

“Kaugjahutus Eestis - minevik, olevik ja võimalik tulevik”

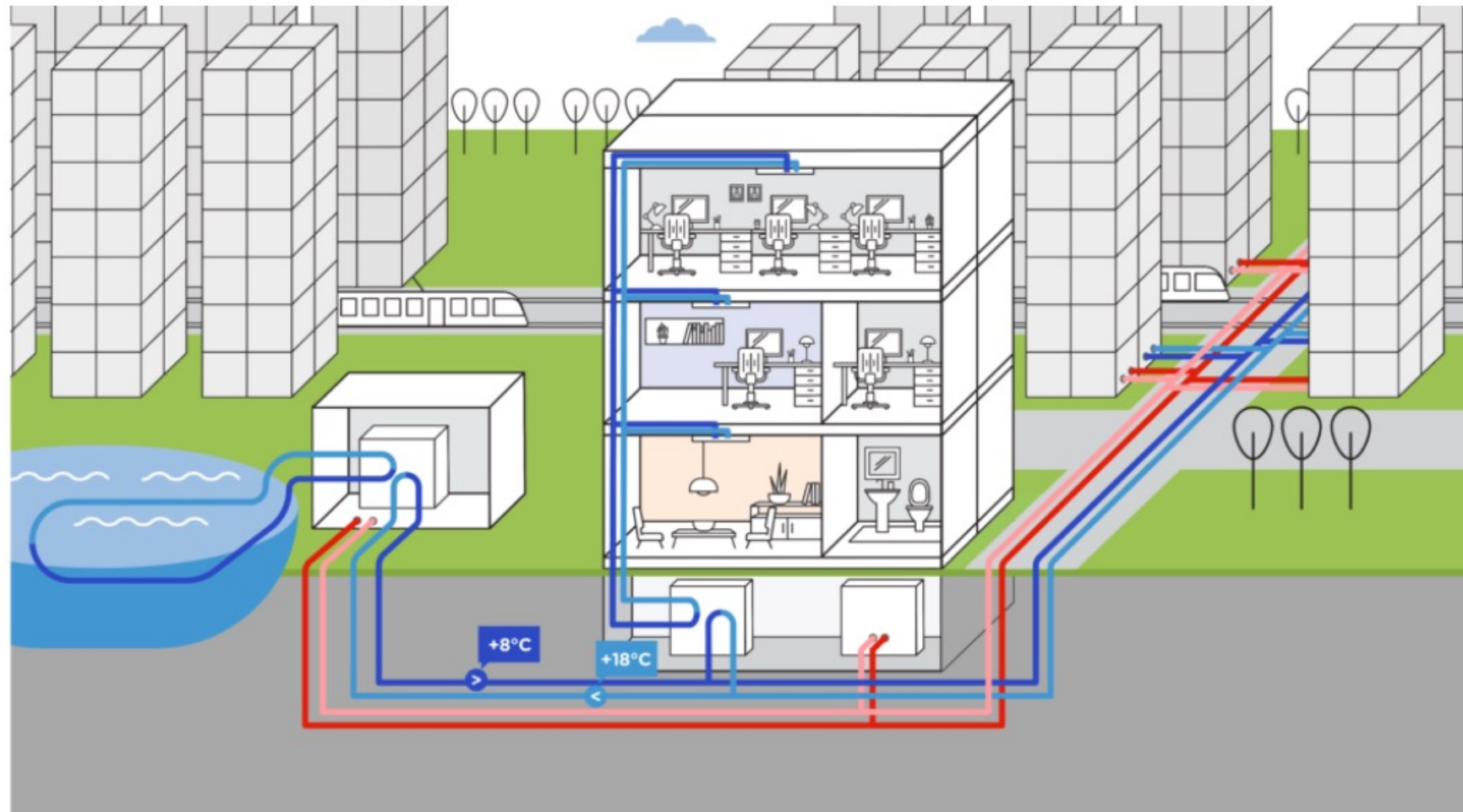
Igor Krupenski

HeatConsult / Fimpec
Juhatuses liige
Eur Ing, Ph.D

Tallinna Tehnikaülikool
Energiatehnoloogia Instituut, lektor

30.05.2022

Mis on kaugjahutus?



Kaugjahutuse skeem

Allikas: Utilitas Tallinn AS

Jahutusenergia (TWh) EU-s

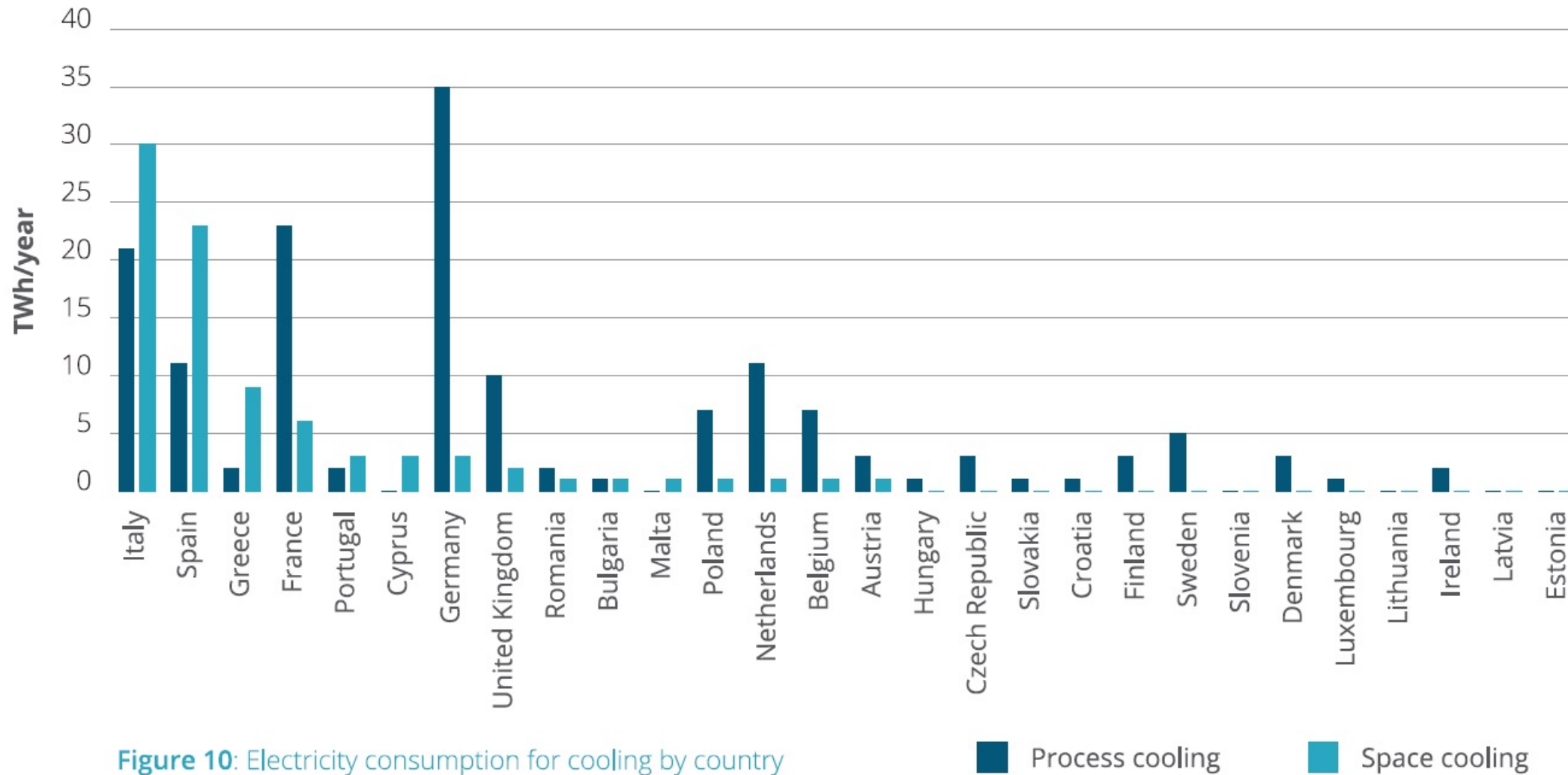


Figure 10: Electricity consumption for cooling by country

Allikas: Euroheat&Power

■ Process cooling ■ Space cooling



Kaugjahutus Eestis



Tartu

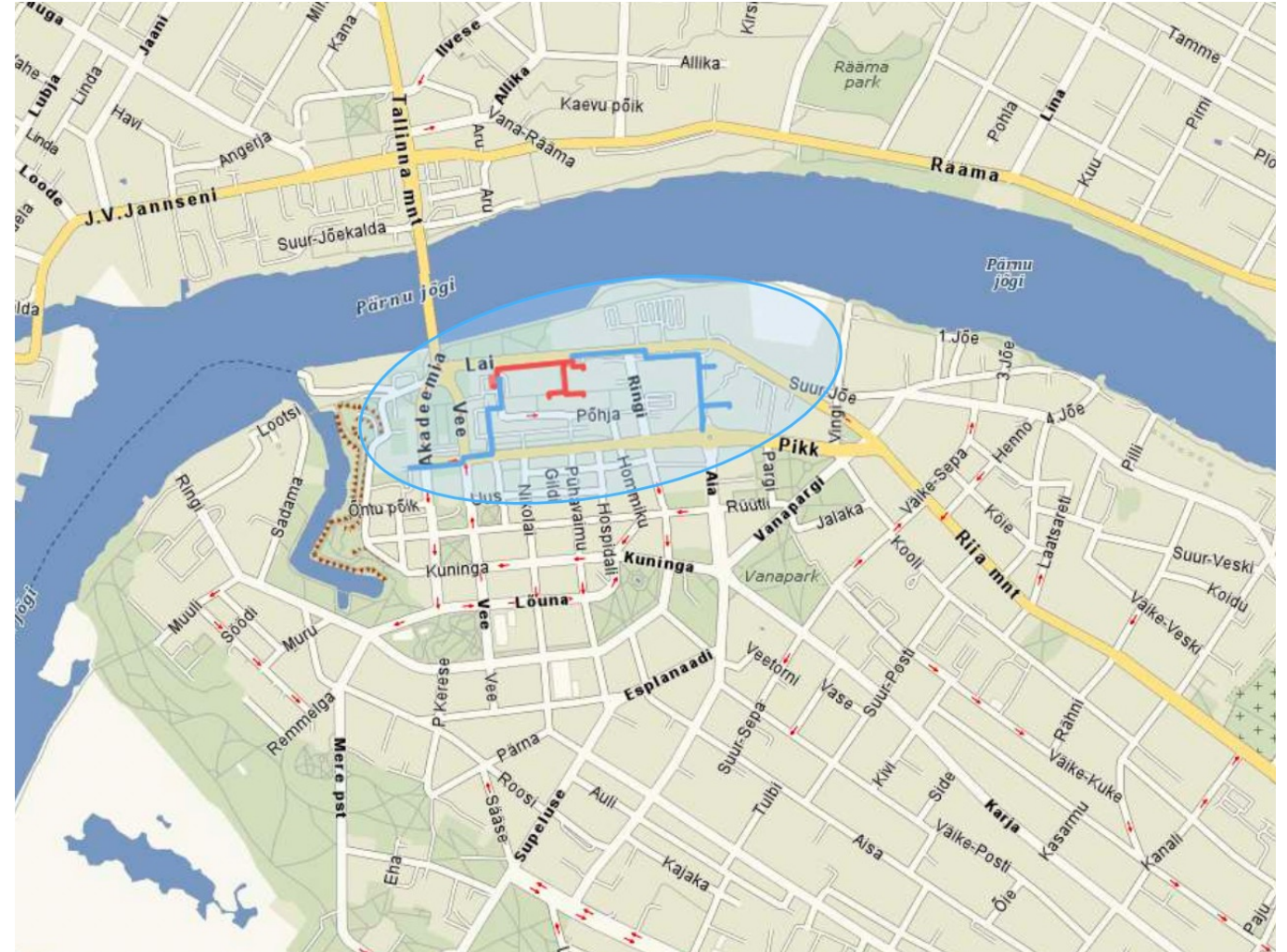
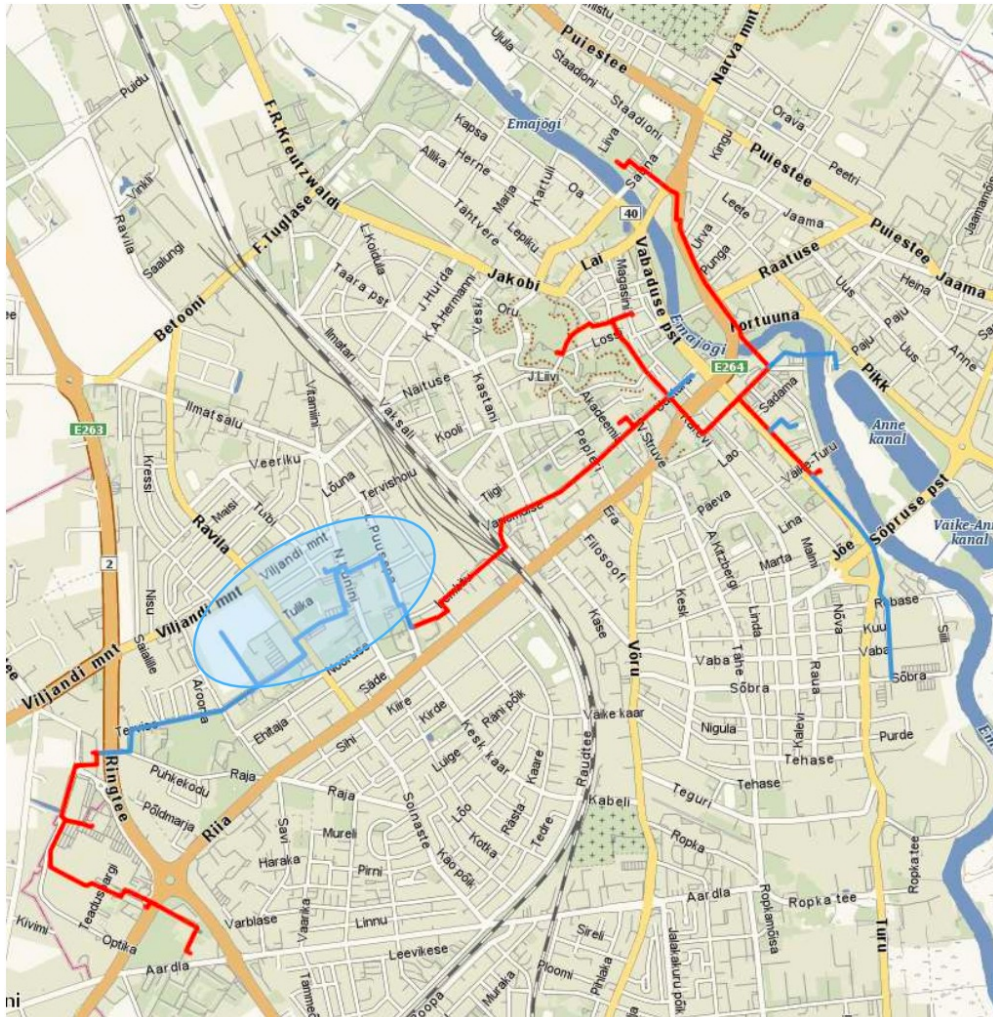


Pärnu



Tallinn

Kaugjahutus Tartus (al 2016) ja Pärnus (al 2019)



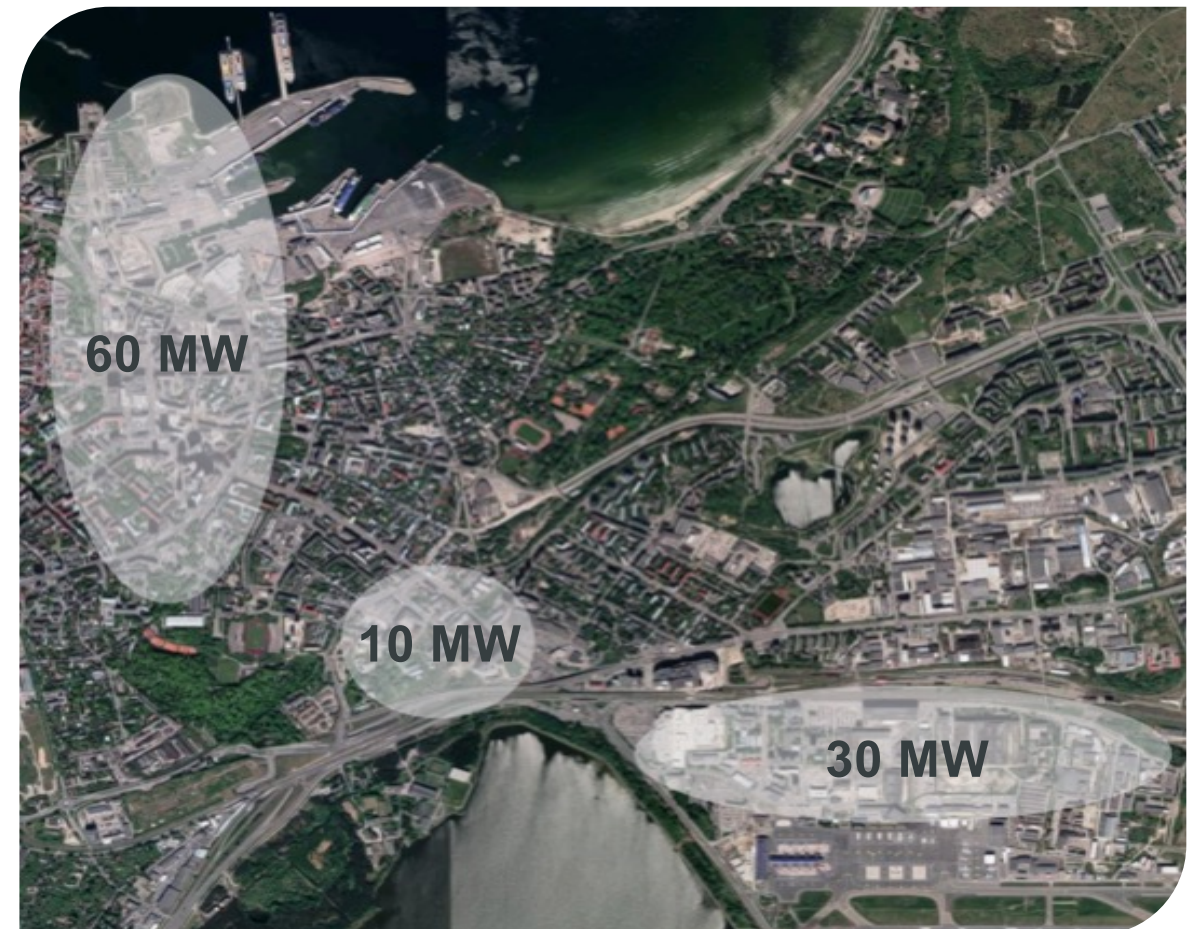
Kaugjahutus Tallinnas (al 2019)



- **Zelluloosi kaugjahutus** – arendusperiood 2019–2029, planeeritud 10 MW.
- **Ülemiste kaugjahutus** – arendusperiood 2020–2030, hinnanguline jahutusvõimsus 30 MW. Hetkel trasside projekteerimine ja tootmise projekteerimise ettevalmistused.
- **Kesklinna kaugjahutus** – arendusperiood 2019–2035, hinnanguline võimsus 60 MW.

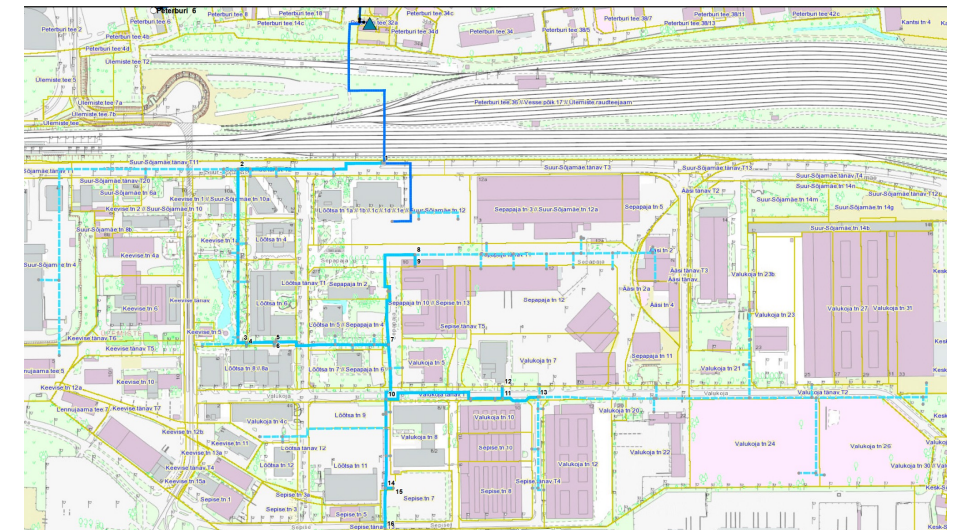
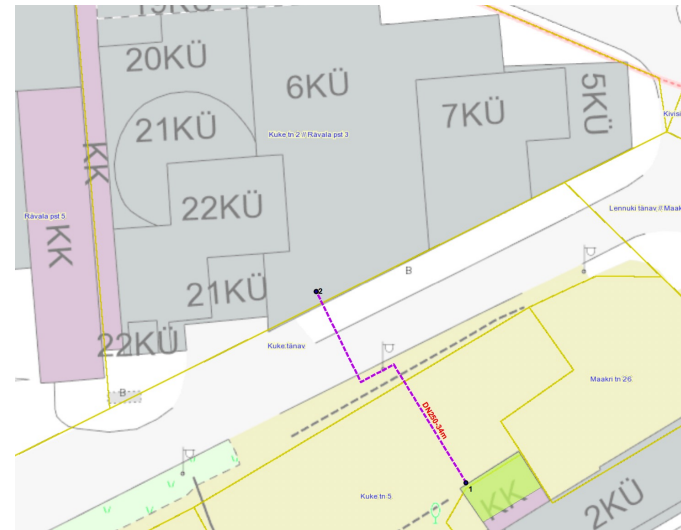
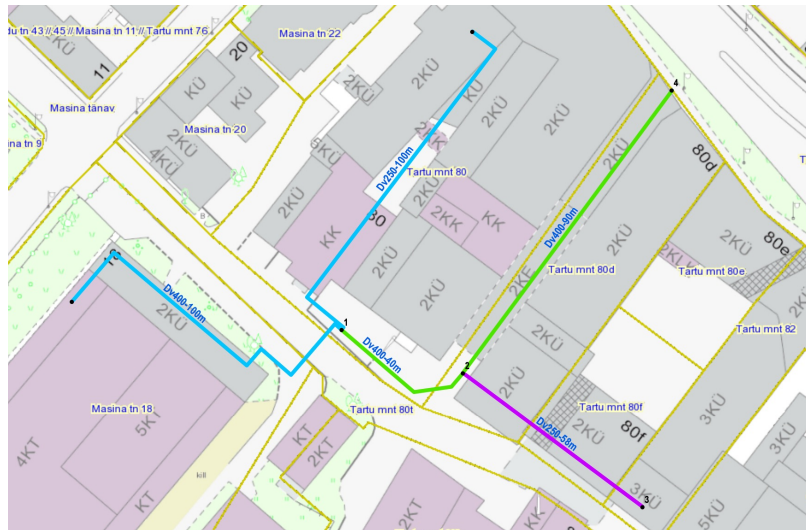
Plaanis ühendada erinevad võrgud

- Kesklinna jahutusjaam jääb peamiseks jaamaks ja teised tipukoormuse jaamadeks.
- Tallinna kaugjahutuse SEER 18 (seasonal energy efficiency ratio).



Allikas: Utilitas Tallinn AS

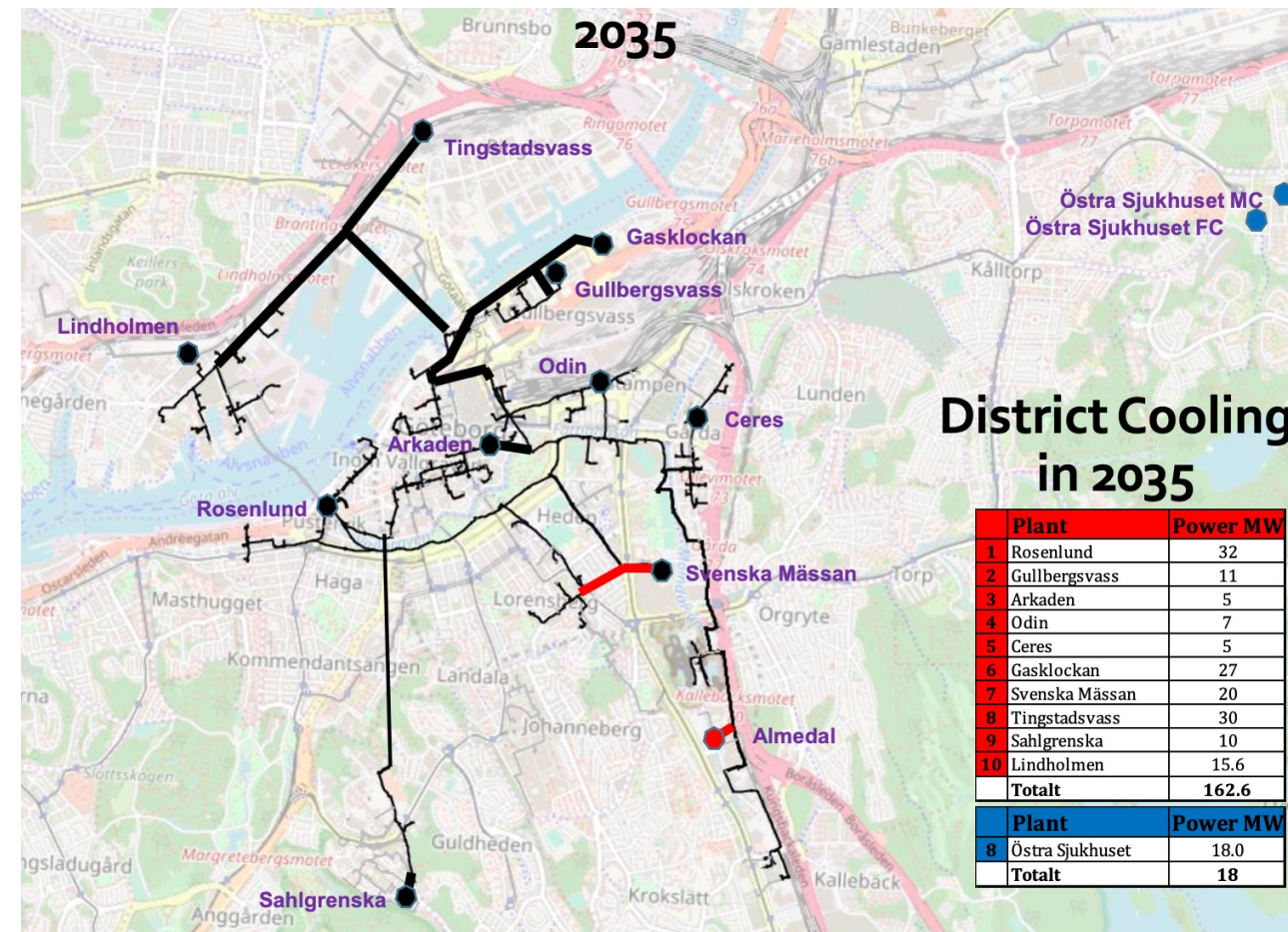
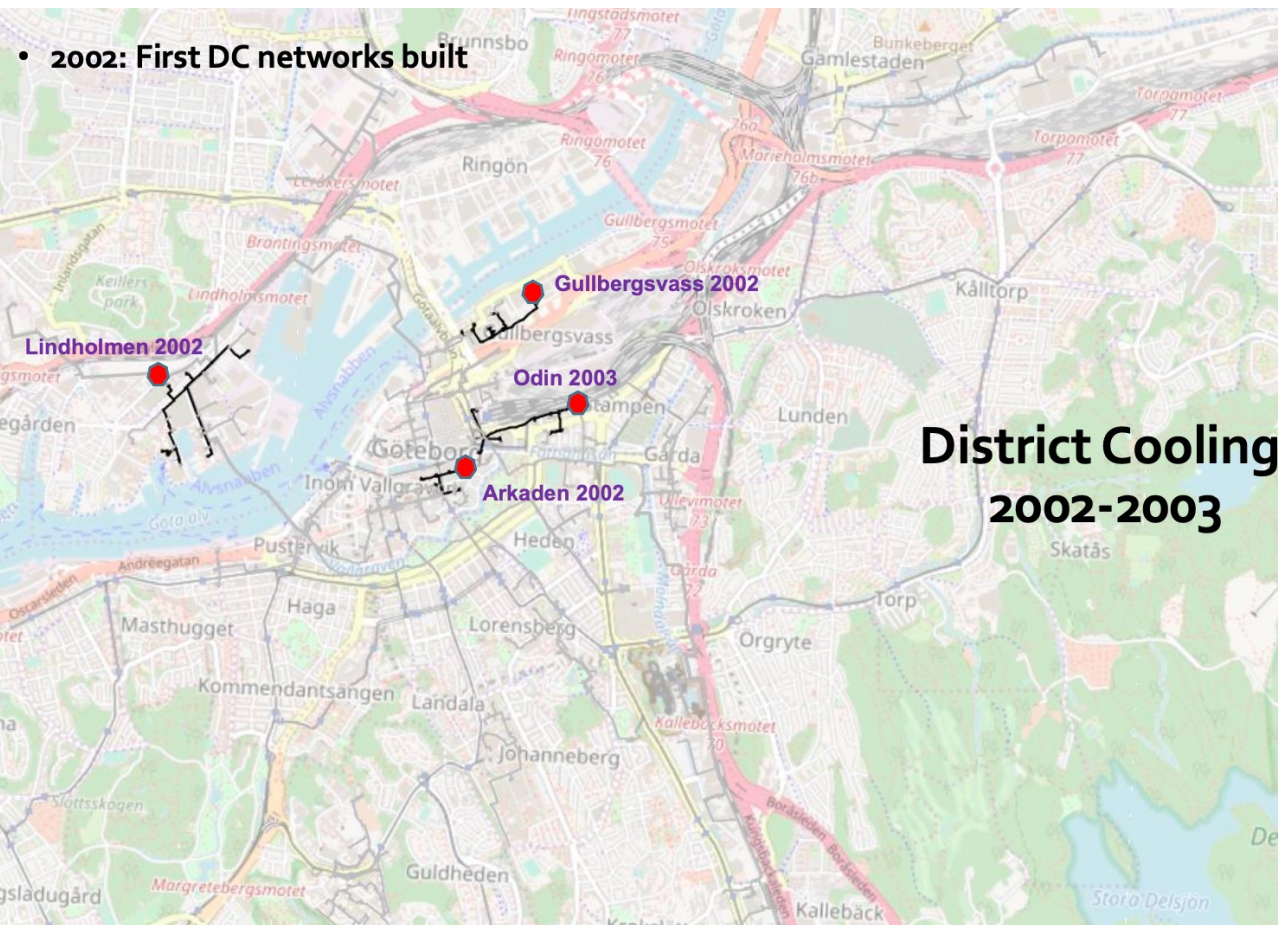
Palju tehtud Tallinnas?



Mis lõigud projekteerimisel?



Kuhu võiksime jõuda Tallinnas?



Allikas: Göteborg Energi






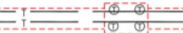





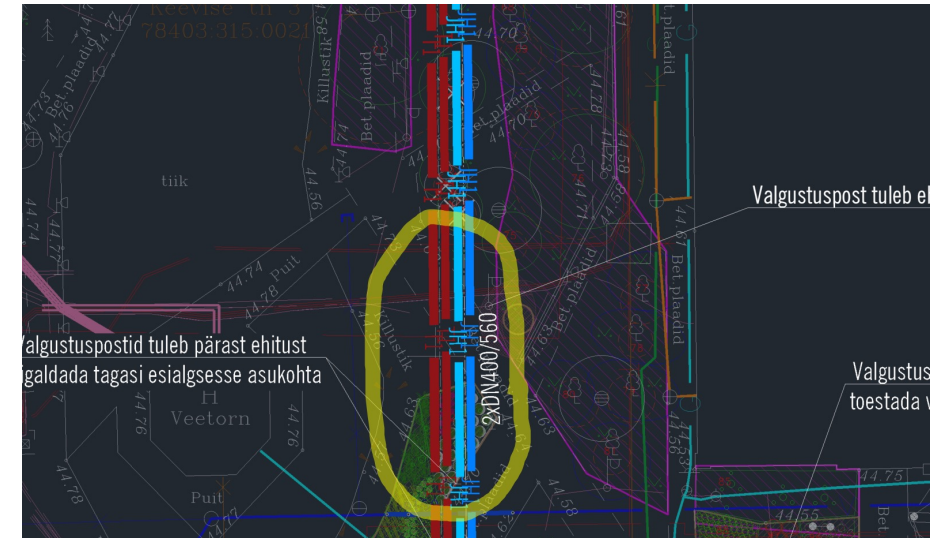
Torustike maksumuse mõju tasuvusele?



Allikas: Utilitas Tallinn AS

Kaugjahutuse tingmärk?

3.5.9. Kaugküte, -jahutus		
1	Kaugkütte torustiku kaev/kamber	
2	Kaugküttetorustiku maakraan	
3	Maa-alune kaugkütte/jahutus torustik Maa-alune kaugkütte torustik (torud) Maa-alune kaugkütte torustik (künas)	
4	Kaugkütte/jahutuse kaksiktoru	
5	Maapealne kaugkütte/jahutus torustik	
6	Maa-aluse kaugkütte rajatise kontuur	
7	Maaküttetorustik, hor., vert.	
8	Kaugkütte/jahutuse kilp	 Lekkeotsimisüsteemi kilp
9	Kaugkütte/jahutuse kontrollkaabel	



TINGMÄRGID



KINNISTU PIIRID



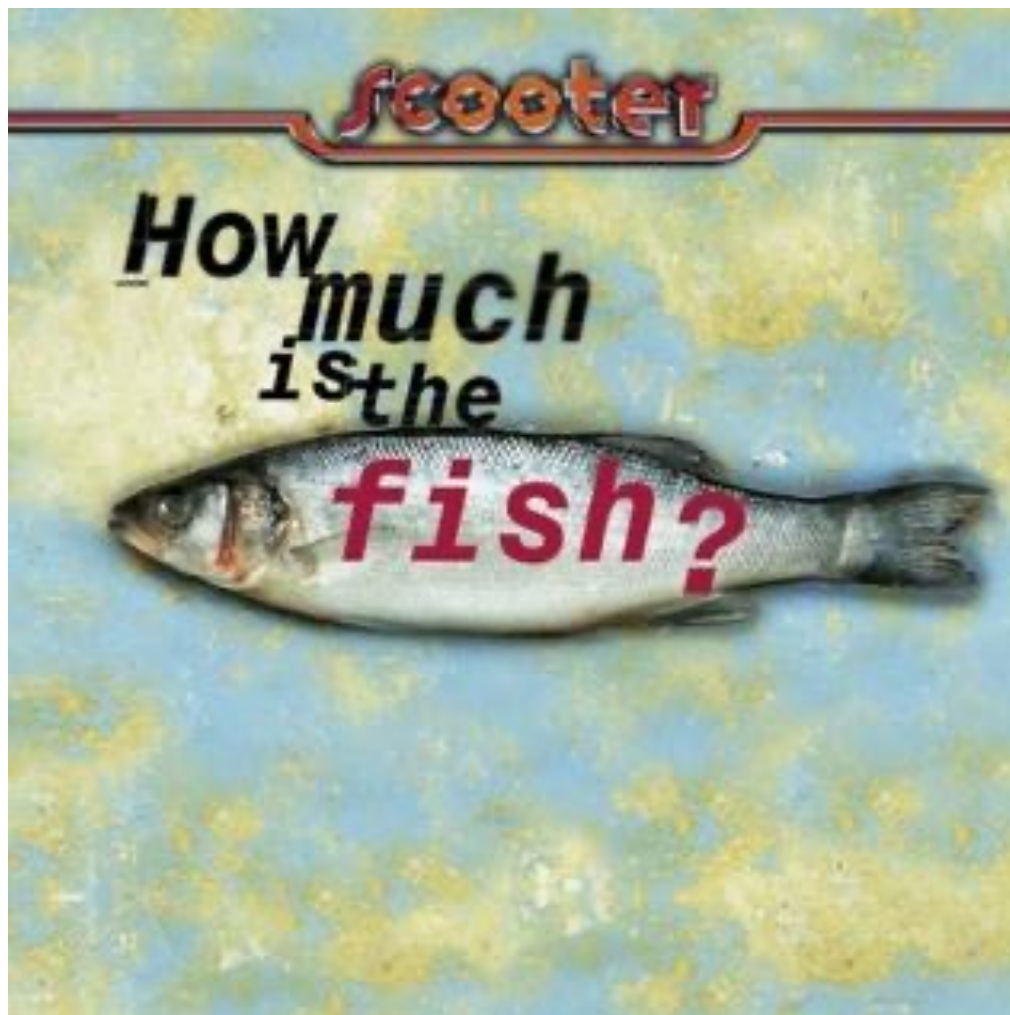
PROJEKTEERITUD KAUGKÜTTETORUSTIK



PROJEKTEERITUD KAUGJAHUTUSTORUSTIK

https://www.riigiteataja.ee/aktiivne/1190/4201/6003/MKM_m34_lisa2.pdf#

Palju kaugjahutus ikkagi maksab?



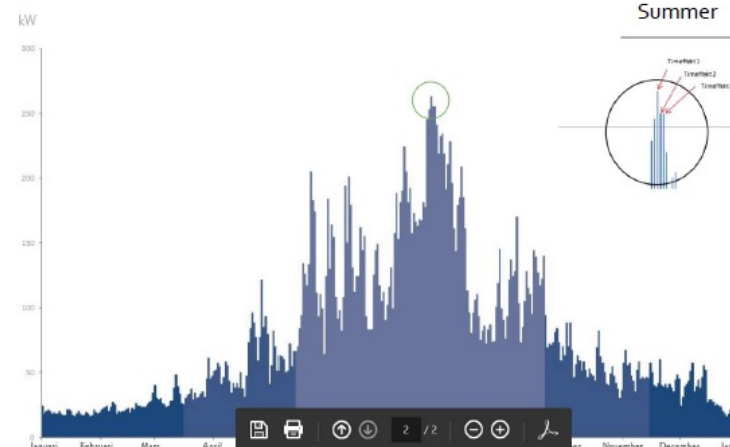
Price model today and in the past

During the build up phase (2002-2015) we gave the customer a price that matched their alternative.

- Quickly get a customer base that can carry the initial investment and organization costs.
- Be more competitiveness since you can always match customers alternative
- **Demanding and can be perceived as unfair.**

Today we use a price list. (2016-today)

Season	Price Energy	Month
Winter	170 kr/MWh	januari, february, mars, december
Spring /autumn	260 kr/MWh	april, oktober, november
Summer	330 kr/MWh	maj, juni, juli, augusti, september

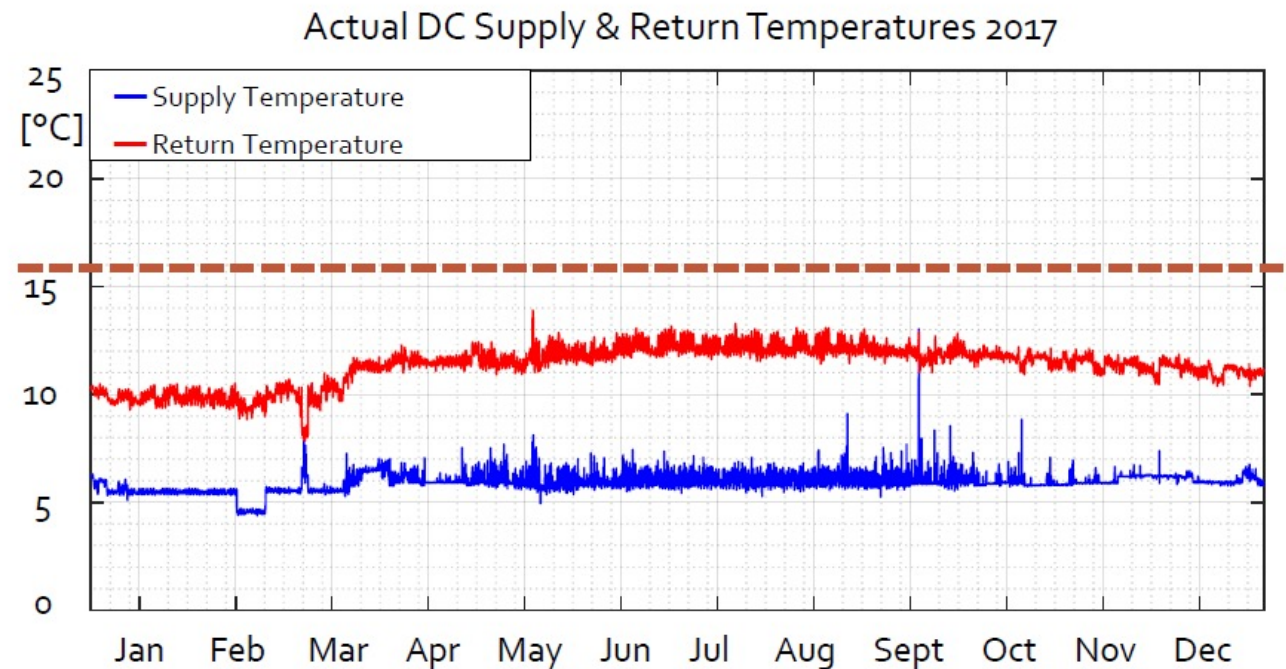


Max power	Fixed price	Variable price
0-50 kW	5 000 kr/år	720 kr/kW
51-100 kW	10 000 kr/år	620 kr/kW
101-201 kW	16 000 kr/år	560 kr/kW
201-300 kW	52 000 kr/år	380 kr/kW
301-500 kW	67 000 kr/år	330 kr/kW
501-1000 kW	102 000 kr/år	260 kr/kW
1000 kW-	122 000 kr/år	240 kr/kW

Allikas: Göteborg Energi

Madala delta T sündroom

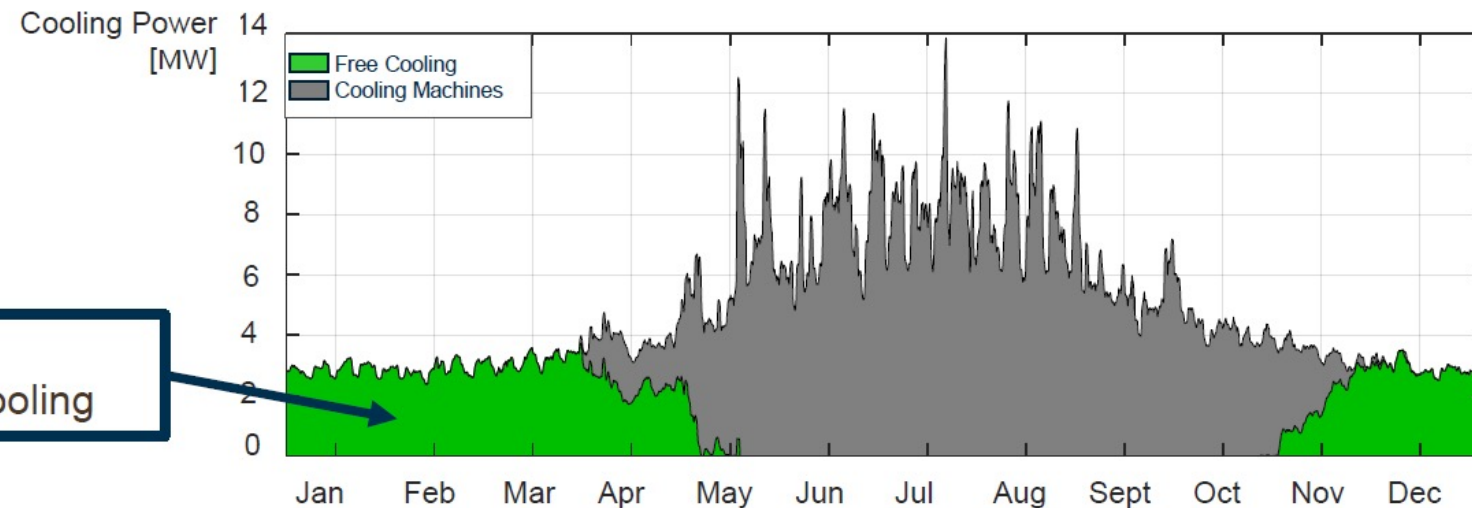
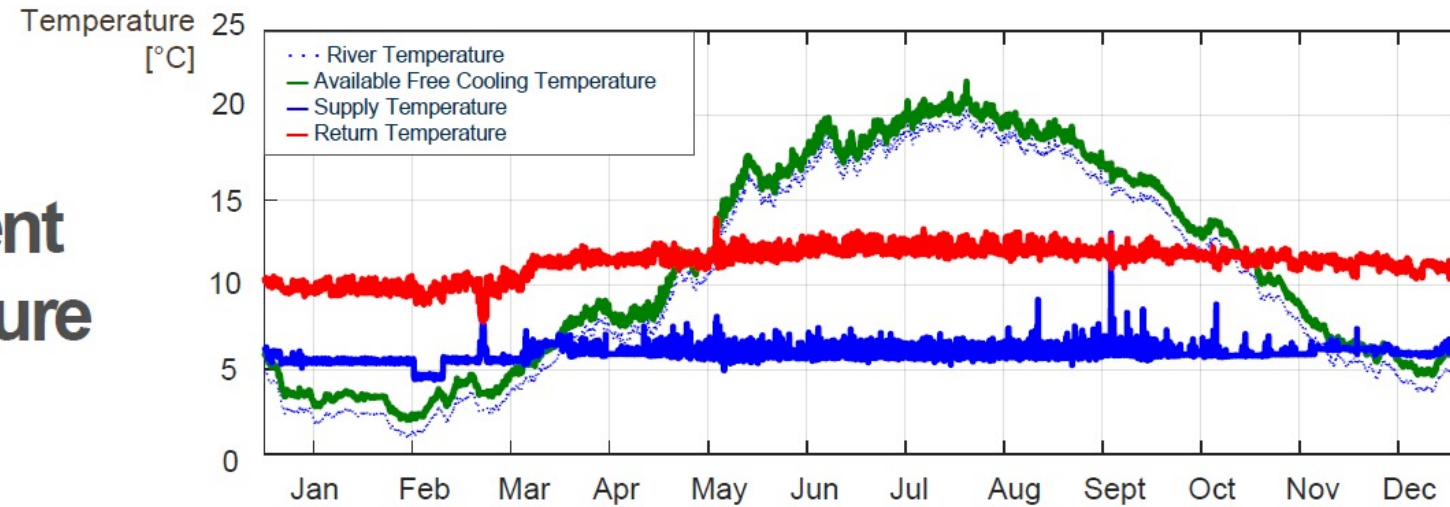
District Cooling in Gothenburg – The Low Delta-T Syndrome



Allikas: Göteborg Energi

Vabajahutus täna

Amount of free cooling is dependent on return temperature



28.1 %
Free Cooling

Allikas: Göteborg Energi



Väljakutsed kaugjahutusele

- Suuremad torud (sammas asuvad linna tihedas piirkonnas)
- Materjal: plastik / teras (eelisooleeritud)
- Isolatsiooni klassid
- Küttekaablid
- Rõhuklassid
- Sulgeseadmed
- Suured investeeringud (millal kliendid liituvad?)
- Koostöö KOV-ga ning muude tehnovõrkude omanikega
 - Kaugjahutuse võrgu ehitus teede rekonstrueerimise ajal
 - Kaugjahutuse võrgu ehitus kaugkütte renoveerimise ajal



Väljakutsed kaugjahutusele

- Kas avatud / kinnine süsteem (soojusvaheti jahutussõlmes)
- Olemasolevate hoonete ümberühendus (temp graafik 7/12 + jahutusseade katusel)
- Erinevad hoonete jahutussüsteemide temperatuurigraafikud
- Tarbija profiil (MW ja MWh)
- Kaugjahutuse primaarenergia tegur
- Hea müügitöö (kliendil vabaneb ruum katusel + väiksem elektrikulu + kokkuid konstruktsioonide poole pealt)



§ 9. Energiakandjate kaalumistegurid ja kütuse energiasisaldus

(1) Energiakandjate kaalumistegurid on järgmised:

1) taastuvtoormel põhinev kütus, puit ja puidupõhine kütus ning muu biokütus, välja arvatud turvas ja turbabrikett – 0,65;

2) kaugküte – 0,9;

3) tõhus kaugküte – 0,65;

4) kaugjahutus – 0,4;

5) tõhus kaugjahutus – 0,2;

6) vedelkütus, kütteõli ja vedelgaas – 1,0;

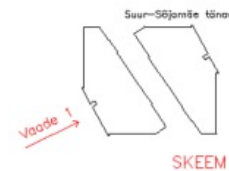
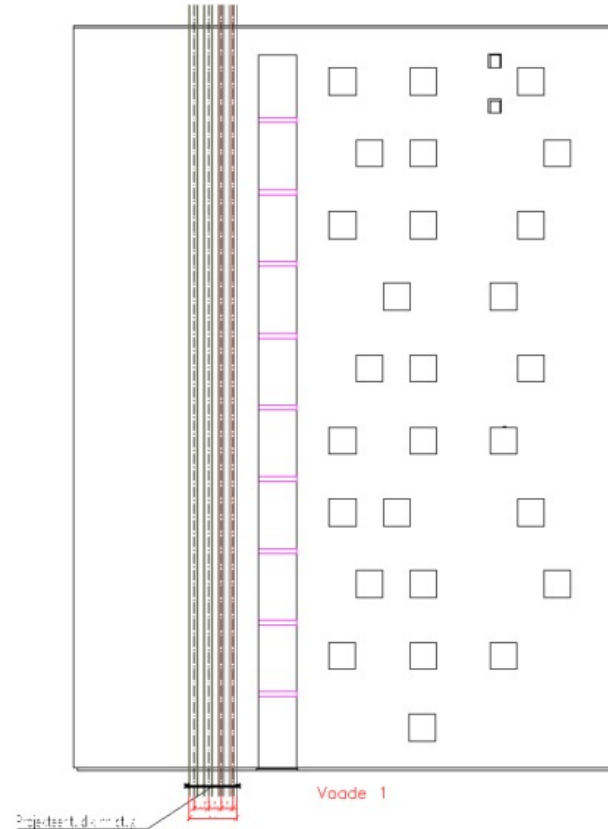
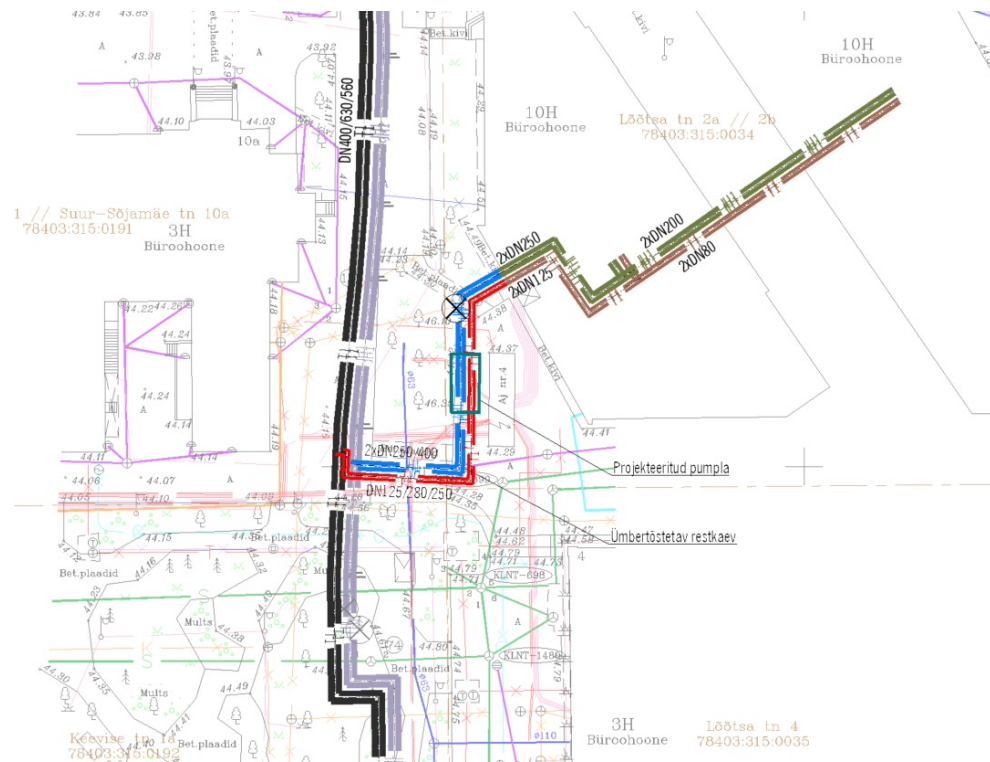
7) maagaas – 1,0;

8) tahke fossiilkütus – 1,0;

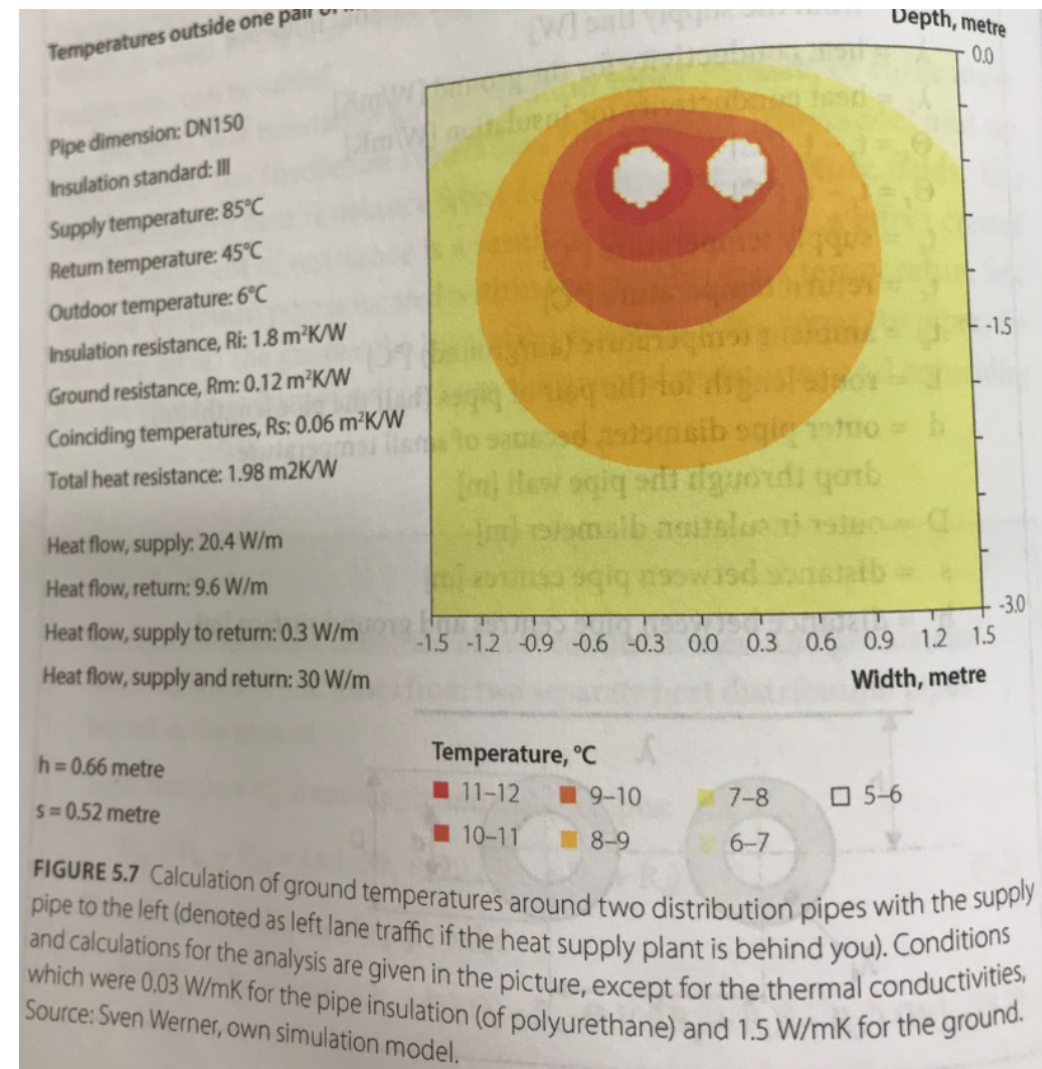
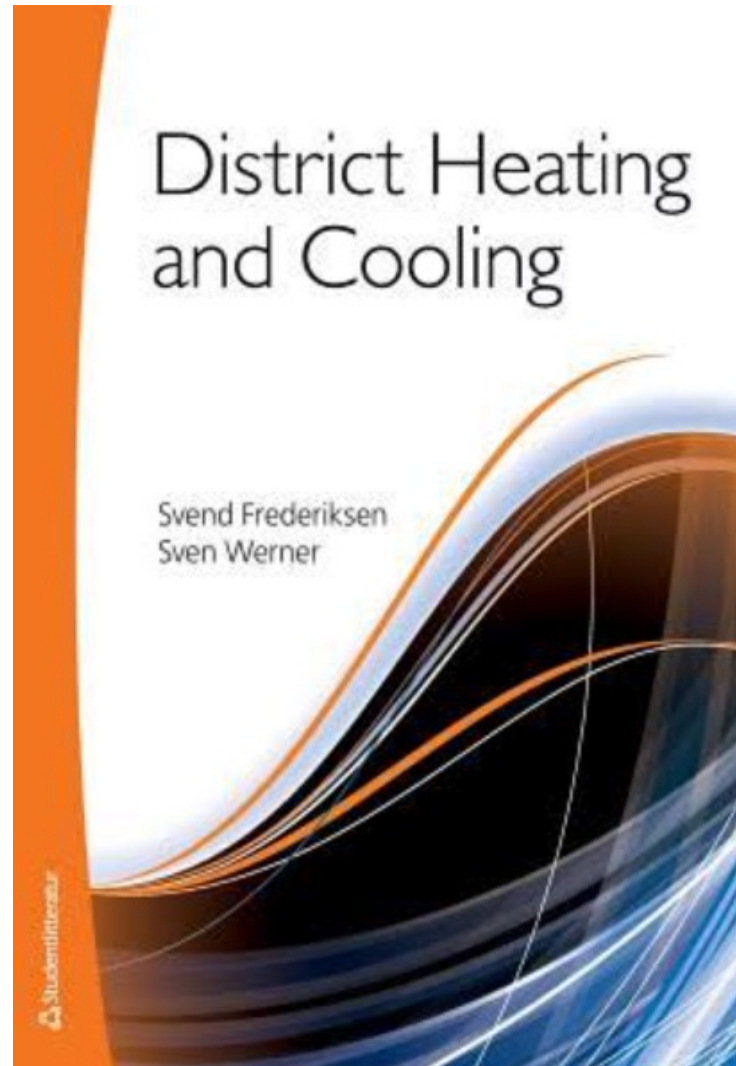
9) turvas ja turbabrikett – 1,0;

10) elekter – 2,0.

Olemasolevate tarbijate liitumine



Kaugküte ja kaugjahutus ühes kaevikus



Kas saab kasutada jääsoojust jahutuse tootmiseks?

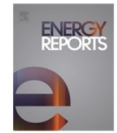
- Main source for cooling: absorption chiller that uses rejected heat from a CHP
 - 3 CHP with biomass
 - 1 with WTE
- Current DH supply temperature in Tallinn during the non-heating season: 70°C
- Task:
 - Determine the optimal technical solution for an effective energy efficiency ratio of the absorption chiller and heat transmission in the DH network
 - **Different DH supply temperatures: 70°C, 80°C, and 90°C**



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Energy Reports 7 (2021) 47–54



www.elsevier.com/locate/egy

17th International Symposium on District Heating and Cooling, Nottingham Trent University, 06–09 September 2021, Nottingham, UK

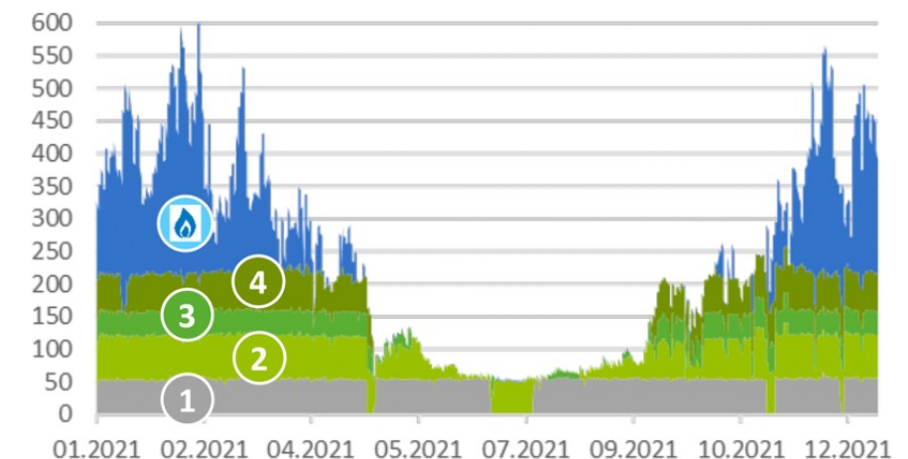
Efficient use of heat from CHP distributed by district heating system in district cooling networks

Henrik Pieper^a, Tanel Kirs^b, Igor Krupenski^{a,c,*}, Aleksandr Ledvanov^c, Kertu Lepiksaar^a, Anna Volkova^a

^a Tallinn University of Technology, Department of Energy Technology, Ehitajate tee 5, Tallinn, 19086, Estonia

^b AS Utilitas Tallinn Punane 36, 13619 Tallinn, Estonia

^c HeatConsult OÜ, Valukoja 8, Tallinn, 11415, Estonia



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721008489>

Soojuskaod suurenevad (ca 10 000 MWh võrra)

Parameter	70°C scenario	80°C scenario	90°C scenario
Heat loss, MWh	37 535	42 169	46 804
Increase in heat loss, MWh	0	4 634	9 269
Flow, kg/h	2 012 410	1 508 435	1 205 902
Electricity used for pumping, MWh	1 008	755	602
Heat utilised for district cooling, MWh	4963	6124	8195
$EE_{CHP-DHC}$, %	35.12%	35.55%	36.31%

$$EE_{CHP-DHC} = \frac{P_{CHP} + Q_{DHW} + Q_{DC}}{F_{CHP}}$$

where

P_{CHP} is the electricity generated by CHP (MWh);

Q_{DHW} is the heat used for domestic hot water heating, sold to consumers (MWh);

Q_{DC} is the heat used for cooling in absorption chillers.

90 kraadilise vee puhul saab toota 43% kaugjahutust

Parameter	Chiller + free cooling	70°C scenario	80°C scenario	90°C scenario
Electricity consumption, MWh	1869	1831	1653	1365
CO ₂ from electricity, tonnes CO ₂	1665	1631	1473	1216
Seasonal EER of cooling, -	8.48	8.55	9.48	11.47
Share of free cooling, %	24.7	24.7	24.7	24.7
Share of cooling via absorption chiller, %	-	26.8	32.8	43.0
Share of cooling via electric chiller, %	75.3	48.5	42.4	32.3

Kui palju on avaliku infot kaugjahutuse kohta?



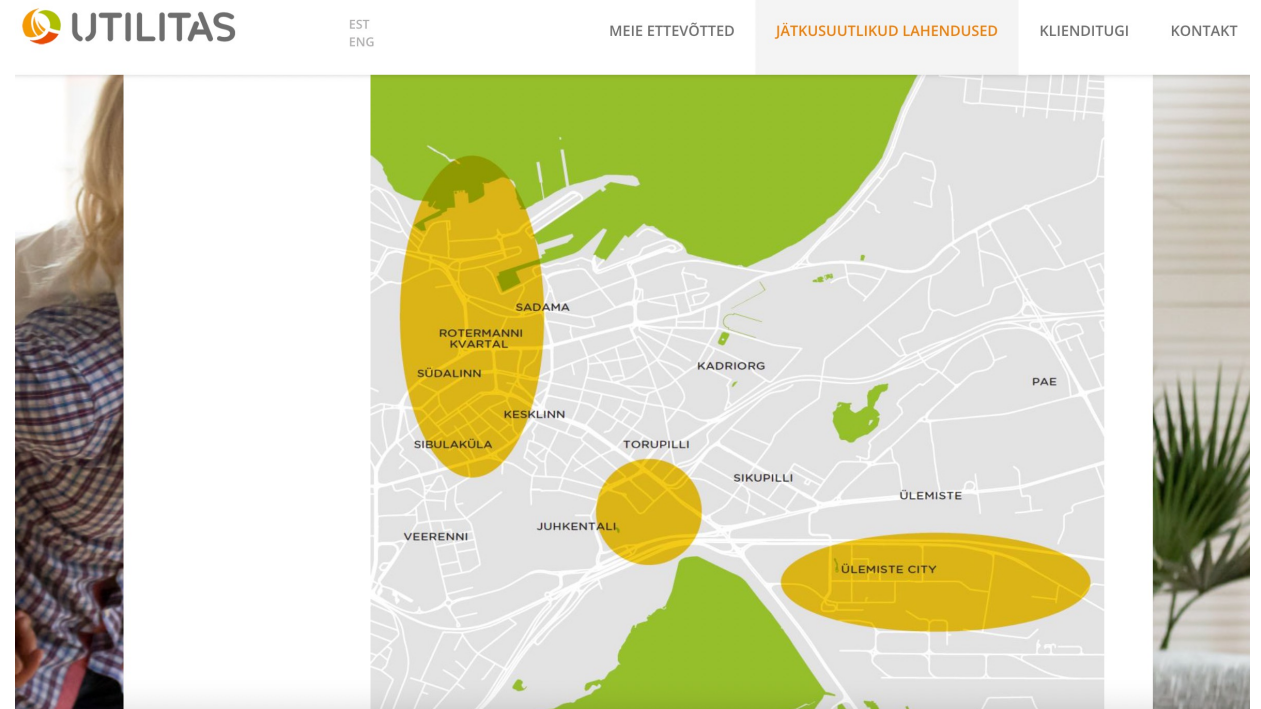
Kaugjahutusteenusega liitumine Tartus

Kui soovid liituda kaugjahutusteenusega Tartus, ole hea täida all olev liitumisvorm ja saada see meile. Pakume kaugjahutusteenust Tartus keslinna ja Lõunakeskuse piirkonnas.

Liitumisvorm

Kuidas töötab kaugjahutus?

- Meie kaugjahutuspiirkondades on jahutuse allikaks:
 1. Vabajahutusallikas – jõevesi (Tartus ja Pärnus)
 2. Jahutusseadmed elektril (Tartus ja Pärnus – jahutusjaamadel on omatarbeks paigaldatud päikesepaneelid.
 - Toodejad jahutuse suunamine jahutusvõrku, kus jahutuse kandjaks on külm vesi, mis omakorda jõuab tarbija hoone jahutussõlmeni.
 - Jahutusvesi voolab läbi jahutussõlme ning –vaheti ja edastab jahutuse hoone ventilatsioonisüsteemidesse, mille kaudu puhutakse vastavalt soovidele jahedat õhku, et tagada ruumides stabiilne sisekliima.
 - Hoone jahutussõlmes soojenenud vesi suunatakse tagasi jahutusjaama, kus see uuesti jahutatakse.
- Meie jahutusjaamad kasutavad jahutuse tootmiseks nii traditsioonilisi tööstuslikke jahutusseadmeid kui ka külma looduslikku vett. Erinevate lahenduste paindlik kombineerimine erinevatel aastaaegadel võimaldab optimeerida külmamasinate töörežiime ja võimsust ning tagab stabiilse varustuskindluse kliendile.



Tõhusa kaugjahutuse märk

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing on tunnustanud Tselluloosi kvartalis asuvat Ülemiste kaugjahutusjaama võrgupiirkonda tõhusa kaugjahutuse märgiga.



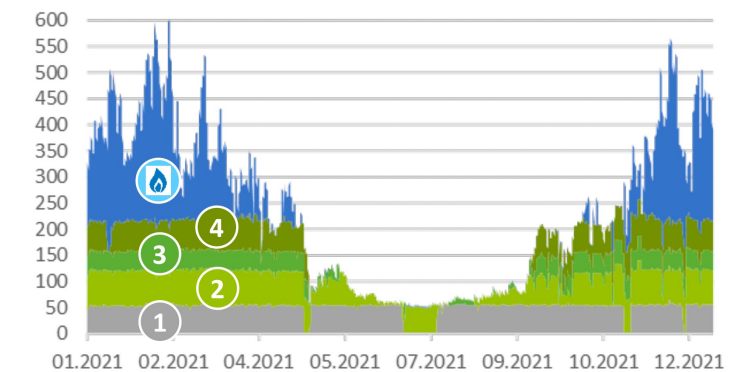
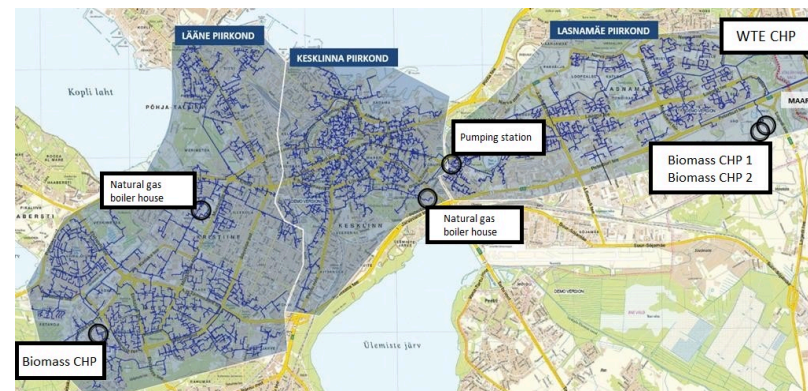
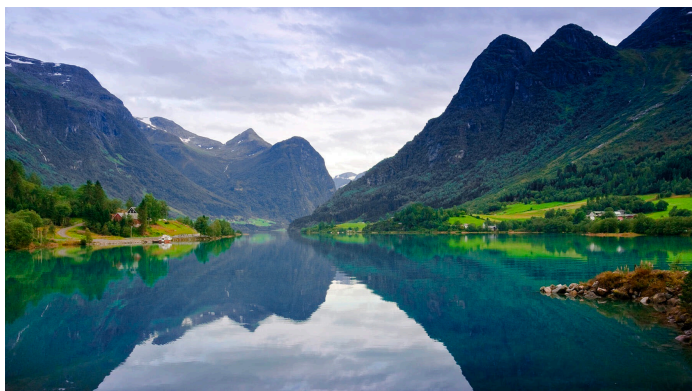
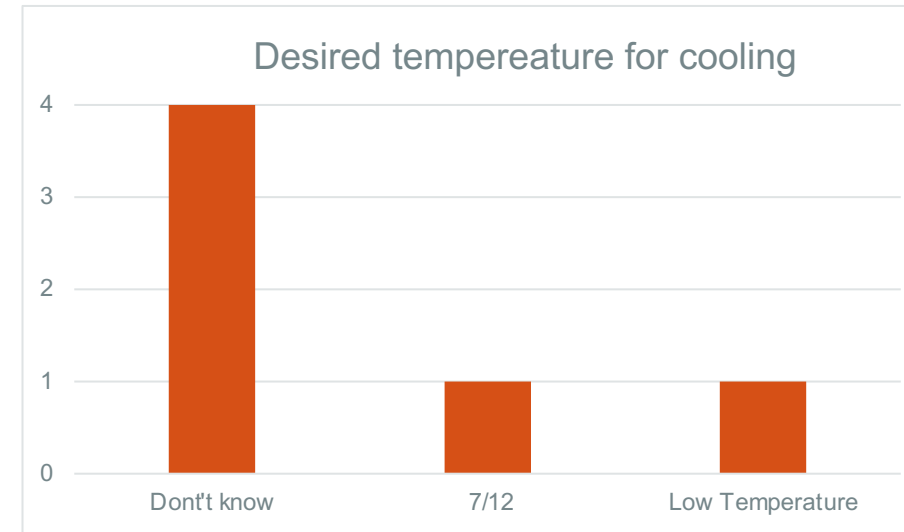
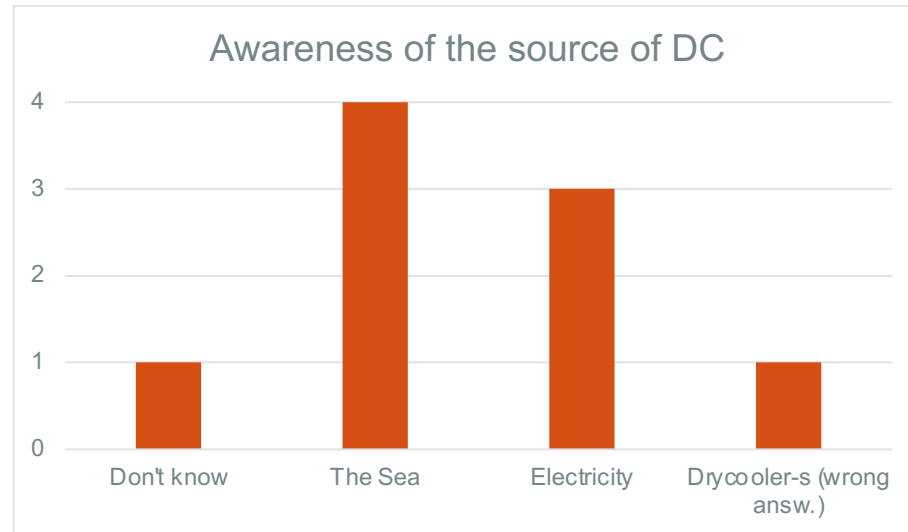
KATRE KERIDAN LÕPUTÖÖ

- “Takistused ja võimalused kaugjahutuse arendamiseks Eestis ” (TalTech Energiatehnoloogia Instituut; kaitsmine: juuni 2022)
- Lõputöö peamised eesmärgid ja uurimissuunad
 - Arendajate teadlikkus kaugjahutusest ning üldine meelestatus
 - Olemasolevate tarbijate kogemus (otsus kaugjahutuse kasuks, ootused, rahulolu)
 - Teenusepakkujate kogemus (müügimetoodika, arendamise probleemid)
 - MKM-i esindaja (Rein Vaks) arvamus
 - Autori ettepanekud ja soovitused



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

KLIENDID EI TEA KUIDAS KJ TOODETAKSE JA MILLISED ON KJ TEMPERATUURID



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Küsimus: Kaugjahutus teistes linnades?

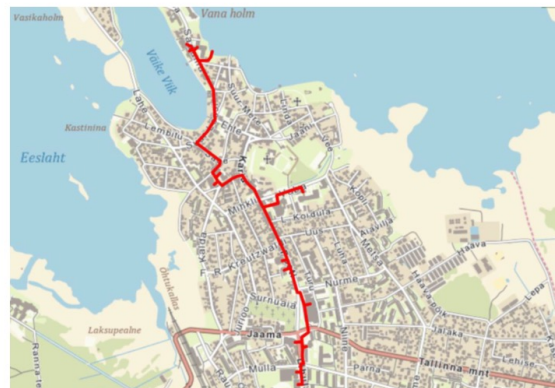
- Viljandi
- Paide
- Rakvere
- Kuressaare
- Võru
- Haapsalu



Lõputöö Haapsalu KJ kohta

I VÕRGUPIIRKOND: VANALINN JA KESKLINN

- Ühendatavate hoonete arv: 15
- Võrgu pikkus: ligikaudu 3500 m
- Võimsus: ligikaudu 3,32 MW
- Jahutuse tootmise allikad: Vabajahutusallikas Väike Viik või Vana Holm, lisaks kompressorjahutid

TAL
TECH

KAUGJAHUTUSE ARENDAMISE VÕIMALIK POTENTSIAAL HAAPSALUS

Janella Paulus
Inseneriteaduskond / Energiatehnoloogia instituut
Tallinna Tehnikaülikool

11/22/2020

THERMOS (1)

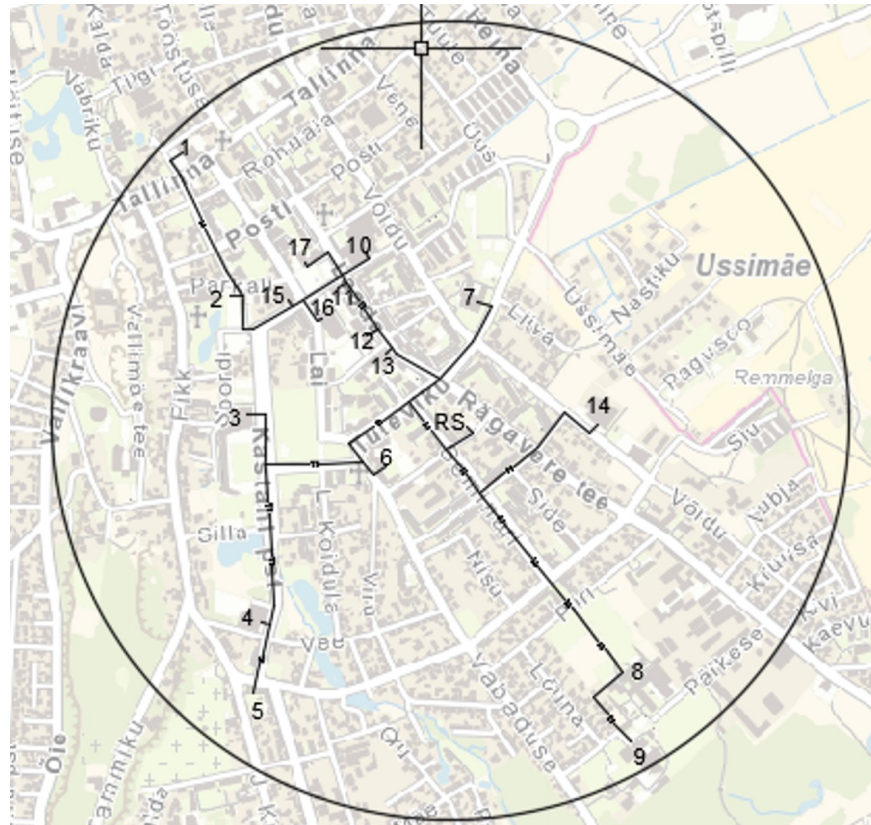
- **I võrgupiirkond: Vanalinn ja Kesklinn**
 - Programm jättis võrgust välja III võrgupiirkonna ehk Laine Spaa ja HNRK hooned
 - Lisandus ca 30 väiksemat eramaja ja avalikku hoonet
 - Võimsuseks tuli 4,28 MW, mis on 0,96 võrra rohkem minu väljapakutud eskiisi tulemustest



Joonis 5: I võrgupiirkond THERMOS programmi põhjal



Lõputöö Rakvere KJ kohta



**TAL
TECH**
INSENERITEADUSKOND

Energiatehnoloogia instituut

**KAUGJAHUTUSE ARENDAMISE VÕIMALIK
POTENTSIAAL RAKVERE LINNAS**

**POTENTIAL FOR DEVELOPMENT OF DISTRICT COOLING
IN RAKVERE**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Tõnu Sirkas

Täna tähelepanu eest!