

Rury w systemach ciepłowniczych

Metody wykonania i rodzaje rur w systemach Ciepłowniczych

Adaptacja i tłumaczenie: Mieczysław Dzierzgowski. IMP PAN, PW



LowTEMP training package - OVERVIEW

Introduction

Intro Climate Protection Policy and Goals

Intro Energy Supply Systems and LTDH

Energy Supply Systems in Baltic Sea Region

Energy Strategies and Pilot Projects

Methodology of Development of Energy Strategies

Pilot Energy Strategies – Aims and Conditions

Pilot Energy Strategy – Examples

Pilot Testing Measures

CO₂ emission calculation

LCA calculation

Financial Aspects

Life cycle costs of LTDH projects

Economic efficiency and funding gaps

Contracting and payment models

Business models and innovative funding structures

Technical Aspects

Pipe Systems

Combined heat and power (CHP)

Large Scale Solar Thermal

Waste & Surplus Heat

Large Scale Heat Pumps

Power-2-Heat and Power-2-X

Thermal, Solar Ice and PCM Storages

Heat Pump Systems

LT and Floor heating

Tap water production

Ventilation Systems

Best Practice

Best Practice I

Best Practice II

Zakres

- Wprowadzenie
- **Ogólny przegląd systemów ciepłowniczych i ich infrastruktury**
 - Klasyfikacja funkcjonalna systemów
 - Klasyfikacja wg sposobu prowadzenia sieci
- **Metody projektowania i wykonania sieci ciepłowniczych**
- **Stosowane czynniki robocze**
- **Przykład projektu sieci i ocena strat przesyłu ciepła**

Wprowadzenie

Podstawowe informacje o systemie ciepłowniczym

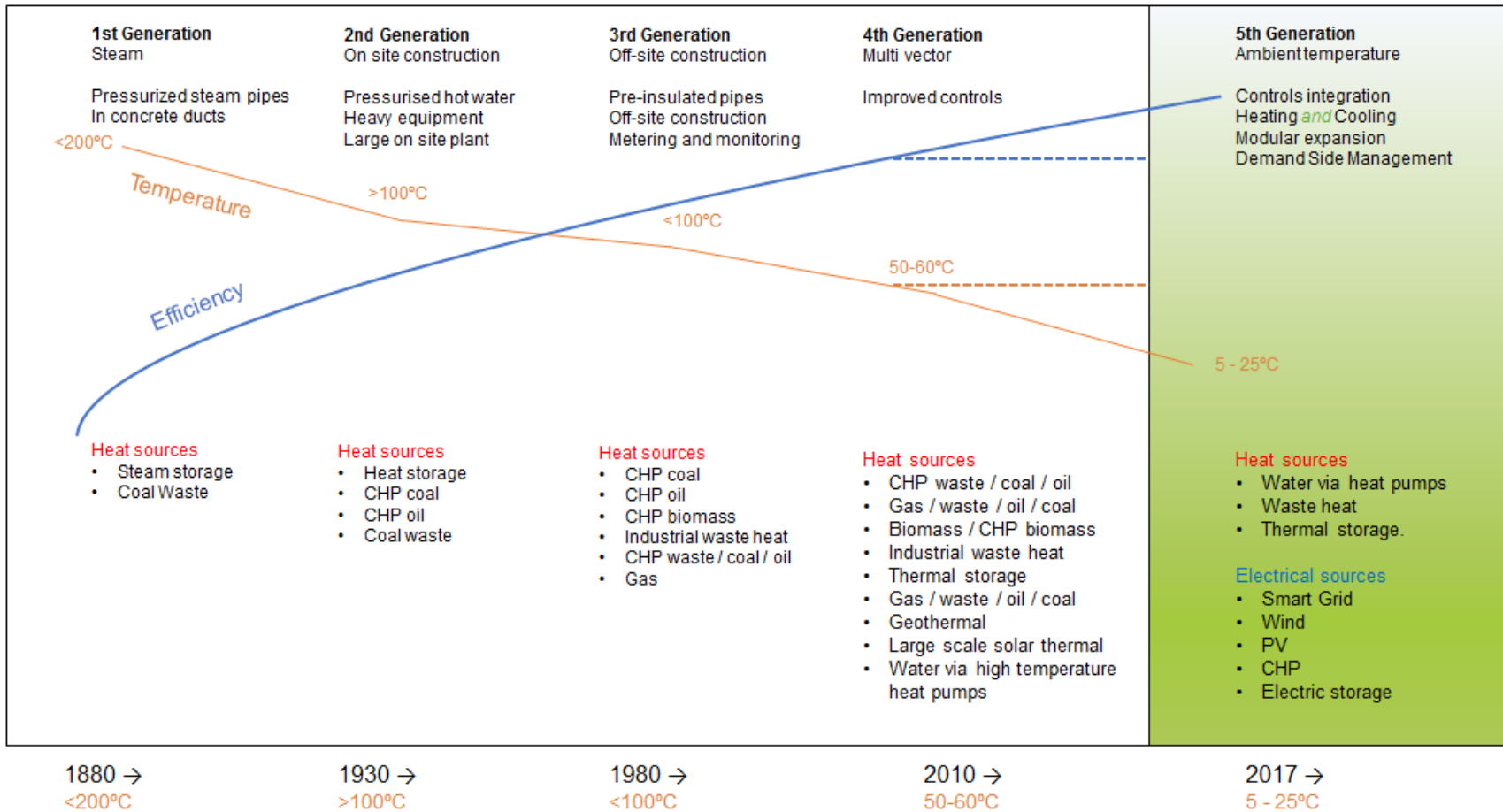
- **Temperatura wody** systemach ciepłowniczych wynosi zazwyczaj od 80°C do 120°C w przewodach zasilających oraz od 30°C do 70°C w przewodach powrotnych (poziom temperatury zależy od przyjętych warunków projektowych oraz innych warunków jak pogoda itp.)
- W systemach niskotemperaturowych temperatura zasilania nie przekracza 80 °C, straty przesyłu ciepła wynoszą od 5 % do 10 %
- **Typy i rodzaje rur** najczęściej stosowanych w systemach ciepłowniczych: rury z płaszczem z tworzywa sztucznego (PJP); rury płaszczowe stalowe (SJP); rury FLEX



Źródło: pixabay

Liczbę odbiorców ciepła w Europejskich Systemach Ciepłowniczych można oszacować na 60 milionów, a w przyszłości będzie ich więcej ! (Cytat: EuroHeat & Power)

Wprowadzenie



Heat network trends to lower distribution temperatures and higher efficiency

Źródło: ICAX [1]

Wprowadzenie

Technologie wytwarzania ciepła w msc

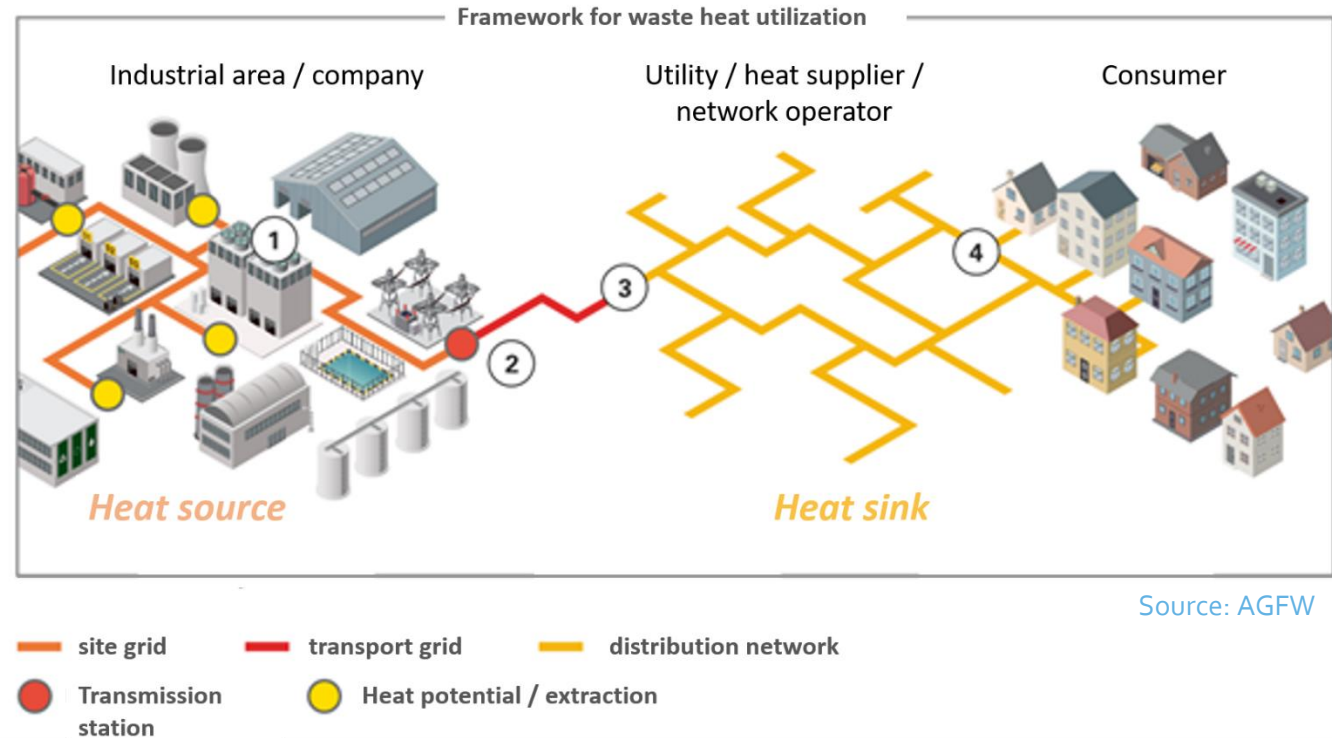
- Systemy ciepłownicze mogą zintegrować różne źródła ciepła w jeden układ
- W systemach ciepłowniczych można zatem zastosować coraz większą liczbę odnawialnych źródeł ciepła **jak również ciepło odpadowe** dla celów ogrzewczych
- **Możliwe źródła ciepła:**
 - Ciepłownie
 - Elektrociepłownie
 - Bloki kogeneracyjne (CHP)
 - Ciepło odpadowe z procesów przemysłowych, **Centrów Obliczeniowych, Oczyszczalni Ścieków, itp**
 - Ciepło ze Spalarni Odpadów
 - Biomasa
 - Duże pompy ciepła
 - Źródła geotermalne
 - Energia słoneczna, itp.



Source: pixabay

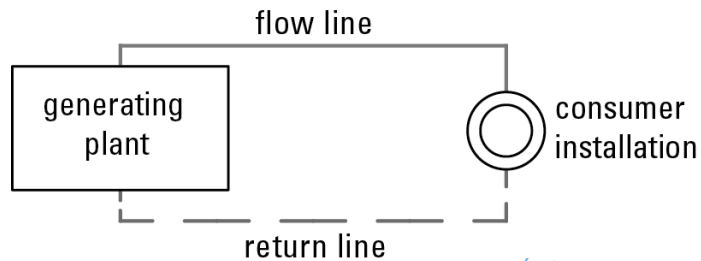
Klasyfikacja funkcjonalna rur ciepłowniczych

- Rodzaje rur ciepłowniczych można sklasyfikować jako:
 - Rury transportowe (**magistrale**)
 - Rury dystrybucyjne
 - Rury przyłączy (do węzłów ciepłowniczych)
- **Przykład:** Wykorzystanie ciepła odpadowego w systemie ciepłowniczym i struktura sieci



Klasyfikacja funkcjonalna systemów ciepłowniczych:

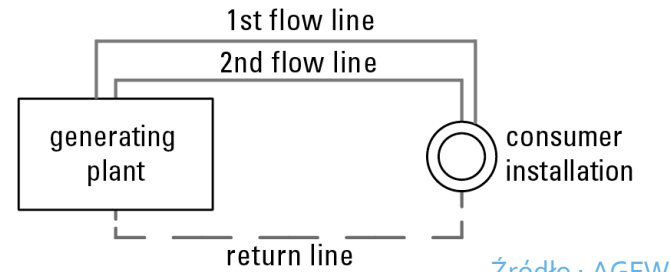
System 2-rurowy



Źródło: AGFW

- closed district heating grid
- Zamknięta msc

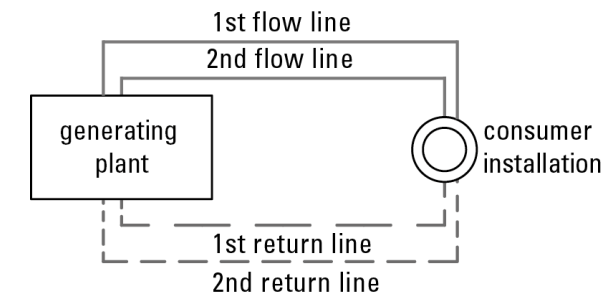
System 3-rurowy



Źródło: AGFW

- **1-sze zasilenie** wykorzystuje się dla celów ogrzewczych
- **2-gie zasilenie** ($T = \text{const.}$) używane do podgrzewania wody i powietrza (**cele przemysłowe**)
- Wysokie koszty wykonania
- Skomplikowana eksploatacja

System 4-rurowy

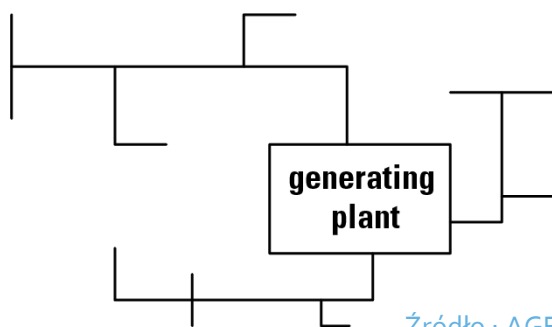


Źródło: AGFW

- Podwójny system 2-rurowy
- Trudne zarządzanie mocą i dostawą ciepła
- Wysokie koszty wykonania
- Stosowany tylko w szczególnych przypadkach

Systemy Ciepłownicze- struktura

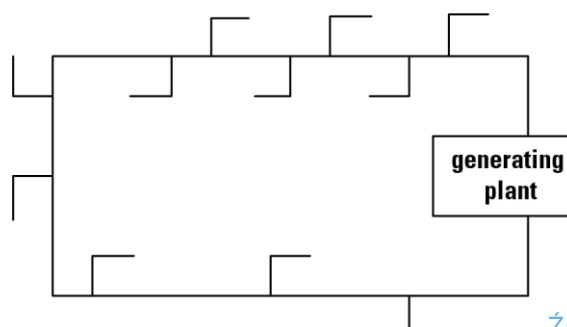
Sieć promieniowa



Źródło : AGFW

- Przewody zasilające i powrotne o tej samej średnicy
- Najkrótsza długość przewodów
- Zazwyczaj stosowany w małych systemach ciepłowniczych z jednym źródłem ciepła

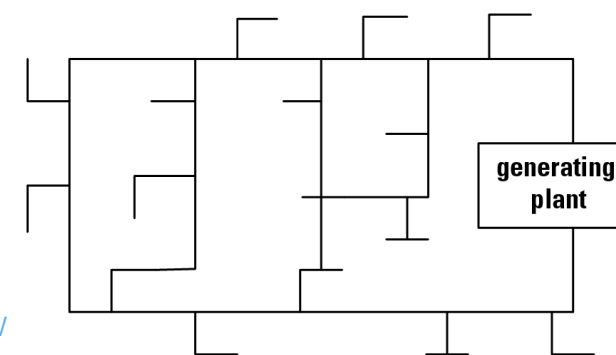
Sieć pierścieniowa



Źródło : AGFW

- Główne rury dystrybucyjne tworzą pierścień
- Łatwa integracja innych źródeł ciepła
- Podczas remontu czy prac konserwacyjnych możliwe zapewnienie częściowej dostawy ciepła
- Możliwe są kombinacje sieci promieniowych i pierścieniowych

Sieci wielopierścieniowe, mieszane (Mesh network)



Źródło : AGFW

- Powszechna wersja stosowanych sieci pierścieniowych
- Rury dystrybucyjne i źródła ciepła są razem połączone podczas działania
- W pierścieniach są połączenia poprzeczne (odgałężenia)

Wielkość systemu można scharakteryzować poprzez następujące parametry:

- Długość rurociągów (wykopów) [m, km]
- Liczba węzłów ciepłowniczych
- Liczba podłączonych odbiorców
- Nakłady inwestycyjne [PLN]
- Złożoność (n.p. liczba źródeł ciepła, komór ciepłowniczych, podsystemów ciepłowniczych)
- Sprzedaż ciepła [MWh, GWh, TWh]
- Moc zainstalowana, [MW, GW]
- Obszar zasilania [km²]

(Źródło: Upgrade-DH, 2019 [2])

Sposoby wykonania i projektowania

Układy napowietrzne



Sieci podziemne



Źródło: all AGFW

Sposoby wykonania i projektowania

Sposoby wykonania

- Najczęściej stosowane są sieci podziemne
- W niektórych przypadkach obok mostów, torów kolejowych można spotkać magistrale ciepłownicze napowietrzne
- W przypadku linii metra stosowane są dwa rozwiązania:
 - **Wewnątrz metra sieć ułożona bezpośrednio lub sieć kanałowa**
 - **Na zewnątrz sieć podziemna**

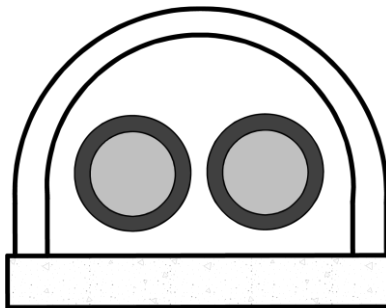


Przykłady wykonania w kanałach oraz w wykopach Źródło: AGFW)

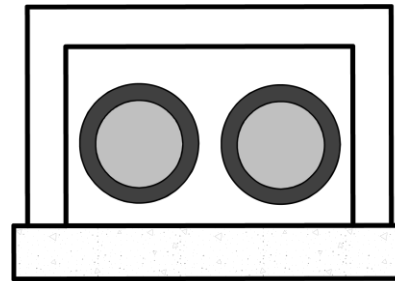
Sposoby wykonania i projektowania

Sieci kanałowe

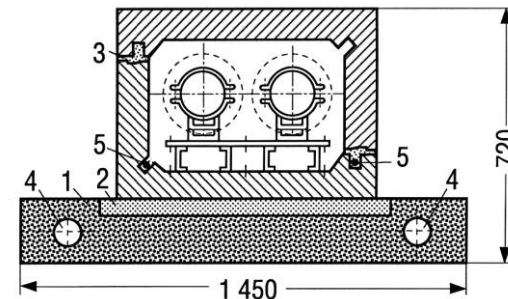
- Niezawodna ochrona przed uszkodzeniami mechanicznymi
- Zabezpieczenie przed wilgocią
- **Jednak:** bardzo kosztowne
- Ten sposób wykonania obecnie stosowany tylko w szczególnych przypadkach
- Stosuje się kanały o różnych kształtach



Kanały półokrągłe
są najczęściej stosowane (Źródło: AGFW)



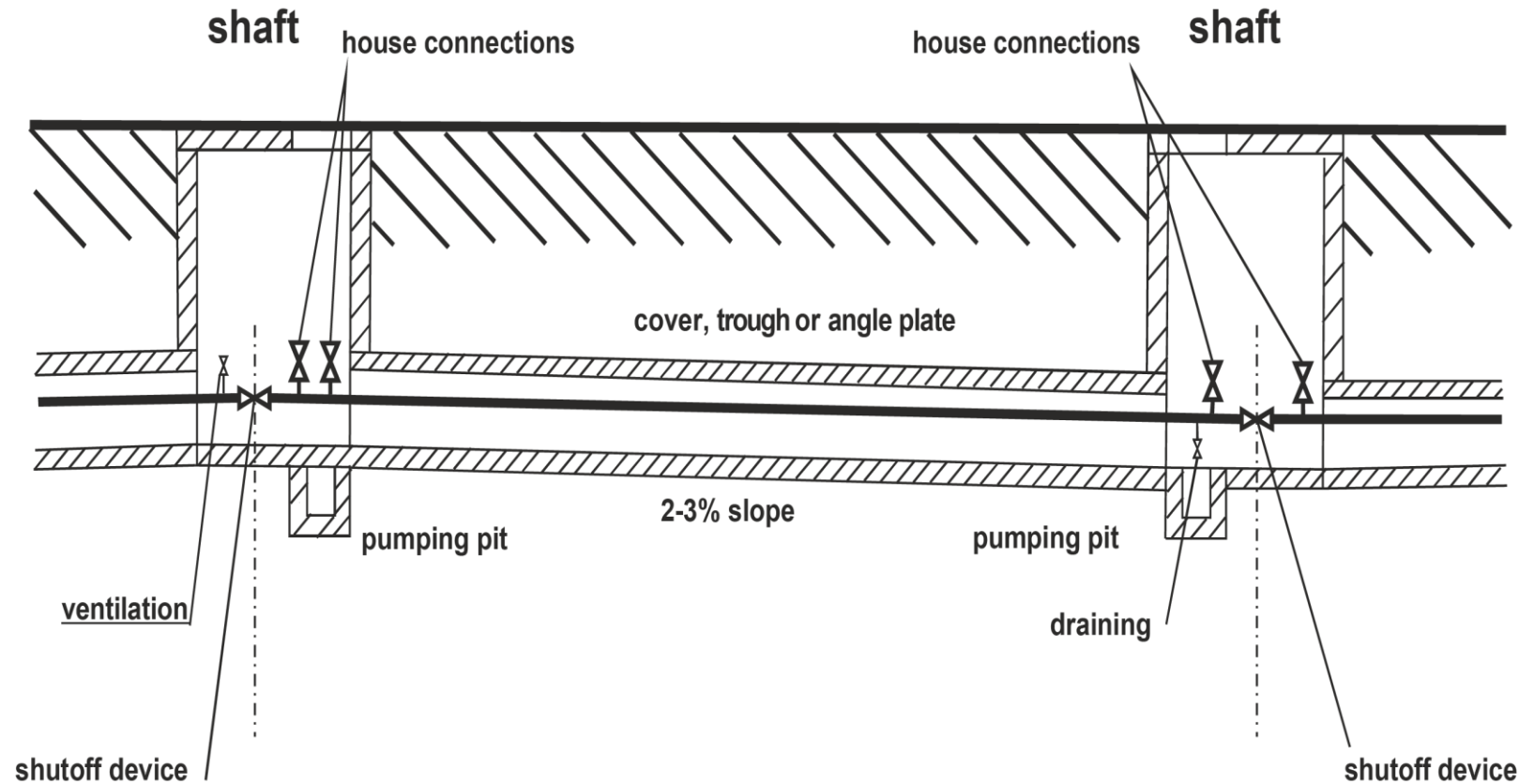
Kanały prostokątne



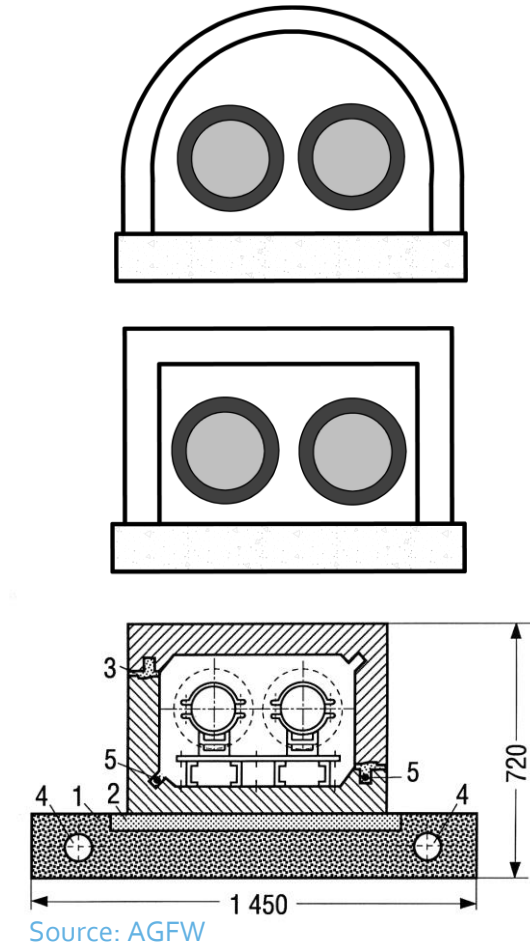
Kanał z podwójnym podłożem

Sposoby wykonania i projektowania

Przekrój kanału podziemnego i studzienki



Źródło: AGFW



Sposoby wykonania i projektowania

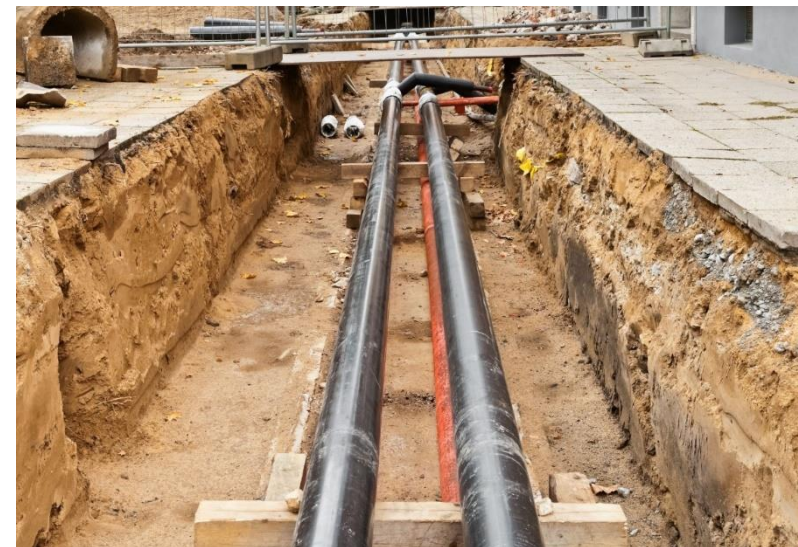
ZALETY	WADY
<ul style="list-style-type: none">• Wytrzymałość i zabezpieczenie przed wpływami zewnętrznymi (n.p. mechaniczny napór gruntu, wody)	<ul style="list-style-type: none">• Wysokie nakłady inwestycyjne
<ul style="list-style-type: none">• Duża trwałość (70 lat)	<ul style="list-style-type: none">• Czasochłonna budowa
<ul style="list-style-type: none">• Kanały umożliwiają przeprowadzenie inspekcji przewodów	<ul style="list-style-type: none">• Wymagają dużo miejsca w czasie wykonywania
<ul style="list-style-type: none">• Miejsce uszkodzenia łatwe do zlokalizowania	<ul style="list-style-type: none">• Trudne do zabezpieczenia przed naporem wód gruntowych i powierzchniowych
<ul style="list-style-type: none">• Dobra wentylacja od studzienki do studzienki	

Źródło: AGFW

Sposoby wykonania i projektowania

Metody wykonania w wykopach

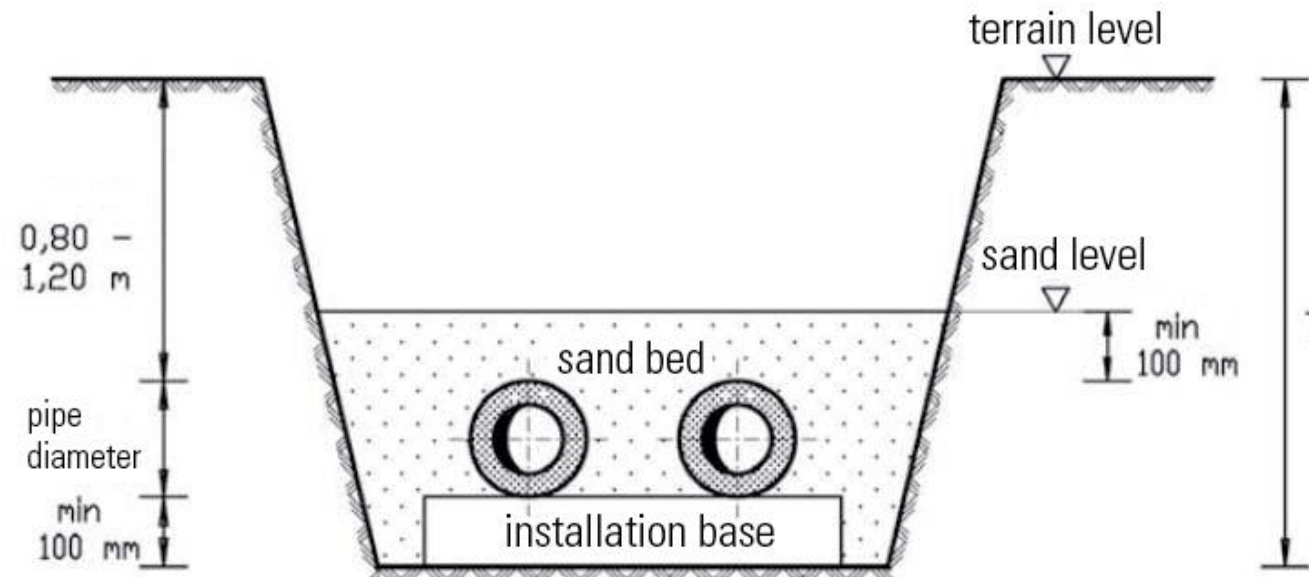
- Układania w wykopach jest bardziej powszechne niż w kanałach
- Rury powinny być układane poniżej strefy zamarzania gruntu
- **Poniżej 1m** w krajach Europy Środkowej
- Ryzyko uszkodzenie rur przez mróz jest zazwyczaj bardzo niskie z uwagi na straty ciepła sieci
- Podpory montażowe oraz warstwy podłoża są niezbędne aby uniknąć uszkodzeń rur
- Należy zapewnić właściwe odwodnienie wykopu
- Podsypka z piasku nazywana również **warstwą cierną** musi **zapewnić stabilną i wystarczającą odporność na ruchy osiowe rur** (konieczne jest też wykonanie stref przyczepności)



Montaż rur preizolowanych z płaszczem plastikowym w wykopie
(Źródło: AdobeStock Image)

Sposoby wykonania i projektowania

Metoda układania rur w wykopie



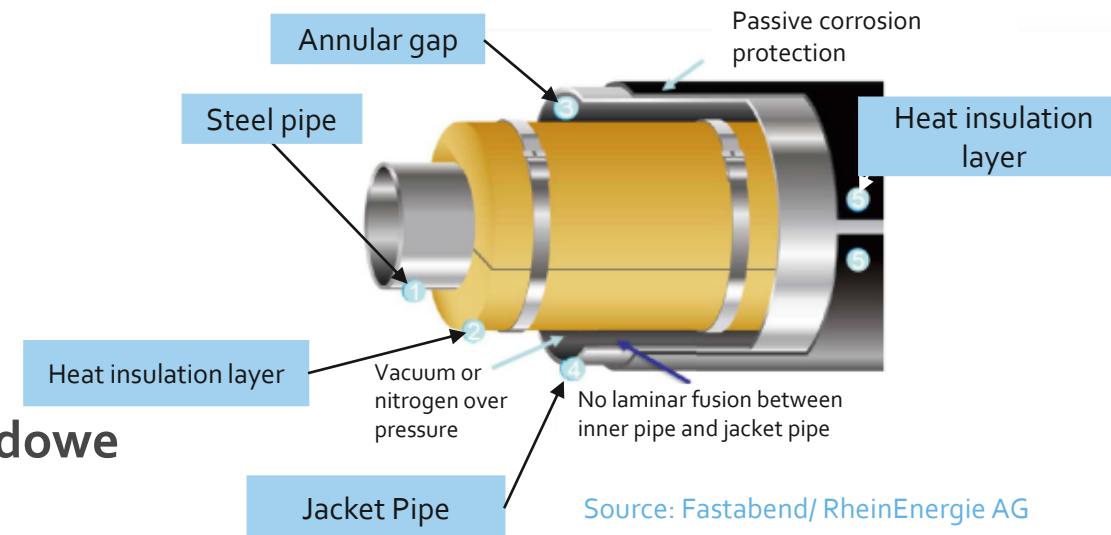
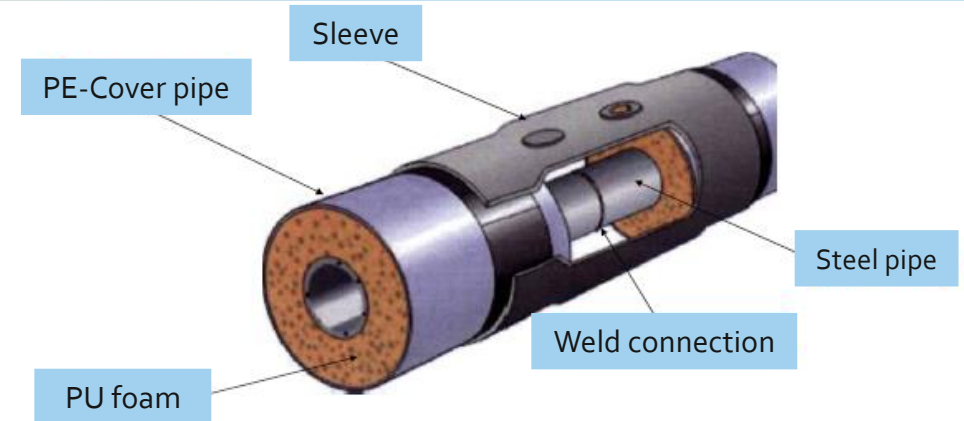
Montaż rur preizolowanych z płaszczem plastikowym w wykopie
(Źródło: AdobeStock Image)

Przekrój wykopu i ułożonych rur (Źródło: AGFW)

Sposoby wykonania i projektowania

Typy rur

- **Systemy rur z płaszczem stalowym**
 - Niezawodna ochrona przed naprężeniami zewnętrznymi – powszechnie stosowane
 - Izolacja termiczna z włókien lub próżniowa
 - Temperatura czynnika do 400°C
- **Systemy rur z płaszczem z tworzywa sztucznego**
 - Minimalna trwałość > 30 lat
 - Odporne na wodę i naprężenia zewnętrzne
 - Dobra izolacja termiczna
 - Temperatura pracy ciągłej ≤ 120°C
- **W obu układach mogą być zastosowane rury przewodowe stalowe lub z tworzyw sztucznych**

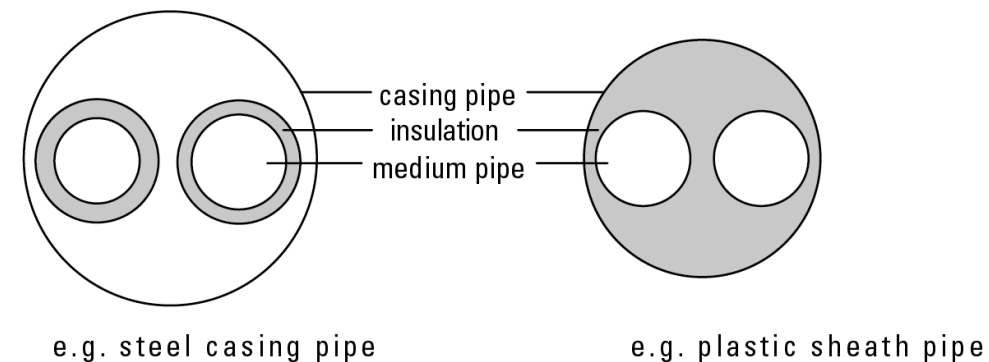
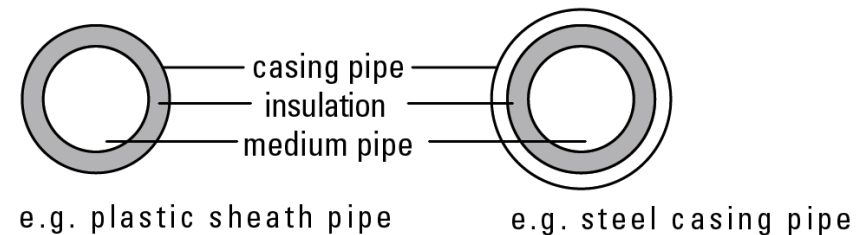


Source: Fastabend/ RheinEnergie AG

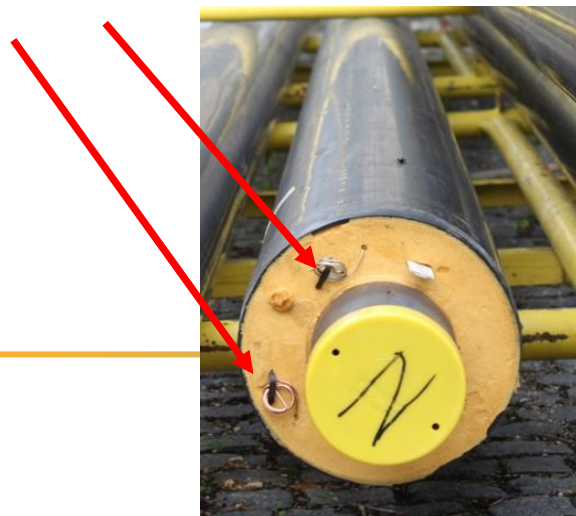
Sposoby wykonania i projektowania

Konstrukcja rur

- Podstawowa konstrukcja powszechnie stosowanych rur preizolowanych – dwie koncentrycznie ułożone rury oddzielone warstwą izolacji termicznej
- Płaszcz zewnętrzny wykonany z tworzywa sztucznego lub stali spełnia funkcję ochrony przed wilgocią i korozją rury wewnętrznej przewodowej
- Zazwyczaj są dodatkowo wyposażone w kable ułożone wewnątrz izolacji, które służą do wykrycia nieszczelności



Układ z 1 przewodem i podwójny (Źródło: AGFW)



Sposoby wykonania i projektowania

Widok różnych układów typu „Rura w Rurze” (PJPs)



PJP z rurą stalową w środku

(Źródło : D. Rutz) [3]

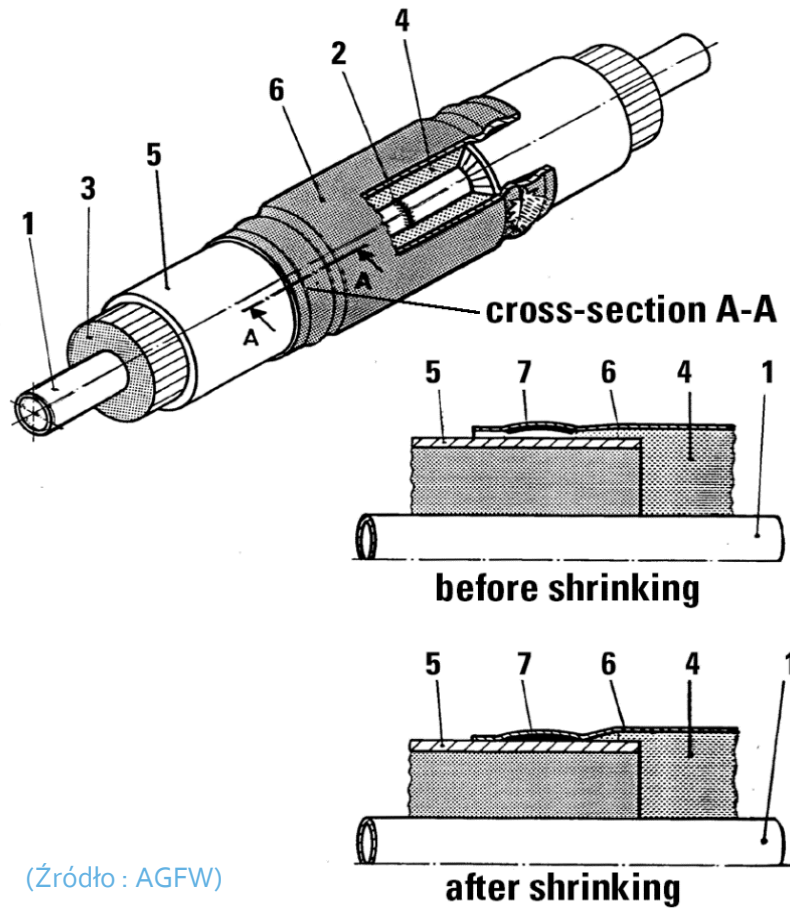


odmiany elastycznych PJPs – tzw .PEX-ów – z rurą z tworzywa sztucznego w środku

(Źródło : Logstor / Uponor)



One example of sleeve connections



(Źródło : AGFW)

- 1 Rura środkowa (przewodowa z czynnikiem)
- 2 Połączenie spawane
- 3 Fabrycznie wykonana izolacja termiczna PU
- 4 Izolacja z Pianki PU wykonana na miejscu
- 5 Rura osłonowa z PE (płaszcz)
- 6 Termokurczliwa tuleja z PE-X
- 7 Tasma termokurczliwa z klejem topliwym

Nośnik ciepła

- **Jakość nośnika ciepła** opisana w AGFW FW 510 (2018) ma wpływ na :
 - Żywotność rurociągów
 - Szybkość korozji rury przewodowej
 - Zła jakość może powodować powstawanie osadów na przewodach **armaturze odcinającej i regulacyjnej itp.**

W ciepłownictwie sklasyfikowano dwie możliwości pracy:

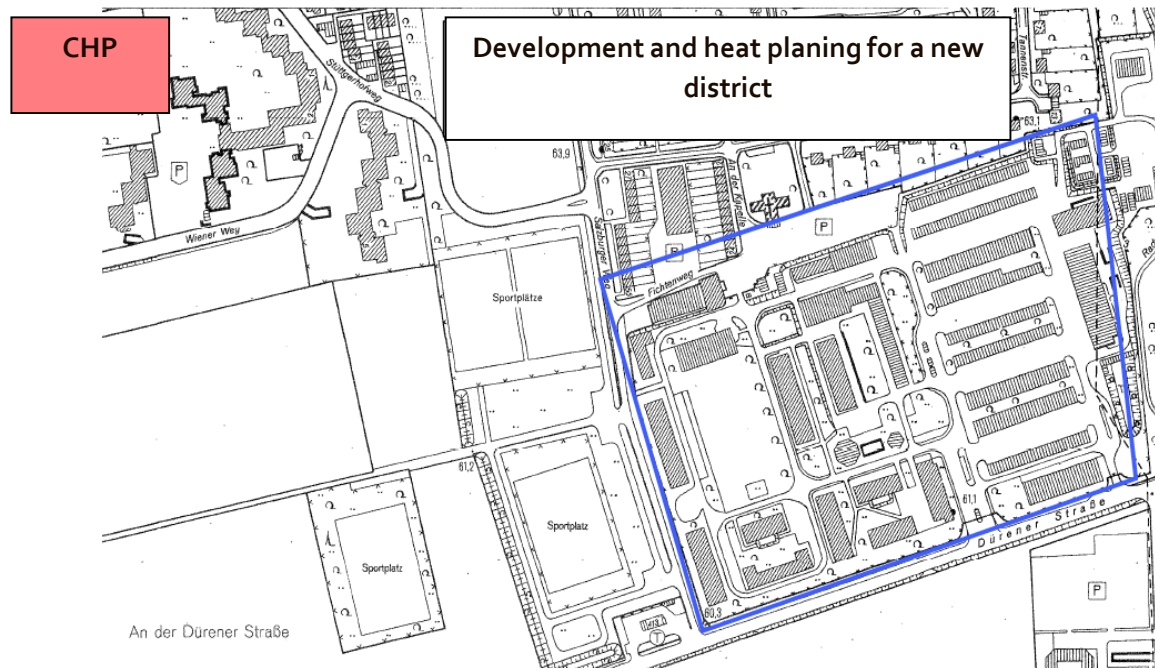
Solankowa lub nisko-solna woda sieciowa

Kryteria oceny wody sieciowej:

- Przewodność elektryczna w 25°C
- Wygląd
- Wartość pH w 25°C
- Zawartość tlenu
- Zawartość alkanów (twardość wody)
- Zawartość żelaza
- Zawartość miedzi
- Zawartość siarczków i siarczanów

PRZYKŁAD: Prosty przypadek planowania sieci

- **Przykład:** Miasto planuje budowę nowego osiedla mieszkaniowego a pobliska Elektrociepłownia ma wolne moce do zaopatrzenia dzielnicy w ciepło. Należy zaplanować sieć ciepłowniczą łączącą Elektrociepłownię z nowym osiedlem mieszkaniowym. (kolor niebieski).



Źródło : Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

PRZYKŁAD: Prosty przypadek planowania sieci

1 - Etap: Określenie zapotrzebowania na moc ciepłą (wg DIN EN 12831)

- Zazwyczaj Miasto lub Inwestor mają informację o obliczeniowym zapotrzebowaniu na moc ciepłą
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą można też szacunkowo określić na podstawie powierzchni ogrzewanej brutto (GFA)

Praktyczne wartości obliczeniowego zapotrzebowania

Dom jednorodzinny

- Szeregowy 8-10 kW (bez ciepłej wody użytkowej)
 15-18 kW (z dostawą cwu)
- Wolnostojący 15-20 kW (bez dostawy cwu)
 18-25 kW (z dostawą cwu)

Wskaźnikowe zapotrzebowanie

- Domy, mieszkania 40-60 W/m²
- Biura 60-80 W/m²
- Powierzchnia handlowa 60-80 W/m²
- Inne ≤ 100 W/m²

PRZYKŁAD: Prosty przypadek planowania sieci

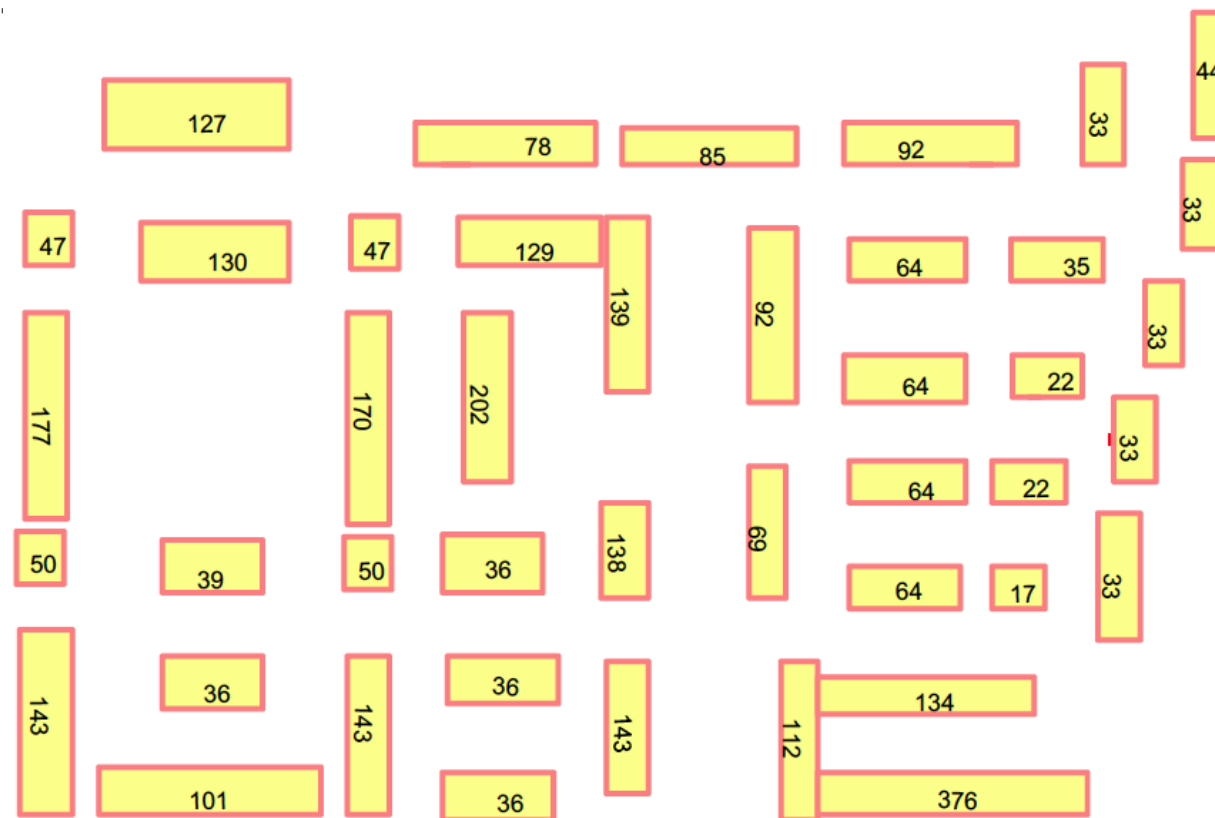
- Obliczeniowe zapotrzebowanie na moc ciepłą :
3.720 kW

2- Etap: Określenie kolejnych parametrów

- Warunki pracy sieci
- Spadki ciśnienia

3- Etap: Wyznaczenie trasy pierwszych rur

4- Etap: Określenie średnic przewodów



Źródło: Dipl.-Ing. Fastabend - RheinEnergie

Referencje:

- [1] ICAX. https://www.icax.co.uk/Fifth_Generation_District_Heating_Networks.html
- [2] Upgrade-DH, 2019. Upgrading the performance of district heating networks. Technical and non-technical approaches. A Handbook.
- [3] D. Rutz 2019. picture taken from: Upgrading the performance of district heating networks. Technical and non-technical approaches. A Handbook.
- [all others] AGFW 2013: Technical Handbook

References & Contact

AGFW-Project GmbH

Project company for rationalisation,
information & standardisation

Stresemannallee 30
60596 Frankfurt am Main
Germany

E-mail: info@agfw.de

Tel: +49 69 6304 - 247

www.agfw.de