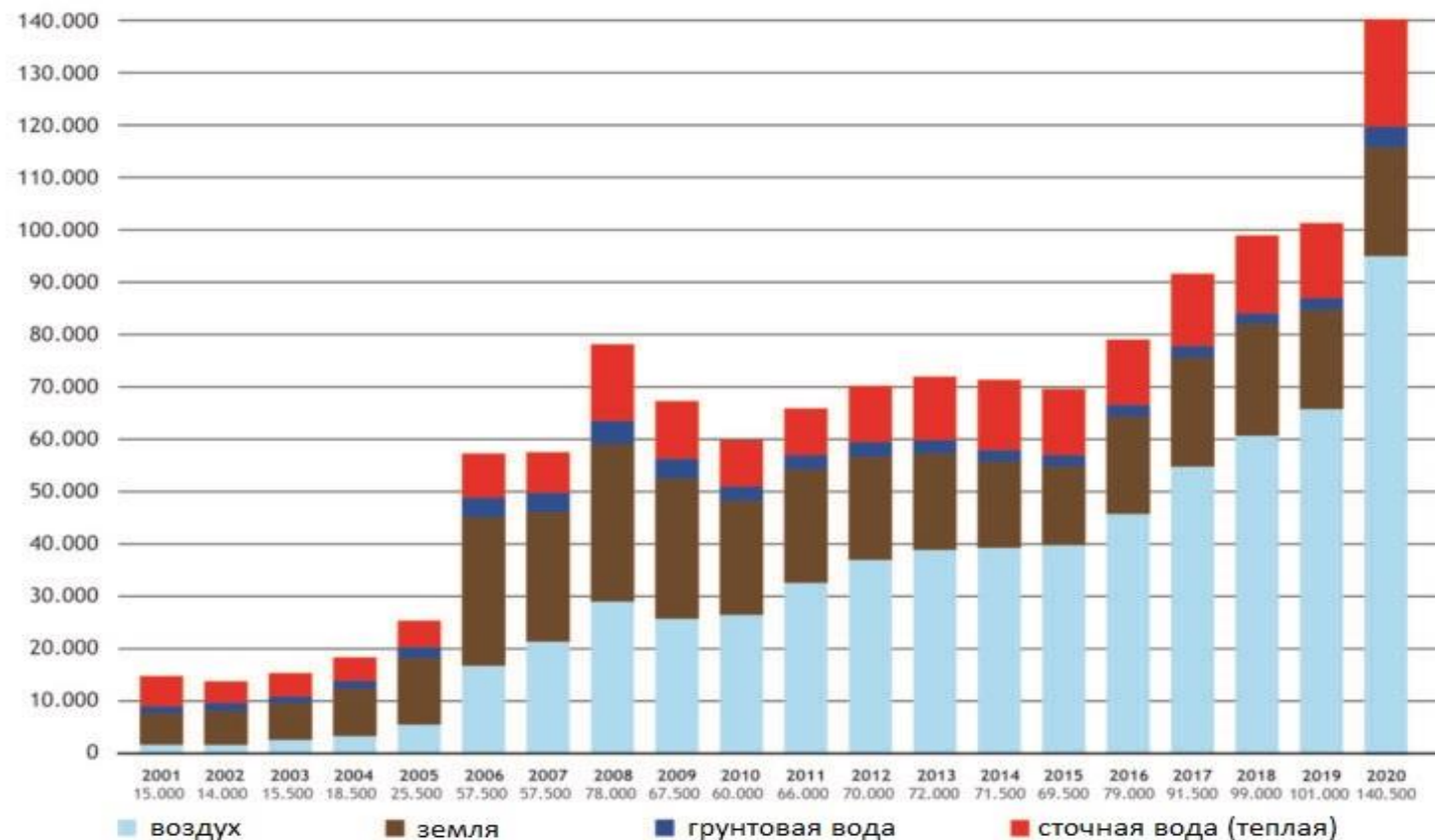
Текущая ситуация в регионе Балтийского моря

Внедрение

- Большинство новых тепловых насосов устанавливаются в новых зданиях
- Доступ к источникам тепла обычно требует масштабных земельных работ и оценок до начала строительства
- При проектировании новой системы тепловых насосов важно, чтобы все компоненты хорошо работали вместе для экономичной и эффективной работы
- Насосы «воздух — вода» легко установить, особенно при капитальном ремонте, для улучшения энергоэффективности, поэтому они наиболее распространены в старых зданиях
- Для сокращения периода окупаемости следует использовать программы финансирования энергоэффективных мер

Рост продаж в Германии

Динамика продаж ТН разных типов в Германии 2001-2020 г.г.



источник: bwp, Германия

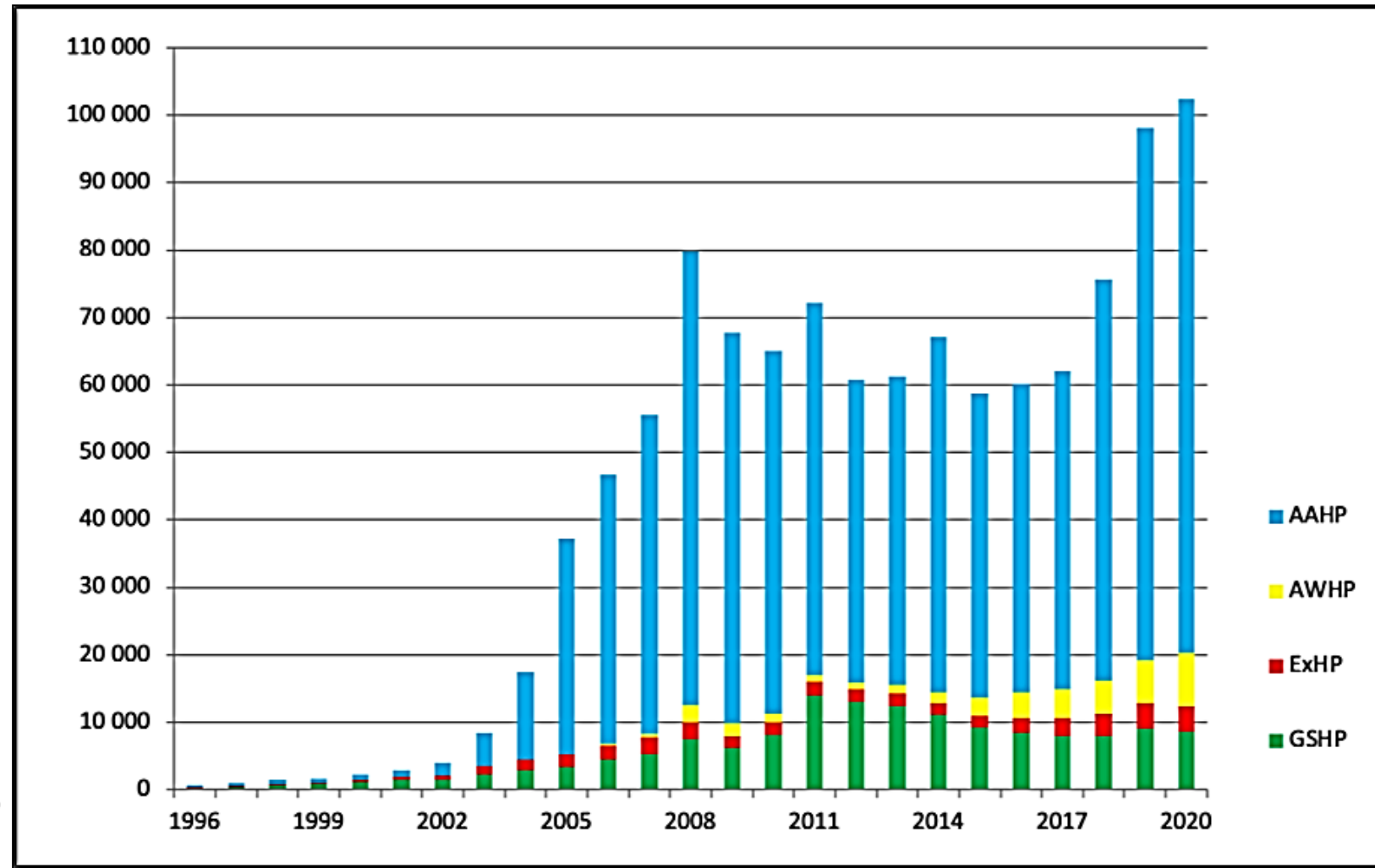
bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Внедрение

Рост продаж в Финляндии

В Финляндии в 2019 и 2020 годах наблюдался явный рост продаж некоторых видов ТН, особенно это коснулось ТН «воздух – воздух» и «воздух – вода».

ААНР – (воздух - воздух)
 ААНР – (воздух - вода)
 ExHP – (бросовое тепло из воды и воздуха)
 GSHP – (подземные источники)



Источник: Финская ассоциация тепловых насосов (SULPU ry)

Текущая ситуация в регионе Балтийского моря

- Соотношение цены — коэффициент цены на электричество к цене на нефтепродукты необходимое для выработки такого же количества тепла
- Оно может показать, какой КП нужен для экономичной работы теплового насоса по отношению к выработке тепла на ископаемом топливе
- Соотношение особенно высоко в Германии и Бельгии, ниже в странах Скандинавии, Франции, Италии и Португалии, особенно низкое в Венгрии

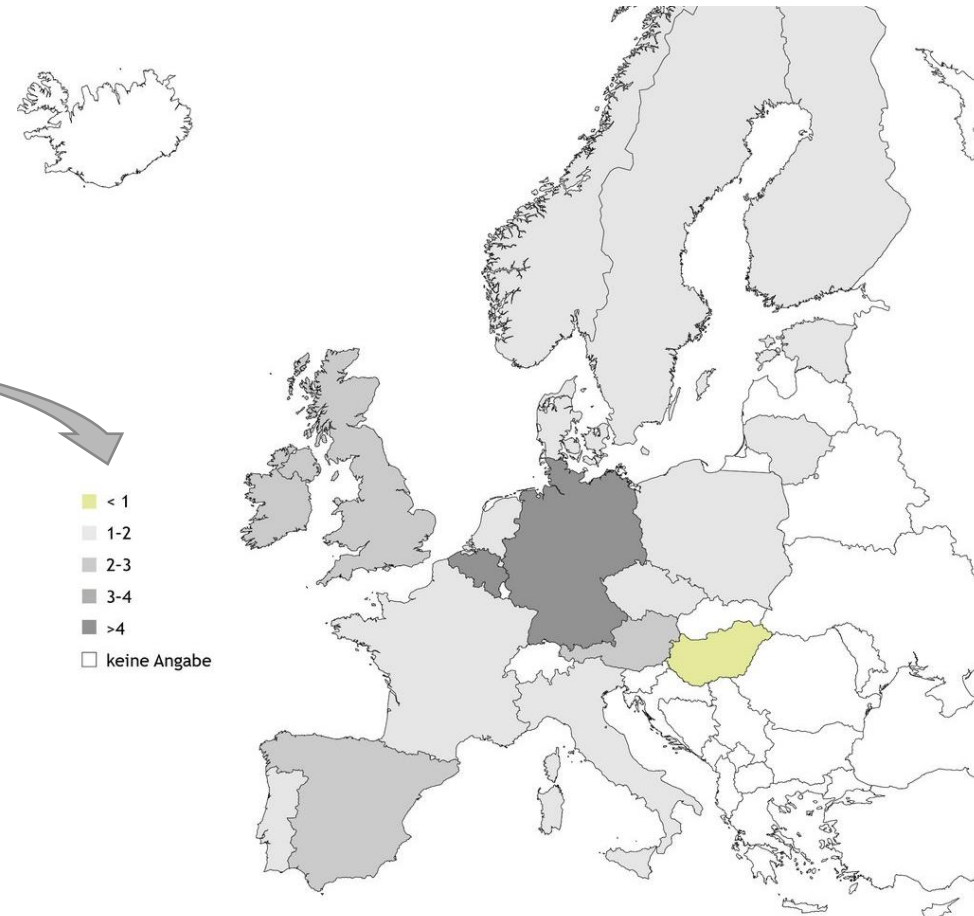


Figure 21: Price ratio heat pump energy to oil, source: bwp

Текущая ситуация в регионе Балтийского моря

- Несмотря на свои преимущества, тепловые насосы еще не реализовали свой потенциал по применению в большей части Европы
- Но: отопление и кондиционирование вместе составляют около 50% общего энергопотребления Европы, если учесть жилой сектор, промышленность и сферу услуг
- Тепловые насосы — важный инструмент для достижения целей по возобновляемой энергии в ЕС
- Политическая обстановка в регионе Балтийского моря:
Тепловые насосы считаются технологией возобновляемой энергии согласно Директиве ЕС по возобновляемой энергии и Директиве по энергоэффективности

3. ВЫВОДЫ

Недостатки и преимущества тепловых насосов

Преимущества тепловых насосов



Быстрая окупаемость

Если источник высокотемпературного тепла доступен и будет доступен при невысоких затратах, инвестиции окупятся быстро

Высокая гибкость

Особенно в сочетании с фотоэлектрическими системами и системами хранения

Интеграция возобновляемой энергии → улучшение состояния окружающей среды, т.к. 1 кВт электричества производит 4 кВт тепла

Функция отопления и кондиционирования

По сравнению с традиционными системами отопления



Относительно большие инвестиции

Затраты зависят от ряда факторов (например, условий окружающей среды)

Большие затраты на земельные работы

Зависимость от цен на электроэнергию

Если тепловой насос не работает с фотоэлектрическими системами, он зависит от рыночных цен на электричество

Меняется баланс окружающей среды

Оценка стоимости жизненного цикла зависит от источника и уровня потребления электричества

ZEBAU GmbH
Centre for Energy, Construction, Architecture
and the Environment

Jan Gerbitz
Andreas Broßette
Merle Petersen

Große Elbstraße 146
22767 Hamburg
Germany

E-mail: info@zebau.de
Tel: +49 40 - 380 384 - 0
www.zebau.de

Перевод и адаптация: АНО Центр
энергетической эффективности
Анна Голованова, Александр Бердино,
Елена Заваркина



Адрес: 185035 Петрозаводск, ул.
Энгельса 10, офис 504.
Тел/факс: +7 (8142) 76 93 91,

Сайт: kaeec.org
Эл.почта: kaeec@sampo.ru,
Twitter: https://twitter.com/ano_eec