

Warmtenetten

Xander Vandooren

March 5, 2025

Contents

1	Eerste les:	1
1.1	Inleiding:	1
1.1.1	district heating en de evolutie:	2
1.1.1.1	Lineaire warmtedichtheid:	3
1.1.2	gelijktijdigheid	3
1.1.3	Ruimtebesparend en veilig	3
1.1.4	Buffercapaciteit	4
2	Les 2:	4
2.1	Buizen/leidingen:	4
2.1.1	Materialen	4
2.1.2	Warmtetransport/ Debieten/ Drukval/ DN:	4
2.1.2.1	Oefening:	4
2.1.3	Isolatie van buizen:	5
2.1.4	Heat transfer:	5

1 Eerste les:

zal waarschijnlijk klein theorie examen zijn (gesloten boek) en voor oefeningen zullen het vooral eenvoudige oefeningen zijn waardoor je logische schattingen zou moeten kunnen doen. praktisch examen zal open boek zijn. $Q = m * c * \Delta T$ zeker te kennen!

1.1 Inleiding:

Definition: District heating and cooling (DAC) is een systeem voor het distribueren van warmte gegenereerd in gecentraliseerde locaties door een systeem van geïnsuleerde pijpen van residentiële en commerciële warmte requirements, zoals space heating en water heating (HVAC).

De temperaturen van de warmte netten worden lager en lager. Processen met warmte worden efficiënter naarmate dat de temperatuur lager en lager wordt. De energie noden voor verwarming worden lager en lager (beter geïsoleerde woningen, . . .)

- Gecentraliseerde warmte/koude bronnen / warmte opslag / lokale synergie
- Buizen \leq warmteverliezen / isolatie / dimensionering
- Expansievat \leq dimensionering
- Warmtewisselaar \leq dimensionering / elektrisch equivalent schema
- Pompen en kleppen, temperatuur regime \leq sturingen / dimensionering
- Boosterwarmtepompen \leq COP-model (warmtepompen hebben een COP van 1,2 tot met 6-7) dat wil dus zeggen voor dat je zoveel keer meer warmte uit energie krijgt. boilers hebben een COP van 1.

Residentieel: aandeel CV daalt, SWW wordt ook belangrijk
Het warmtenet wordt zelf voor een stuk als buffer gebruikt
Lokale recuperatie van restwarmte:

- Vegitec

- Tomato Master & Aqua4C

Sommige warmtenetten zijn 'stoomnetwerken' (productie stoom wordt uitbesteed als eerste stap in de carbonisatie en flexibilisering):

- Agristo koopt stoom as a service
- Van de Moortele besteedt stoom uit

Centrale productie van warmte:

- Afvalverbranding
- Restwarmte
- Gasketels
- WKK
- WKK met biomassa
- Geothermische energie
- Warmtepompen
- Zonneboilers
- Aquathermie en riothermie

1.1.1 district heating en de evolutie:

enthalpie = totale warmte en totale warmte is voelbare warmte en latente warmte. verdampen gebeurt enkel bovenaan uw vloeistof en koken is als uw vloeistof overal ongeveer even warm is.

Bij buizen moet ter hoogte van de doorsnede de druk volledig kunnen opgevangen worden. $F=p.A$ waarbij F uw kracht is p uw druk en A uw oppervlakte. De trekspanning is $\frac{F}{A} \rightarrow \frac{F/2}{\text{lengthe} \cdot \text{wanddikte}}$ hoe kleiner de buis hoe meer druk je er op kan hebben, grote buizen zijn niet goed voor hoge druk.

1.1.1.1 Lineaire warmtedichtheid:

$$LWD = \frac{Q_{geleverd}}{L_{net}}$$

- met LWD de lineaire warmte dichtheid [GJ/(a m)] of [MWh/(a m)]
- $Q_{geleverd}$ is de hoeveelheid energie afgeleverd bij de gebruiker per oppervlakte [GJ/a] of [MWh/a]
- L_{net} : is de trace lengte van traject m (lengte van hoofdnet, de vertakking en leidingen tot aan de huisaansluiting, gecombineerd met de aanvoer retour leiding, dus gelijk aan de totale lengte/2) [m]

Bij lagere lineaire warmtedichtheden zijn de leidingsverliezen ten gevolge van warmteverlies van een systeem relatief hoog, en daarmee ook de energie kosten. Verder betekent een lage LWD waarde ook dat er relatief veel leidingen liggen voor de hoeveelheid getransporteerde energie. Daarmee zijn de investeringskosten voor leidingen per eenheid energie ook hoog. Vaak betekend een lage LWD waarde dat de business case moeizaam loopt.

1.1.2 gelijktijdigheid

hoe meer woningen aangesloten, hoe meer gediversifieerd de vraag, hoe lager de gelijktijdigheid voor de centrale installatie. Er moet ook altijd een andere manier aanwezig zijn om uw warmte te voorzien indien er een warmtenet of deel van een warmtenet uitvalt. er is altijd redundancy dat we rekening mee moeten houden dus er zijn backups.

1.1.3 Ruimtebesparend en veilig

Heat unit interface is eenvoudige Warmtewisselaar

- Geen gasleiding in gebouw
- Ruimtebesparend
- Veilig

1.1.4 Buffercapaciteit

- Inhoud van warmtenet is zelf een buffer
- Optimalisatie door bijkomende buffer
- Ontkoppeling vraag en aanbod

aansluiting op warmte net kost ongeveer €1000 per lopende meter. Dus als uw aansluiting 1 meter van de dam ligt dan zal dit ongeveer €1000 zijn.

2 Les 2:

2.1 Buizen/leidingen:

- Materialen
- Warmtetransport/ Debieten/ Drukval/ DN(diameter nominaal)
- Isolatie/warmteverliezen

2.1.1 Materialen

Stalen buis opgeschuimd in PUR-schuim met een mantelbuis in HDPE is de meest voorkomende.

2.1.2 Warmtetransport/ Debieten/ Drukval/ DN:

altijd zelfde water in warmte net (gesloten systeem). In uw collector wil je geen hoge stroomingssnelheden. Naarmate je buis groter wordt kan je grotere stroomingssnelheden krijgen. Dit komt omdat je viscositeit hebt (water aan de randen zullen trager zijn dan in centrum dus hoe verder van rand hoe meer snelheid je kan hebben).

2.1.2.1 Oefening: Leidingen: Bereken de leidingen voor volgend systeem.

- $Q_{\text{opwekker}} = 500\text{kW}$

- Aanvoertemperatuur 80 graden celsius voor beide afnemers
- Afnemer 1 (A1): 200 kW, dT 20K
- Afnemer 2 (A2): 100 kW, dT 15K

Gevraagd:

- $Q_{\text{net}} \text{ (m}^3/\text{h)} = ?$
- Verwachte retourtemperatuur?
- DN?

1 bar = 100 000 pascal (Pa) = 10^5 Pa

ordergroottes: 100 Pa/m

als je 50 meter trace lengte hebt dan is uw buislengte 2x uw trace lengte

2.1.3 Isolatie van buizen:

2.1.4 Heat transfer:

\Rightarrow Energy transfer \rightarrow temperatuur verschil

\leftrightarrow in een medium, tussen 2 of meer media

\Rightarrow

- conductie: temperatuur gradient in een stationair medium
- Convection: tussen vaste materie/oppervlak & een bewegende vloeistof (vloeistof/gas)
- Radiatie: elektromagnetische straling (tussen oppervlaktes met verschillende temperatuur)

Conductie: $Q = -k \cdot A \cdot \frac{dt}{dx}$ Fourier's law Hierbij is:

- $Q = \frac{dq}{dt} \rightarrow [\text{W}] [\text{J}/\Delta]$
- A is de oppervlakte in $[\text{m}^2]$

- $\frac{dt}{dx}$ is [K/m]

Convectie: $Q=h.A.(T_s-T_\infty)$ Newton's Law Hierbij is:

- $Q=\frac{dQ}{dt}$ [J/s][W]
- h = heat transfer coefficient [h]=[W/m²K]
 - functie van geometry,vloeistof beweging, ΔT ,. . .
 - * forced convection/natural convection
- A = area exposed heat transfer [m²]
- T_s = surface temp [°C]
- T_∞ fluid temp [°C] (in beweging ver van oppervlak)

Radiatie: $Q= \Sigma \epsilon \cdot A \cdot (T_1^4-T_2^4)$ Steffan-Boltzmann Law (zullen we zelf nie zoveel moeten berekenen is vooral interessant bij hoge temperaturen)

- $Q=\frac{dQ}{dt} \rightarrow$ [J/s] [W]
- Σ Steffen Boltzmann = $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m²K⁴]
- emissivity (surface property) ϵ [0,1] als $\epsilon=1 \rightarrow$ perfecte straler \rightarrow black body
- A = radiating surface [m²]

K ! absolute temp

- $T[K]=T[^\circ C]+273,15$