



# Uronor

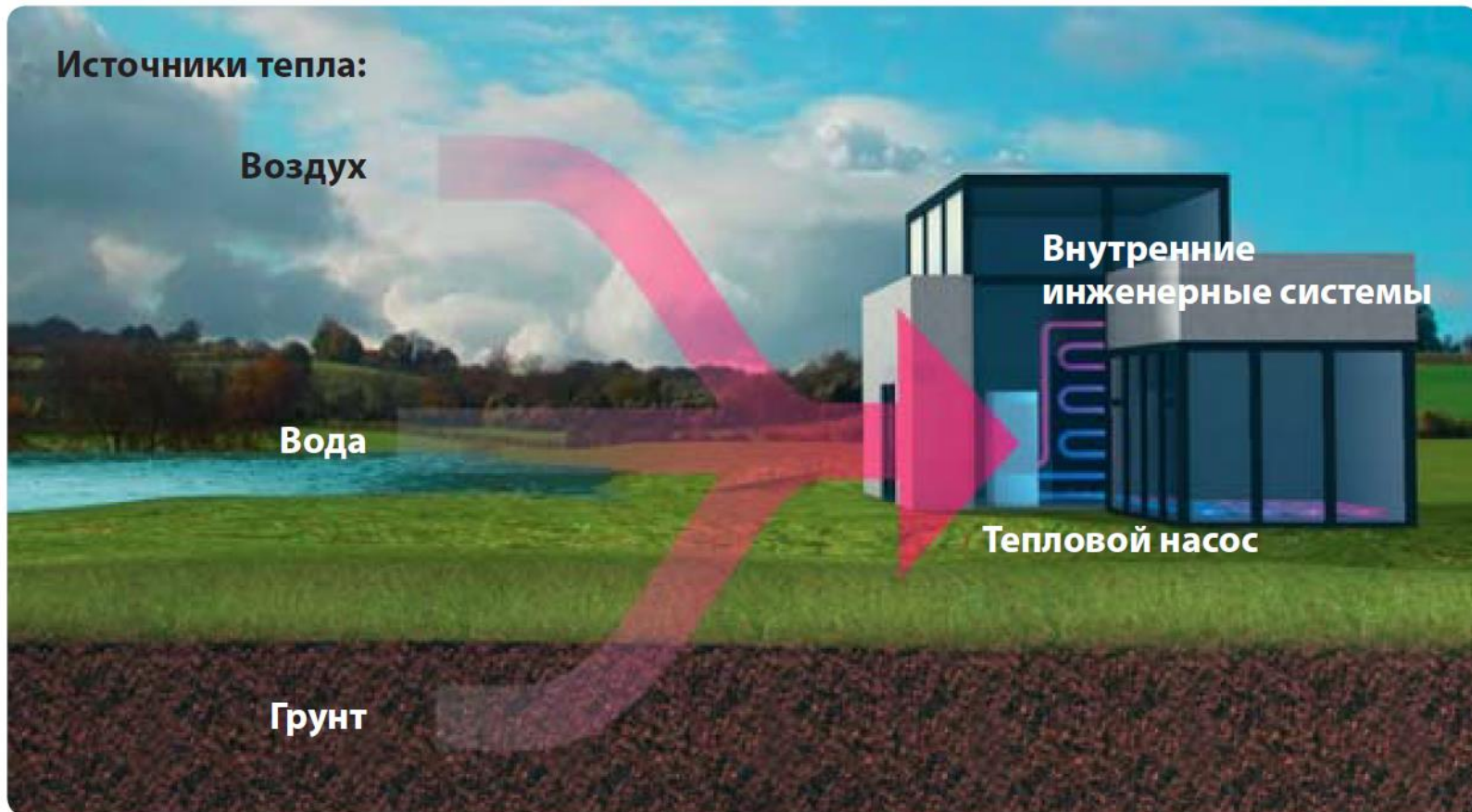
## *Пути повышения коэффициента эффективности тепловых насосов с целью снижения срока окупаемости системы*

Жарков Тимур  
Круглый стол  
05.02.2015

# Содержание

- **Оценка COP, SPF**
- **Выбор системы систем отопления, вентиляции, кондиционирования, ГВС**
- **Подход к расчетам и проектированию**
- **Выводы. Пути решения**

# Система теплового насоса



# Тепловой насос

- **COP** - **C**oefficient **O**f **P**erformance - Коэффициент полезного действия

COP это коэффициент, который указывается в нормативных документах EN 255 и EN 14511. Он показывает отношение полезной тепловой мощности и мощности необходимой для работы самого теплового насоса.

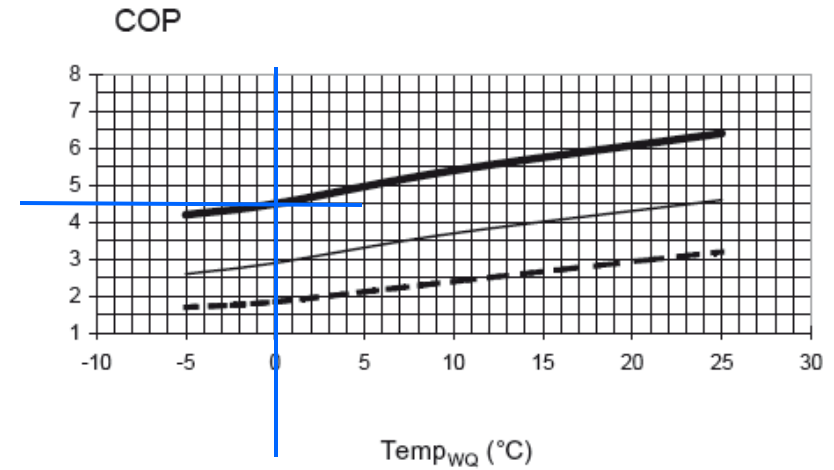
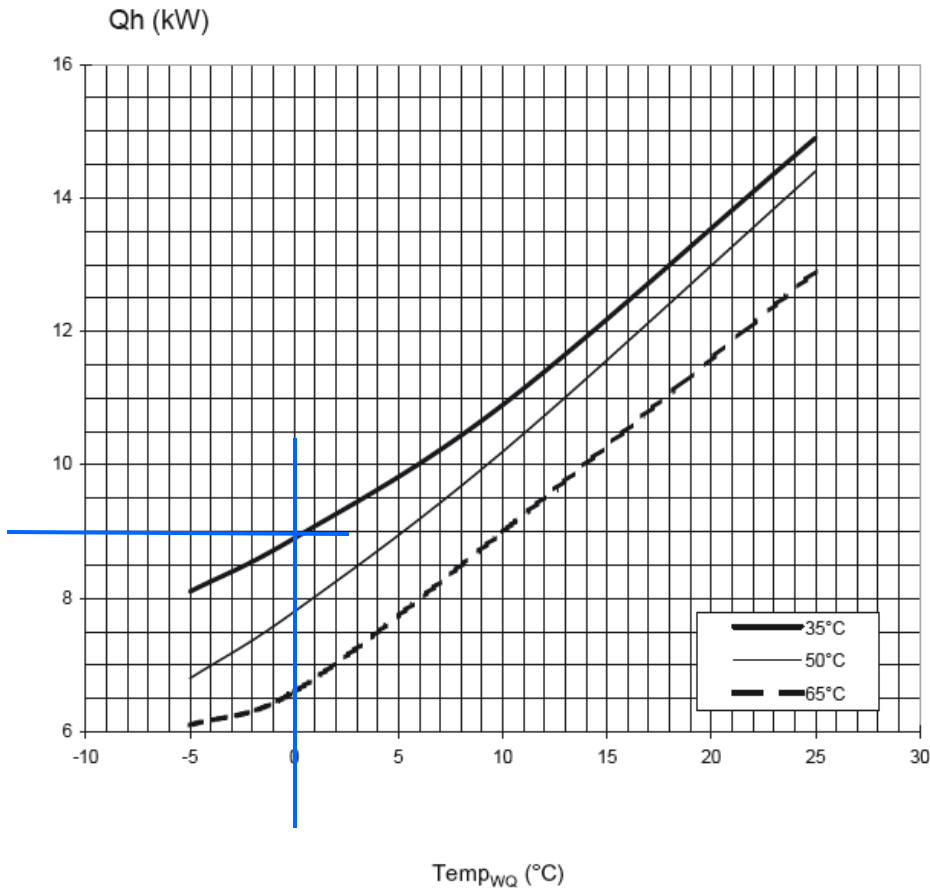
$$\text{COP} = Q_{\text{WP}} / P_{\text{el}}$$

- Испытания выполняются в специальных условиях лаборатории.
- **COP не дает вам никакой информации о ежегодной производительности.**
- Дает возможность сравнивать различные типы тепловых насосов

# Тепловой насос

## Выбор теплового насоса

- ... по диаграмме (пример)



Brine/water heat point  
→ B0/W35 EN 14511

# Тепловой насос

- **SPF** - **S**easonal **P**erformance **F**actor - сезонный коэффициент эффективности

SPF – отношение **количества всей энергии, вырабатываемой тепловым насосом (+ТЭН)** в течение года, к **количеству электрической энергии, расходуемой на его работу (+насос, ТЭН)**.

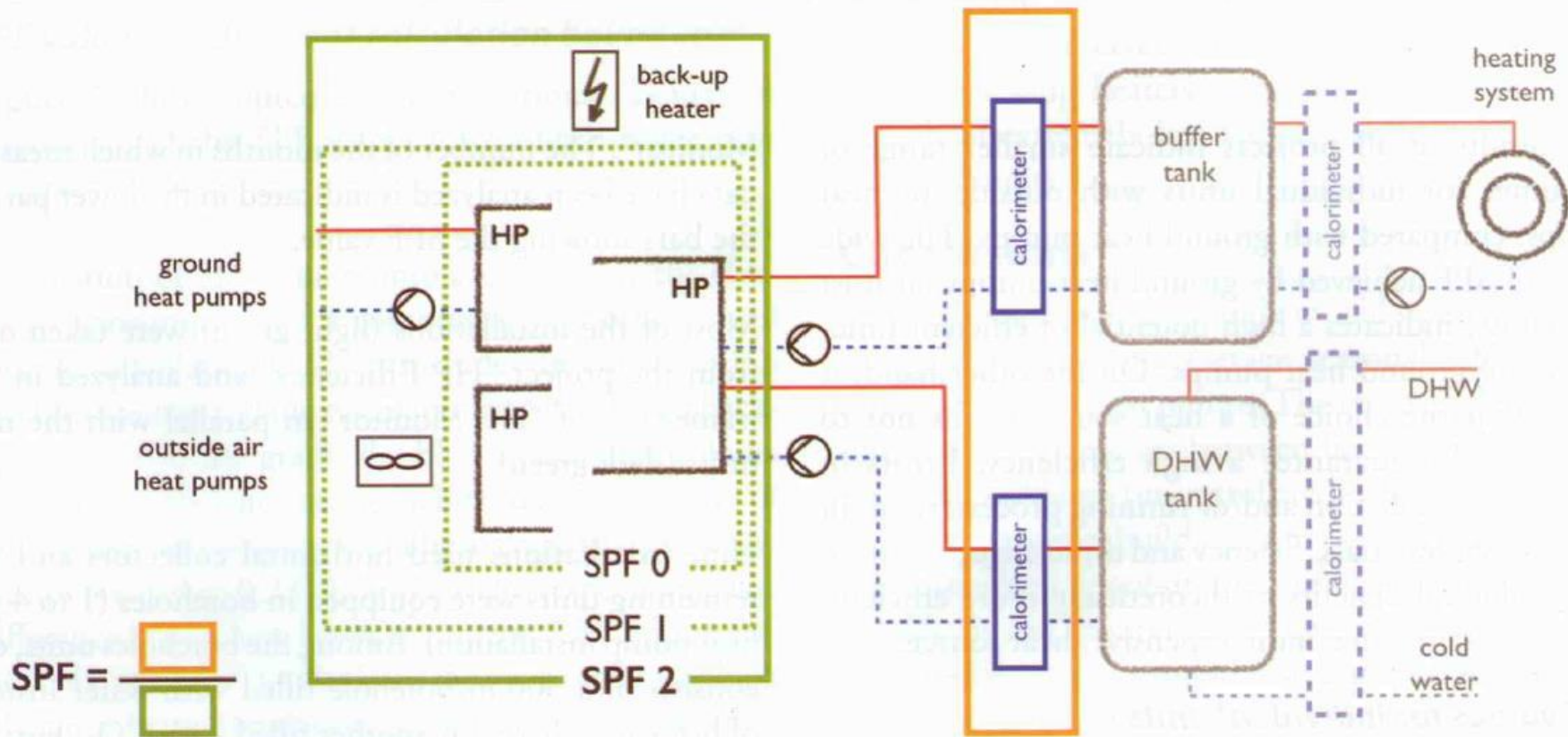
$$\text{Сезонный коэффициент полезного действия } \beta = \frac{\text{Вт (получаемая тепловая энергия)}}{\text{Вт (использованная электрическая энергия)}}$$

➤ **Влияющие факторы:**

теплый пол, радиаторы, температурный режим, COP, поведение клиентов и т.д.

- Чем выше SPF, тем выше эффективность всей системы, ок. 3 - 4,5.

# Принципиальная схема НР и SPF



# Результаты мониторинга в Германии

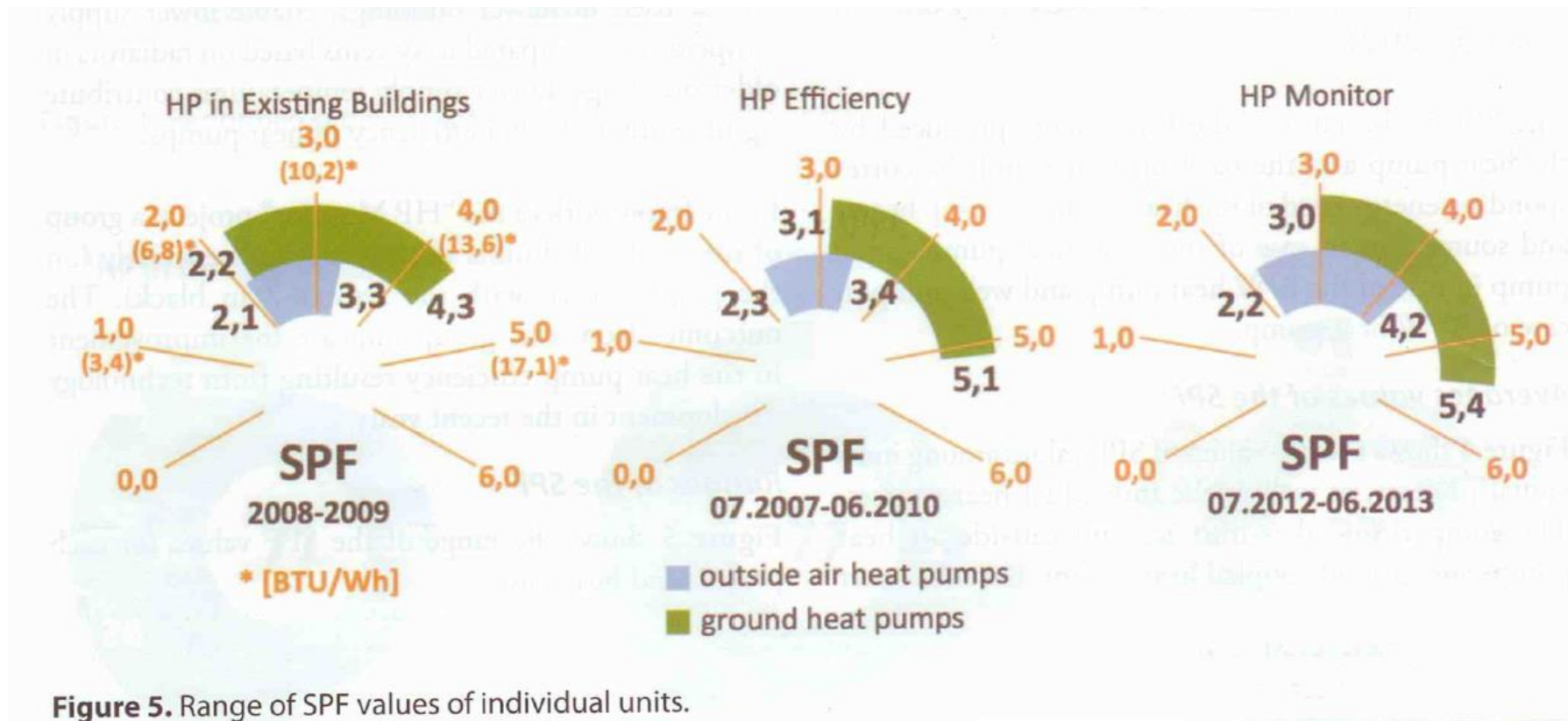
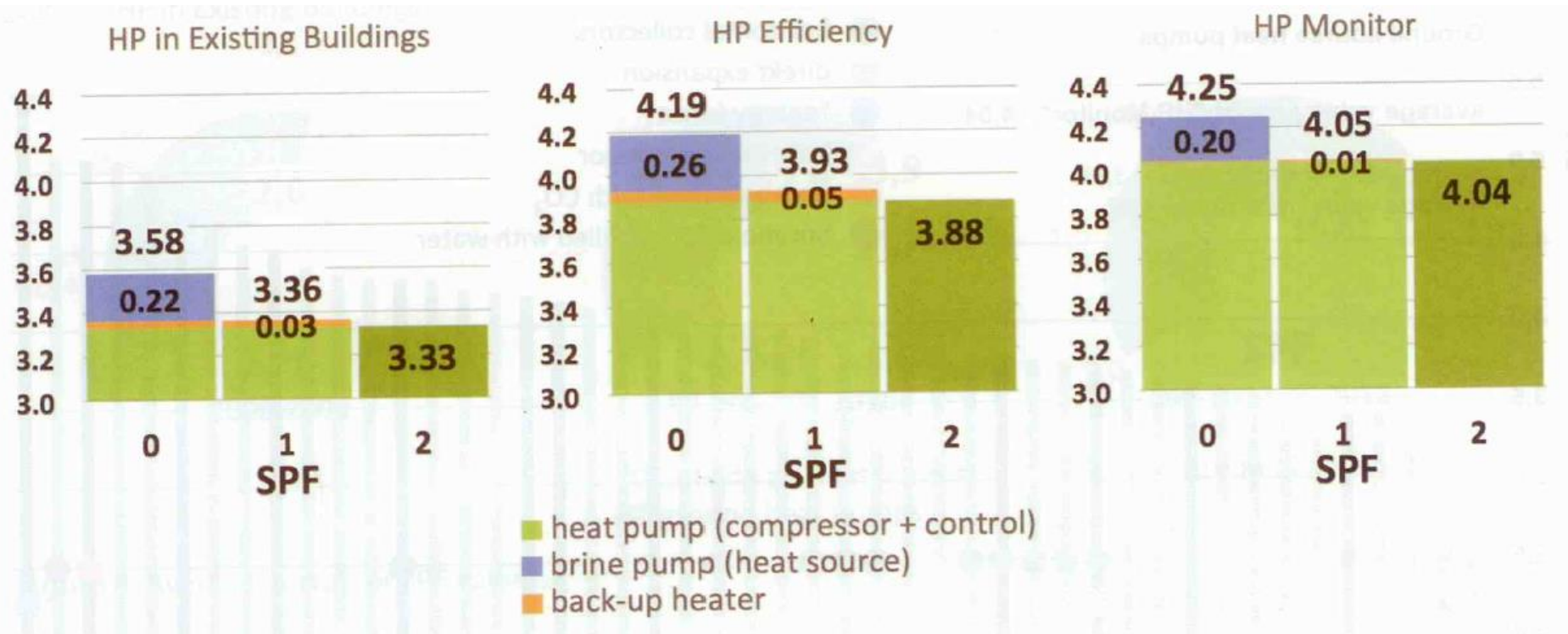


Figure 5. Range of SPF values of individual units.



# SPF для различных границ

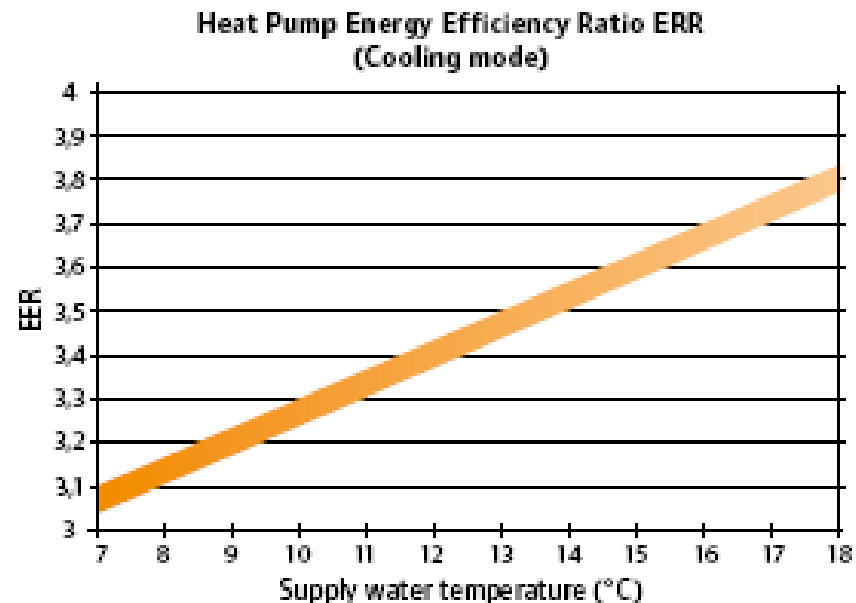
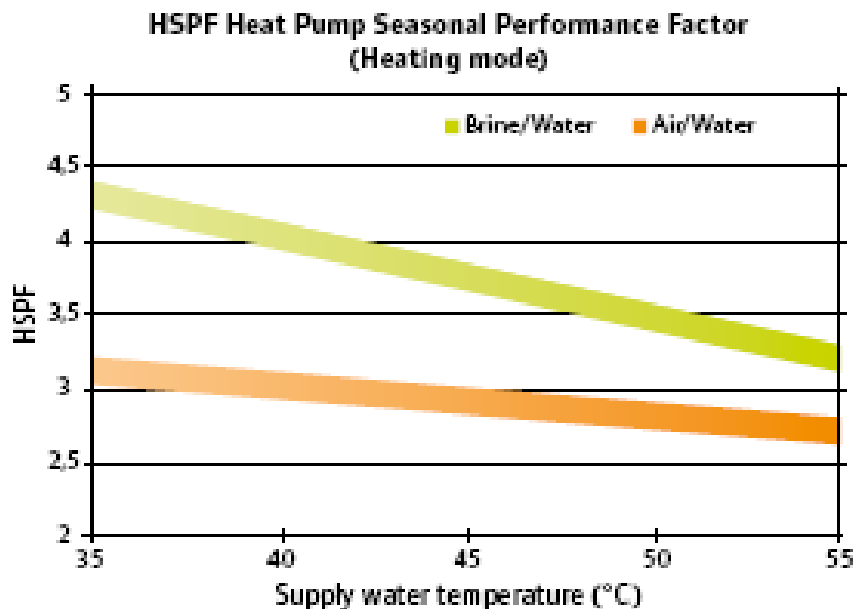


# Выводы по результатам мониторинга

1. Необходимо ответственно подходить к проектированию и монтажу грунтового контура
2. Выбор системы отопления/охлаждения существенно влияет на эффективность системы
3. ТЭН потребляет незначительное кол-во электрической энергии
4. Необходимо уделять внимание выбору циркуляционного насоса
5. SPF более 5.0 достижим

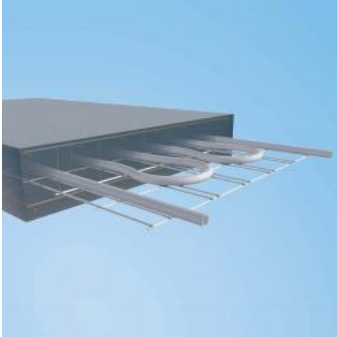
# Эффективность теплового насоса

- Использование высоких температур для охлаждения (16-19 °C) и низких температур для отопления (30-35 °C), по сравнению с традиционными системами кондиционирования воздуха, приводит к увеличению эффективности источника энергии.

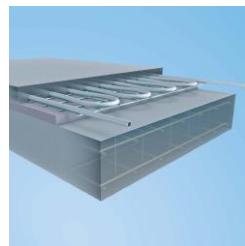


# Обзор решений

**TABS**



**Напольное отопление и  
охлаждение**      **Геотермальные  
системы**



**Comfort панели**



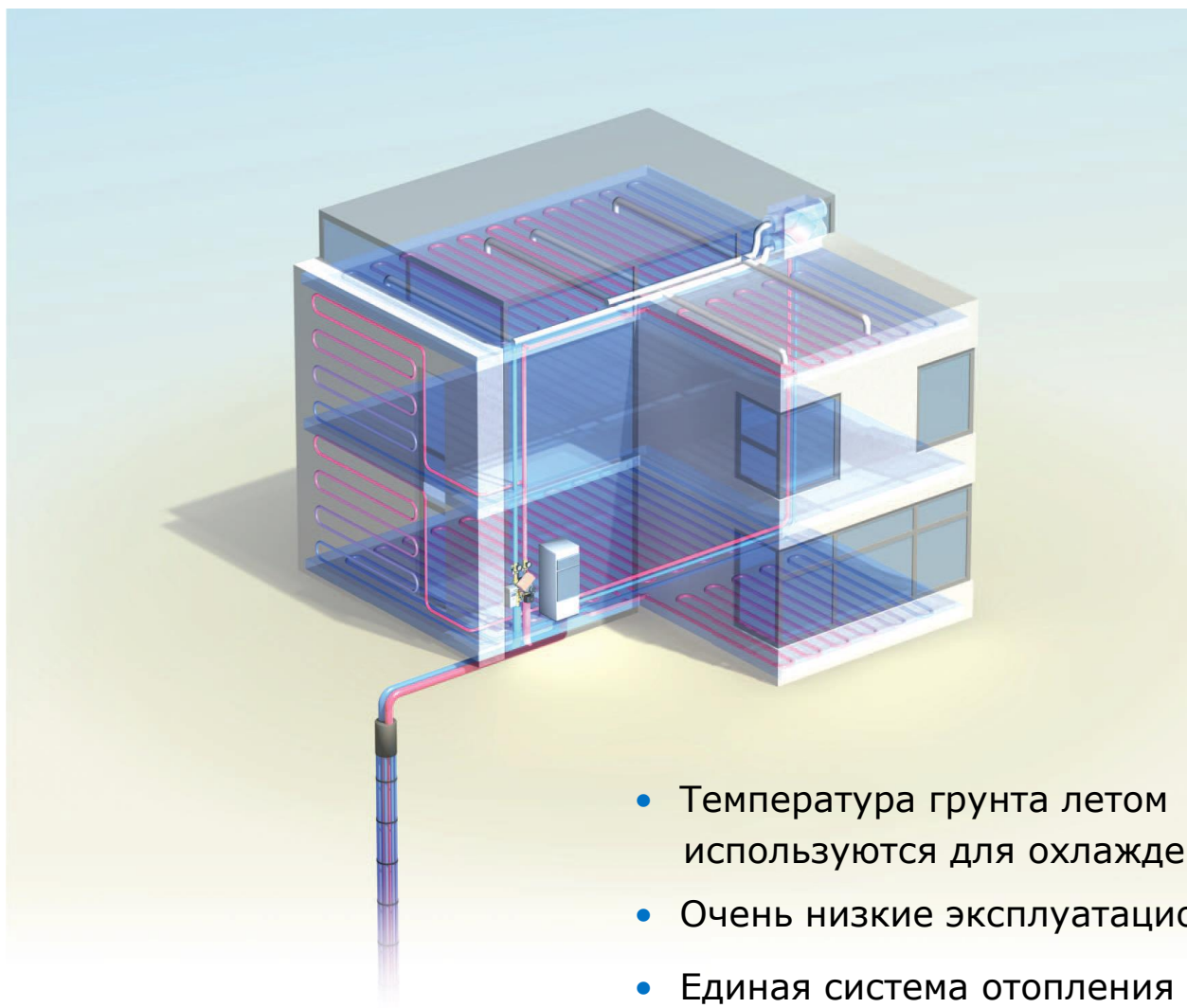
**Гипсовые  
панели**



**Система Plaster**

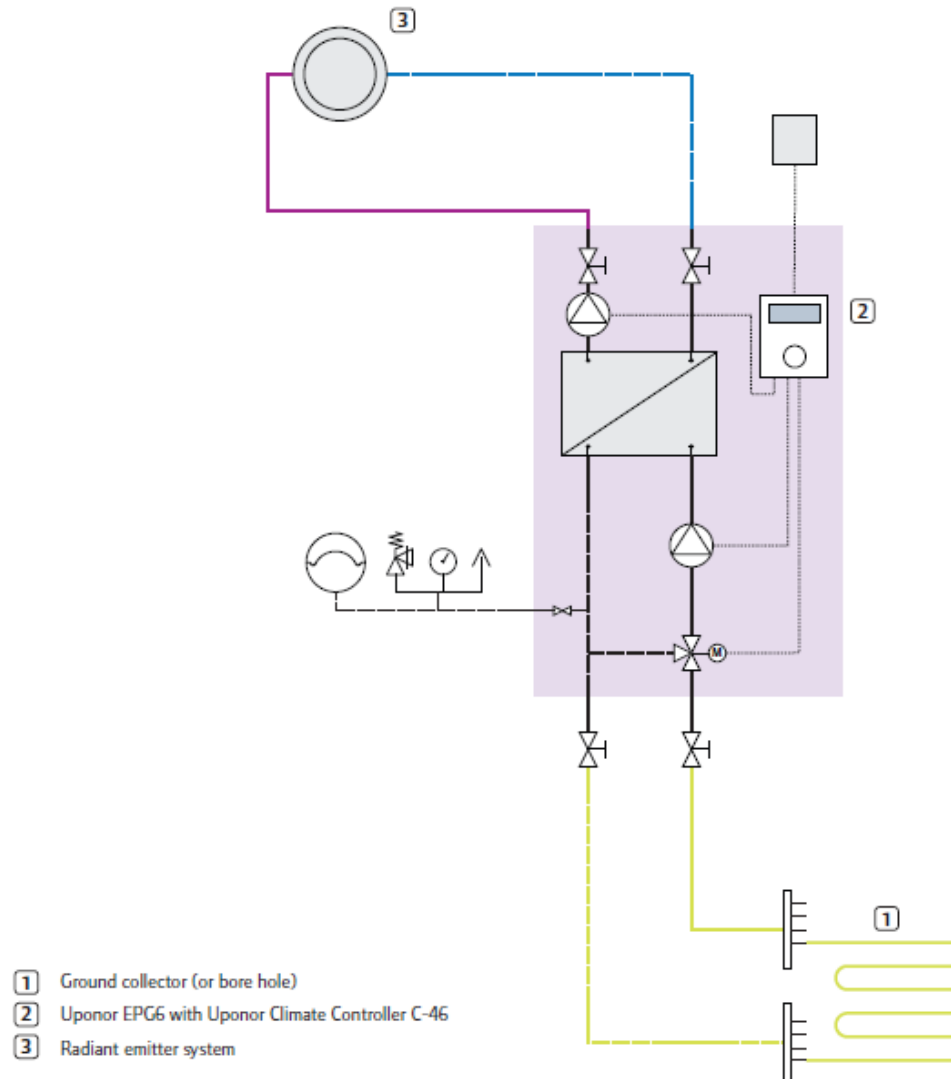


# Концепция фри-кулинга

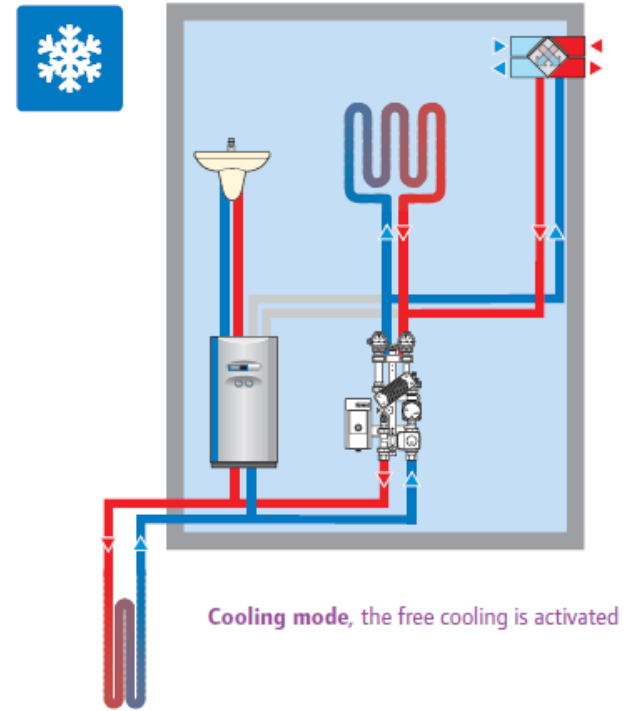
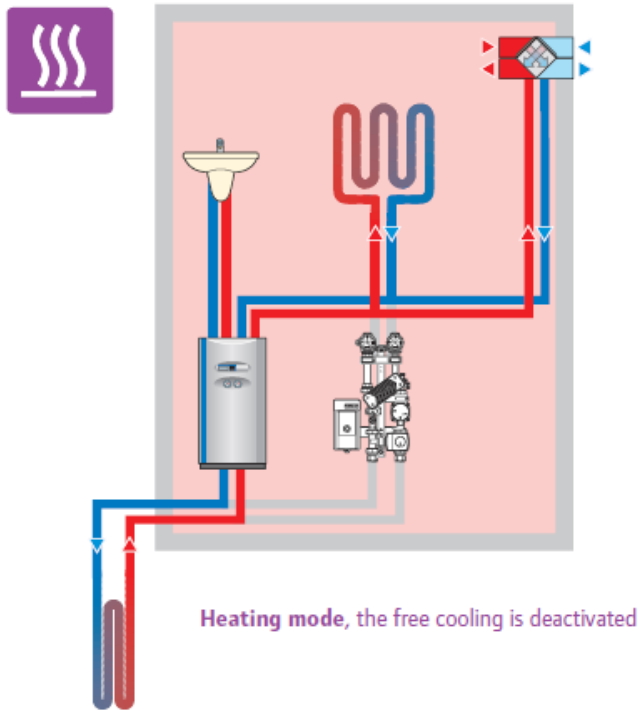


- Температура грунта летом используются для охлаждения здания
- Очень низкие эксплуатационные затраты
- Единая система отопления и охлаждения

# Принципиальная схема



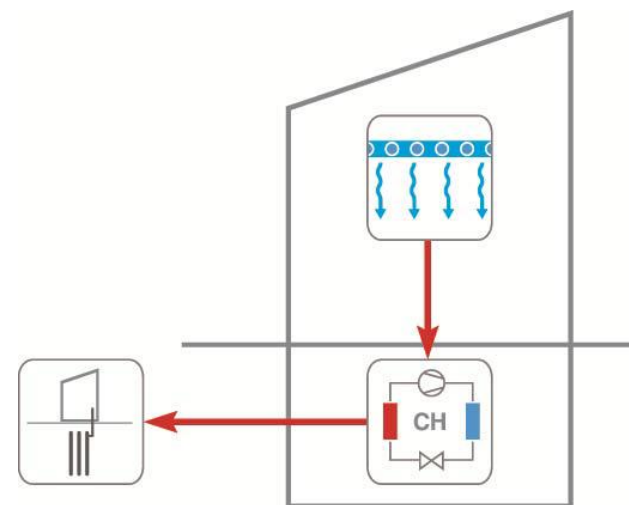
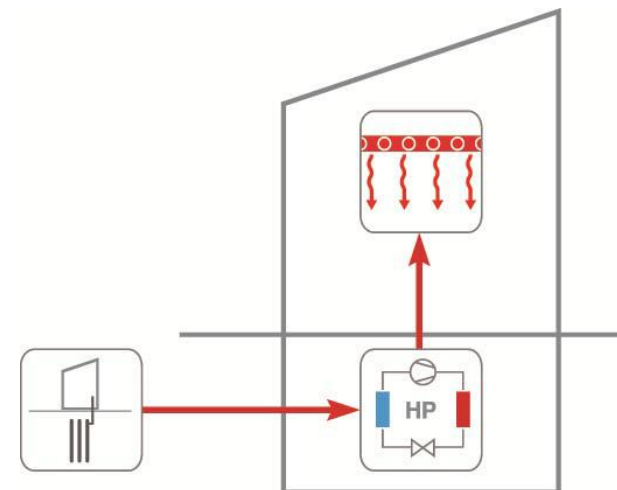
# Режимы работы



# Что такое GEOTABS ?

**GEOTABS** – это **АКРОНИМ**

- **GEO** = Геотермальный тепловой насос
- **TABS** = Thermo-Active Building System – система термоактивных строительных конструкций

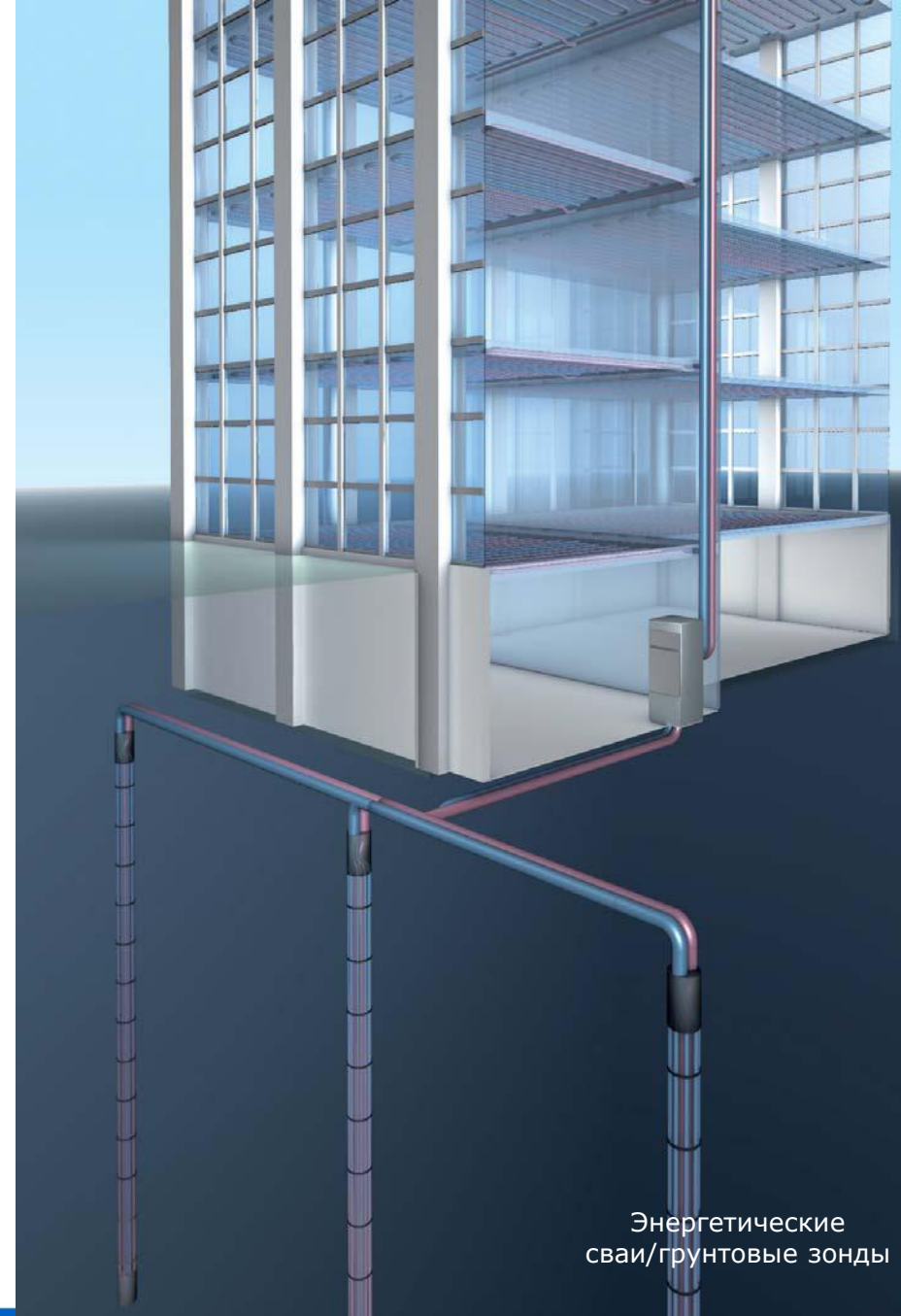




# TABS

Работает с низким энергопотреблением

- Вода в качестве теплоносителя
- Температура воды близка к температуре окружающей среды (15-30°C) (охл./отопл.)
- Высокая эффективность источников энергии
- Подходит для возобновляемых источников энергии (энергия земли, грунтовая вода, солнце)



Энергетические  
сваи/грунтовые зонды

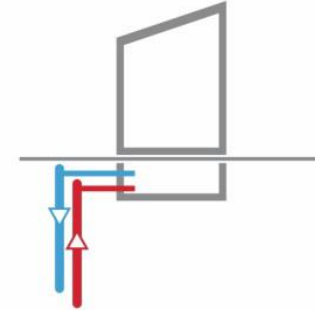
# Процесс проектирования

integral design process

## feasibility study (estimation of feasibility):

- building type, concept and location
- specification of requirements
- heating and cooling demand
- availability and properties of the ground
- local regulations
- financial constrains

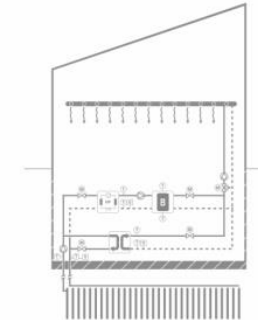
**method:** estimation, rule of thumb



## pre-design (rough sizing):

- building design and performance (base and peak loads)
- thermal balance (internal and external heat gains and losses)
- thermal storage mass of the building
- type of ground heat exchanger
- GEOTABS concept
- additional and back-up system (if required)

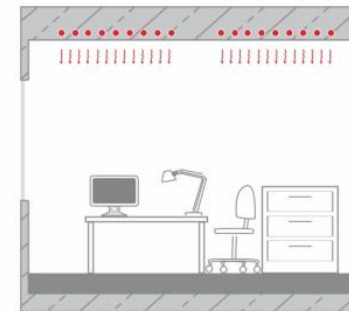
**method:** calculations, norms and standards



## detailed design (detailed sizing):

- zoning and room characteristics
- TABS design
- heat pump and geothermal system design
- hydraulic system design
- integration of the systems
- control strategy

**method:** dynamic simulations, performance simulations



# Вертикальный грунтовой коллектор

- Холодопроизводительность соответствует части мощности теплового насоса, полученной из окружающей среды, и составляет разницу между **тепловой мощностью  $Q_H$**  и **потреблением электроэнергии  $P_{el}$** .

$$Q_o = Q_H - P_{el} \quad [W]$$

- Для проектирования систем вертикального коллектора мощностью свыше 30 кВт требуется знание теплопроводящих характеристик грунта.
  - Расчет теплопроводности ненарушенных образцов породы при проведении пробного бурения является принципиально возможным. Однако данный метод является сложным и может быть осуществлен только в лабораторных условиях.
  - Для расчета системы вертикального коллектора с использованием моделирующих программ требуется информация относительно эффективной теплопроводности по всей глубине скважины.
  - Данную информацию можно получить непосредственно на месте проведения работ с помощью проведения Теста теплопроводности (TRT).

# Вертикальный грунтовой коллектор

- Необходимая длина коллектора  $L$  зависит от **удельной мощности отведения  $q_E$**  грунта и **холодопроизводительность  $Q_O$**  теплового насоса типа «соляной раствор-вода».

$$L = \frac{Q_O}{q_E} \quad [\text{м}]$$

Удельная мощность отведения на метр глубины сваи

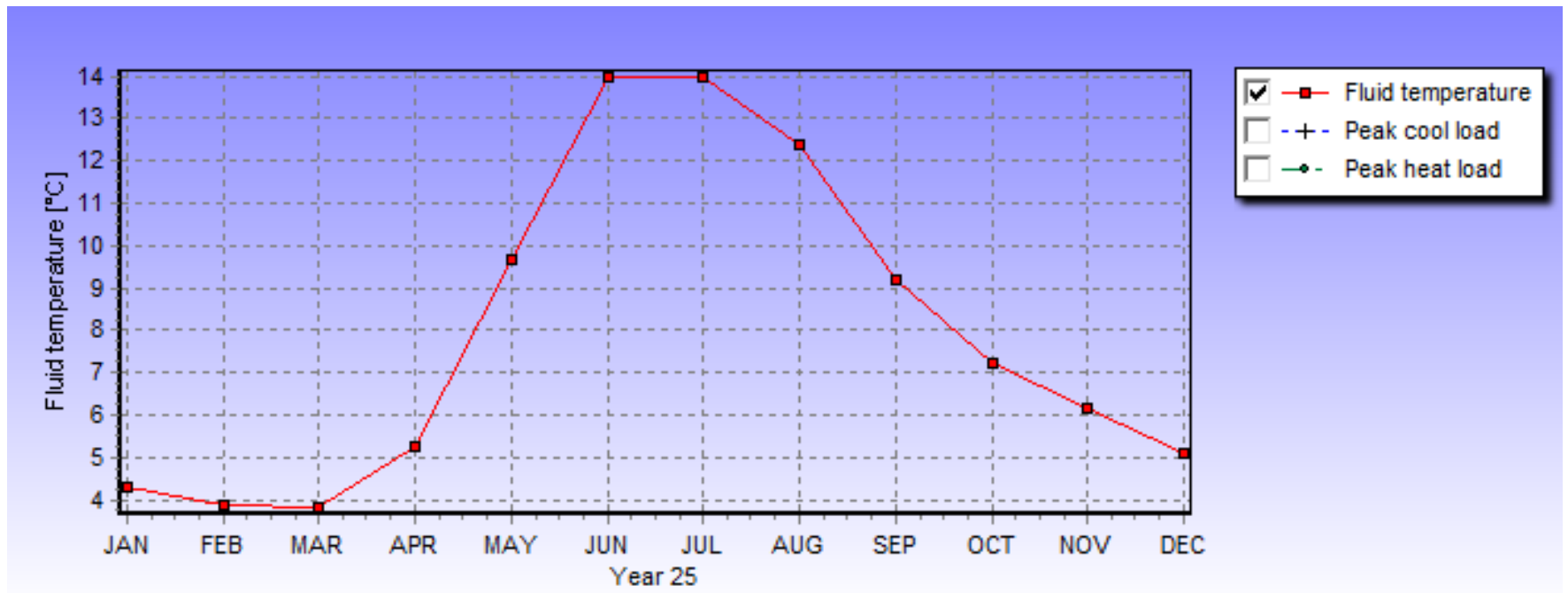
| Подпочва  | Удельная мощность отведения $q_E$ на метр глубины сваи для мощности отопления до 30 кВт |          |
|---|---|----------|
|   | 1800 ч/г  | 2400 ч/г |
| Плохое качество подпочвы, сухие отложения                 | 25 Вт/м   | 20 Вт/м  |
| Нормальная твердая подпочва, отложения насыщены водой     | 60 Вт/м   | 50 Вт/м  |
| Цементированная порода с высоким уровнем теплопроводности | 84 Вт/м   | 70 Вт/м  |

В течение более продолжительных периодов работы следует учитывать как удельную мощность отведения  $q$ , так и удельный годовой коэффициент отведения.

Источник: VDI 4640

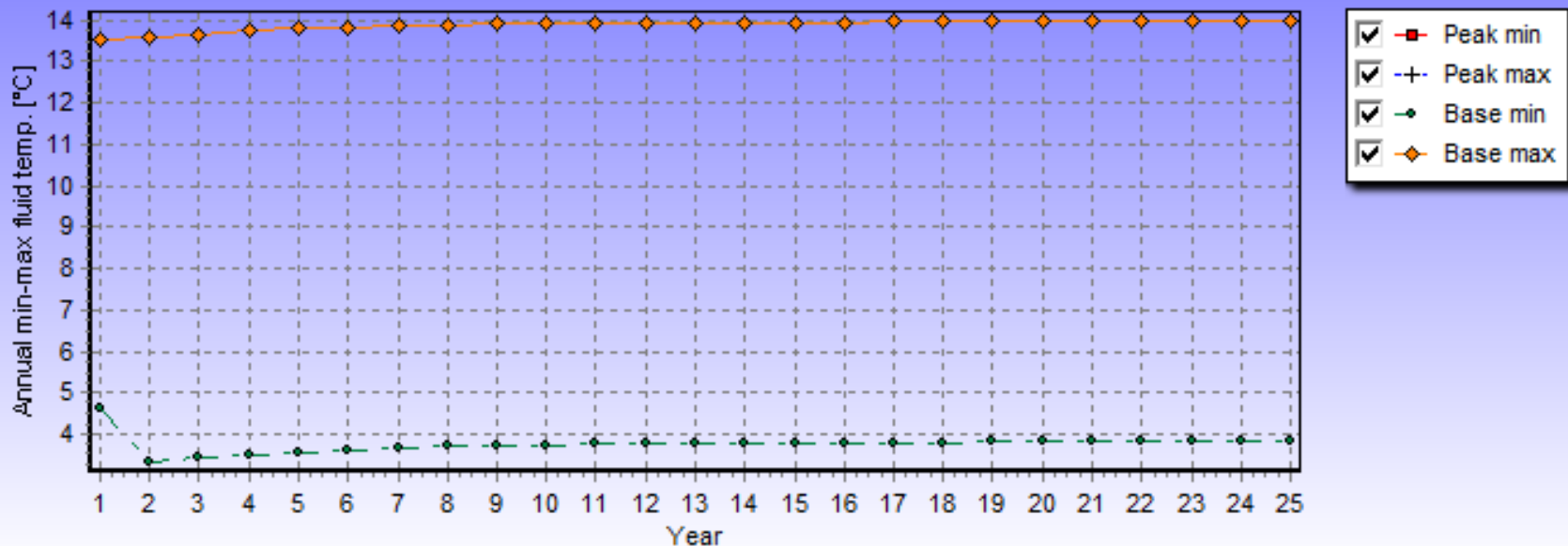
# EED

## Температура в грунтовом контуре в течение года



# EED

Минимальные и максимальные температуры в грунтовом контуре в течение 25 лет



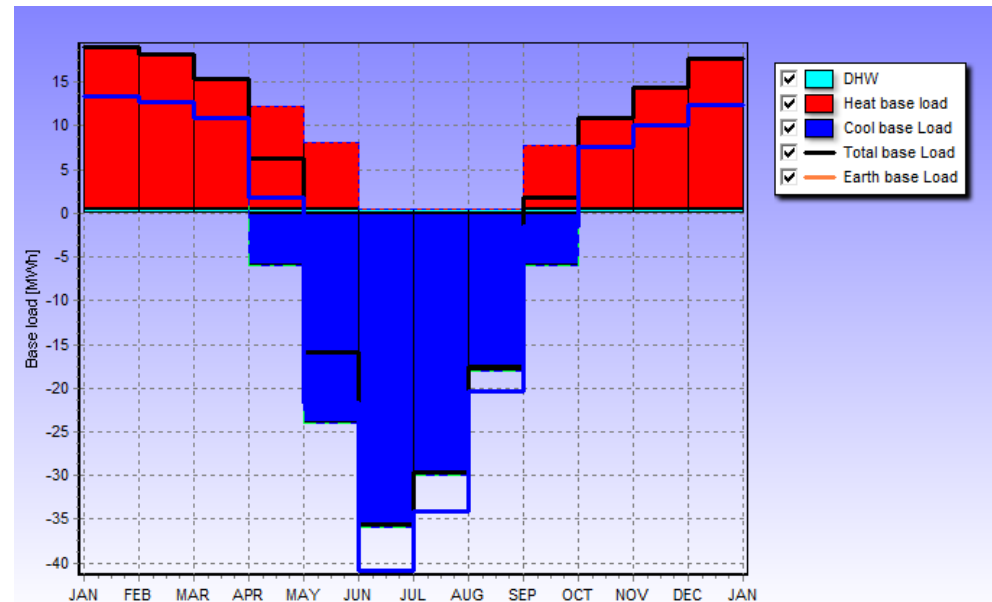
# Важные данные для расчетов

## Нагрузки в течение года

| [MWh]     | Heat                            | Cool                            | Ground                                |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Annual    | 120,000                         | 120,000                         | <input type="button" value="Update"/> |
| SPF       | 3,40                            | 7,00                            |                                       |
|           | <input type="checkbox"/> Direct | <input type="checkbox"/> Direct |                                       |
| January   | 0,155                           | 0,000                           | 13,379                                |
| February  | 0,148                           | 0,000                           | 12,786                                |
| March     | 0,125                           | 0,000                           | 10,838                                |
| April     | 0,099                           | 0,050                           | 1,779                                 |
| May       | 0,064                           | 0,200                           | -21,757                               |
| June      | 0,000                           | 0,300                           | -40,893                               |
| July      | 0,000                           | 0,250                           | -34,036                               |
| August    | 0,000                           | 0,150                           | -20,321                               |
| September | 0,061                           | 0,050                           | -1,440                                |
| October   | 0,087                           | 0,000                           | 7,619                                 |
| November  | 0,117                           | 0,000                           | 10,161                                |
| December  | 0,144                           | 0,000                           | 12,448                                |
| Sum:      | 1                               | 1                               | -49,437                               |

**Domestic hot water (DHW):**

Annual  SPF



# Выводы

- **Стандартизация и коллективная работа**
- **Внедрение прикладных расчетных программ**
- **Оценка стоимости жизненного цикла**
- **Энергомоделирование**
- **BIM**





uponor  
simply more