SOOJUSPUMPADE KASUTAMISE POTENTSIAAL EESTI KAUGKÜTTEVÕRKUDES

Anna Volkova, vanemteadur, uurimisrühma juht
Henrik Pieper, teadur, järeldoktorant
Kertu Lepiksaar, nooremteadur

Tallinn University of Technology

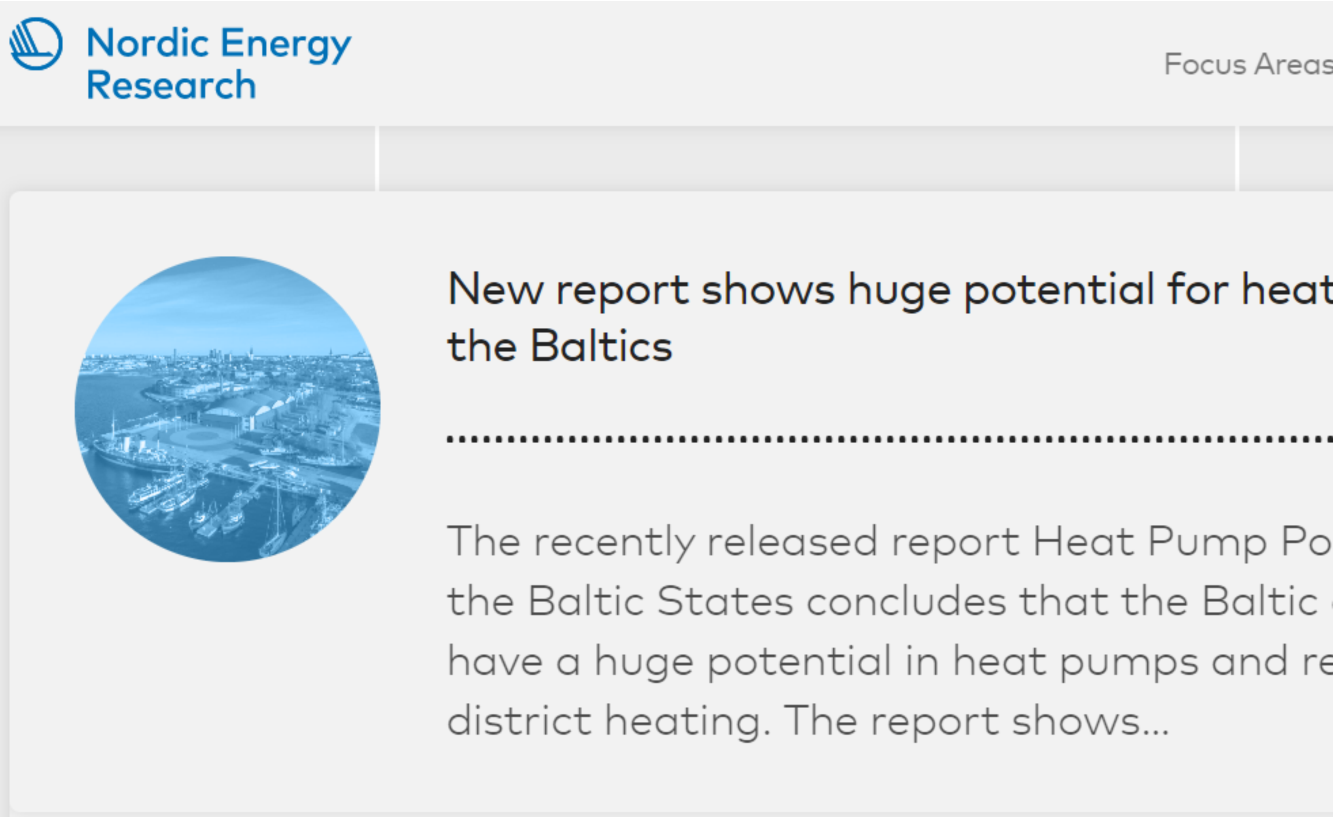
SISU

1. Projekt „ Soojuspumpade potentsiaal Balti riikides“: aruanne ja tulemused

2. GIS interaktiivne kaart ja potensiaalsed allikad

3. Soojuspumpade potensiaal Eestis ja kasutamise kogemus Taanis


Nordic Energy Research
Heat Pump Potential in the Baltic States


Nordic Energy Research
Focus Areas
New report shows huge potential for heat
the Baltics
The recently released report Heat Pump Po
the Baltic States concludes that the Baltic
have a huge potential in heat pumps and re
district heating. The report shows...

ARUANDE PEATÜKID

1. Kaugküte ja potentsiaalsed soojusallikad Balti riikides
2. Balti riikide elektri- ja soojusvarustuse tuleviku modelleerimine soojuspumpadega
3. Soojuspumpade ja jahutuse tehnoloogiate laialdast kasutuselevõttu soodustavad tegurid
4. Soojuspumpade kasutamise sotsiaalmajanduslik mõju kaugküttesektorile

PROJEKT „SOOJUSPUMPADE POTENTSIAAL BALTI RIIKIDES“

- Aruanne:
  - Käsiraamat suuremahuliste soojuspumpade juurutamiseks
  - Detailne taustainformatsioon
  - Stsenaariumite analüüsid kuni aastani 2050

- Eesti, Läti ja Leedu andmekogumid
  - Kaugküttepiirkonnad
  - Kõrgetemperatuurilised soojusallikad ja katlamajad
  - Heitsoojuse kogused ja kasutamise potentsiaal
  - Olemasolevate kaugküttevõrkude kaugus soojusallikatest

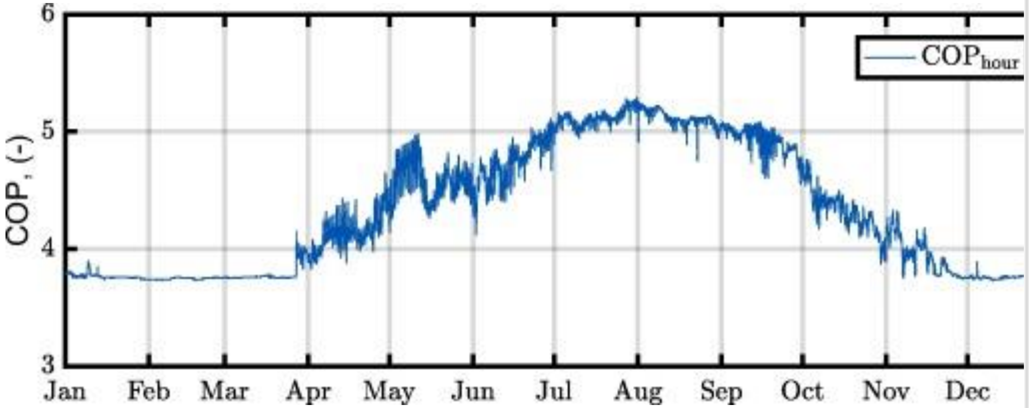
- GIS veebikaart:
  - Üldine ülevaade iga Balti riigi kohta
  - Piirkondliku energiaplaneerimise analüüside alused
  - Andmekogumite taaskasutamine

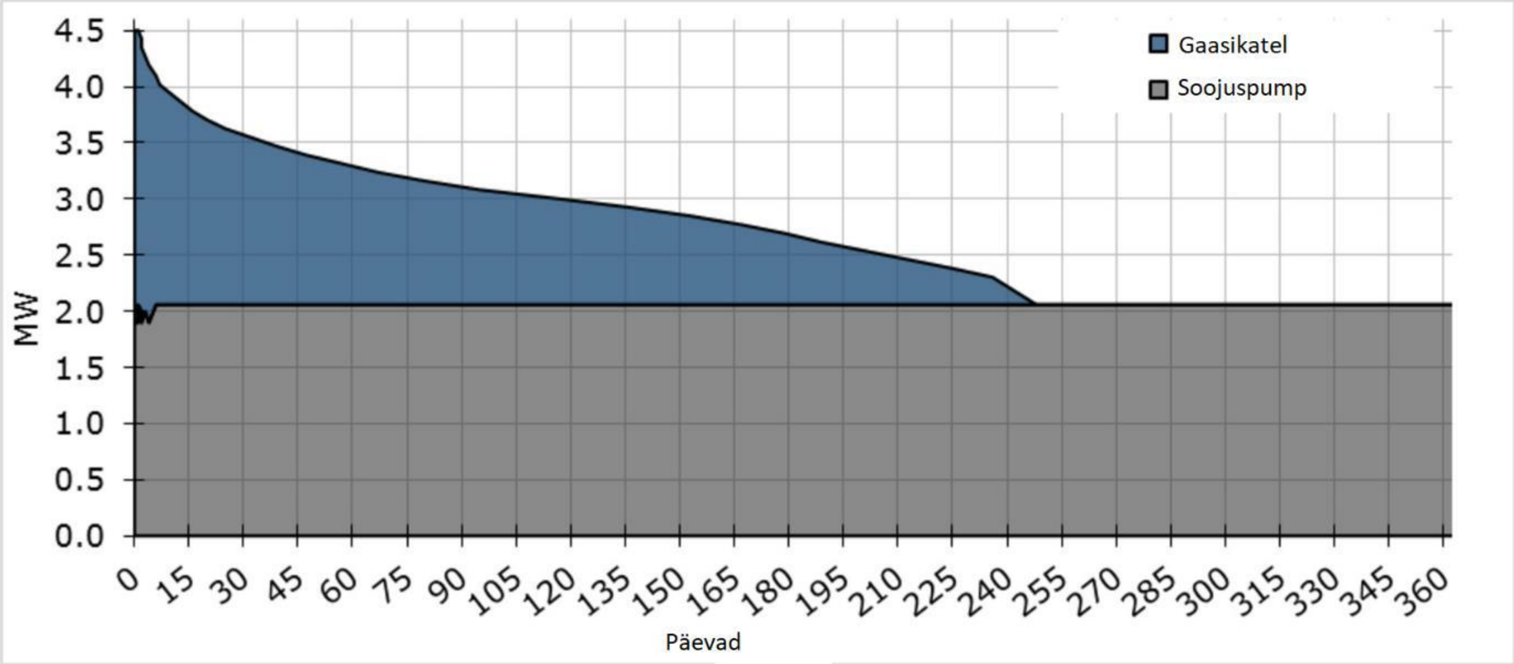
PALJASSAARE

- Tallinna säästva energiamajanduse tegevuskavas aastateks 2011-2021 – Paljassaare soojuspump - 20 MW, katab 6-7% kogu linna soojuskoormusest, kuni 125 GWh

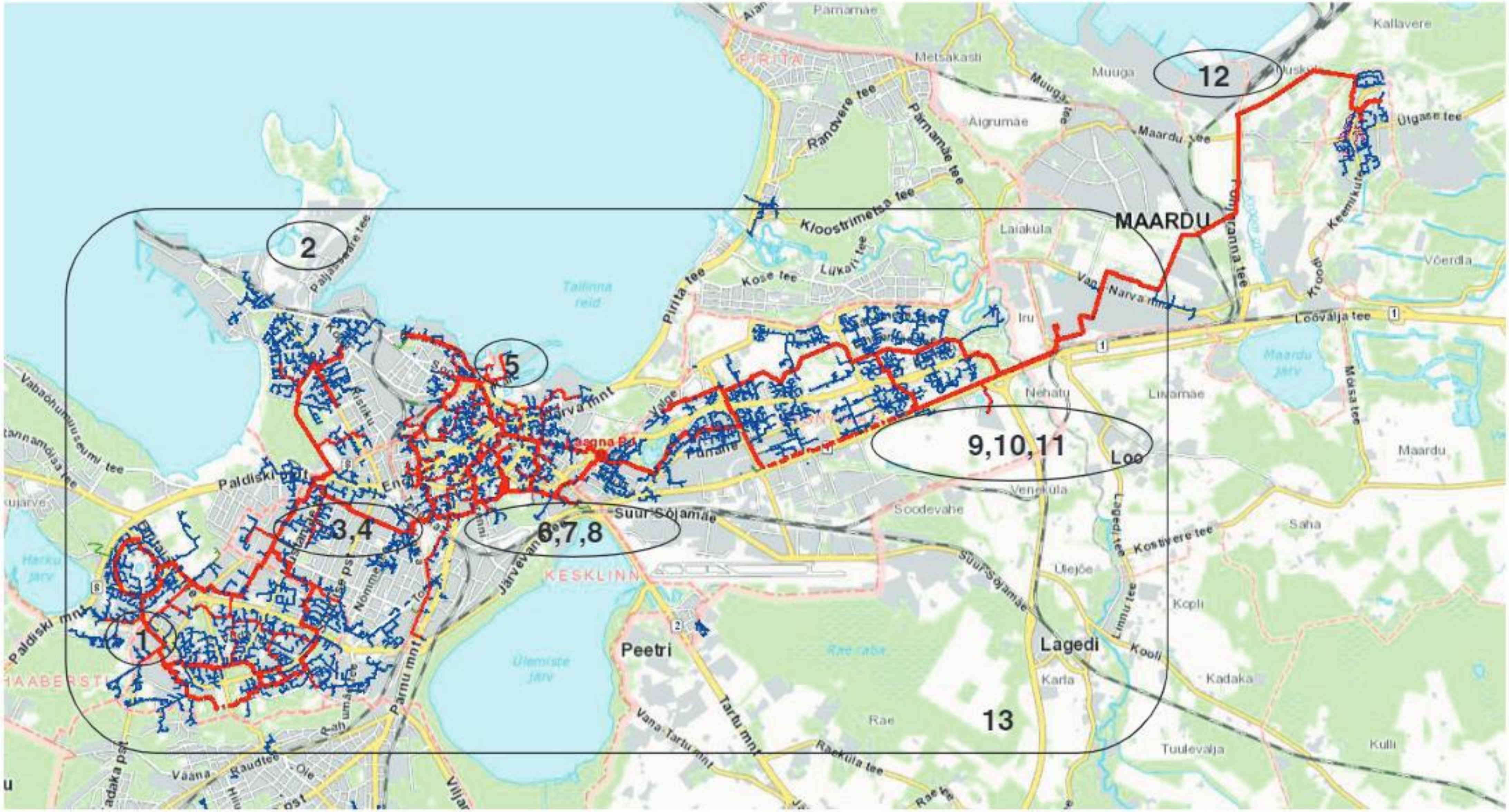
- MKM (KPMG) uuring „Heitsoojuse- ja heitjahutuse kasutamise võimalused kütte- ja/või jahutus sektoris ning Eesti tõhusa kaugkütte ja -jahutuse potentsiaali hindamine“: Paljassaares soojuspumbad - aastane soojustoodang - 450 GWh

KOPLI LIINID



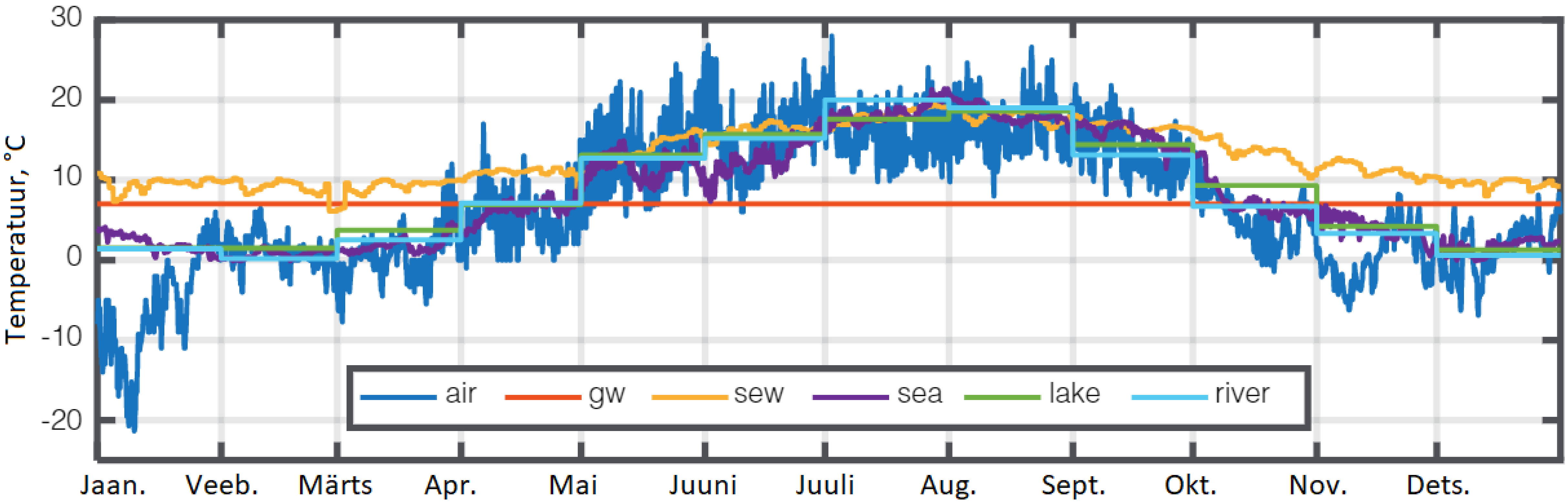


TALLINN



1
2
3,4
5
6,7,8
9,10,11
12
13
MAARDU
KESKLINN
Peetri
Lagedi
Maardu
Tallinna reid
Ülemiste järv
Harku järv
Maardu järv
Pirita tee
Kloostrimetsa tee
Paldiski mnt
Pärnu mnt
Narva mnt
Tartu mnt
Loo
Iru
Muuga
Kallavere

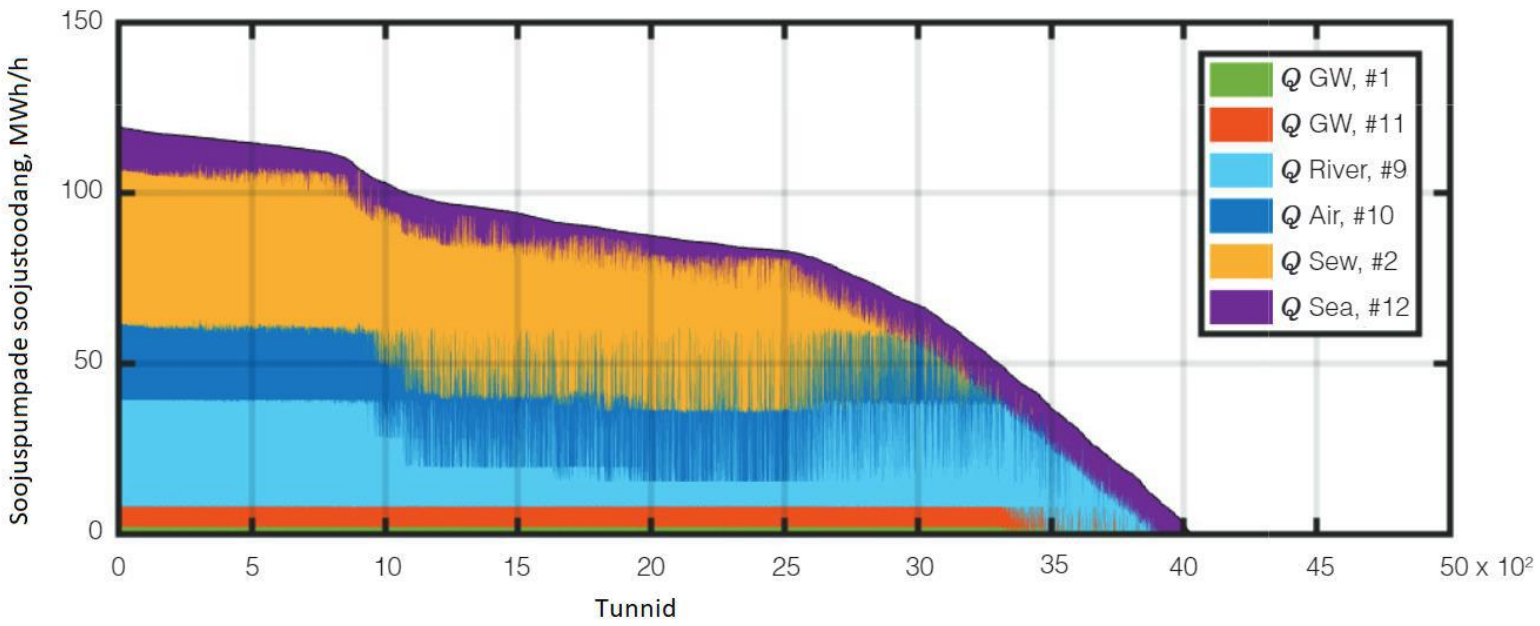
TEMPERATUUR



TULEMUSED

Soojuspumpade võimsus:122 MW.

- reovesi 46 MW
- jõevesi 31 MW
- välisõhk 24 MW
- merevesi 13 MW
- põhjavesi 6 MW ja 2 MW



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

KAUGKÜTE BALTI RIIKIDES

Kaugküte on väga levinud soojuse tootmise viis Baltimaades.

Kaugküttest saab vajaliku soojuse

- 62% Eesti soojustarbimisest
- 65% Läti soojustarbimisest
- 58% Leedu soojustarbimisest

Võrdluseks, Euroopa liidus on see suurus keskmiselt 26%.

Madalatemperatuuriline kaugküte, mis kasutab soojuse tootmiseks taastuvaid energiaallikaid toetab Euroopa Liidu kliima ja energeetika eesmärkide täitmist

SUURED SOOJUSPUMBAD EESTIS

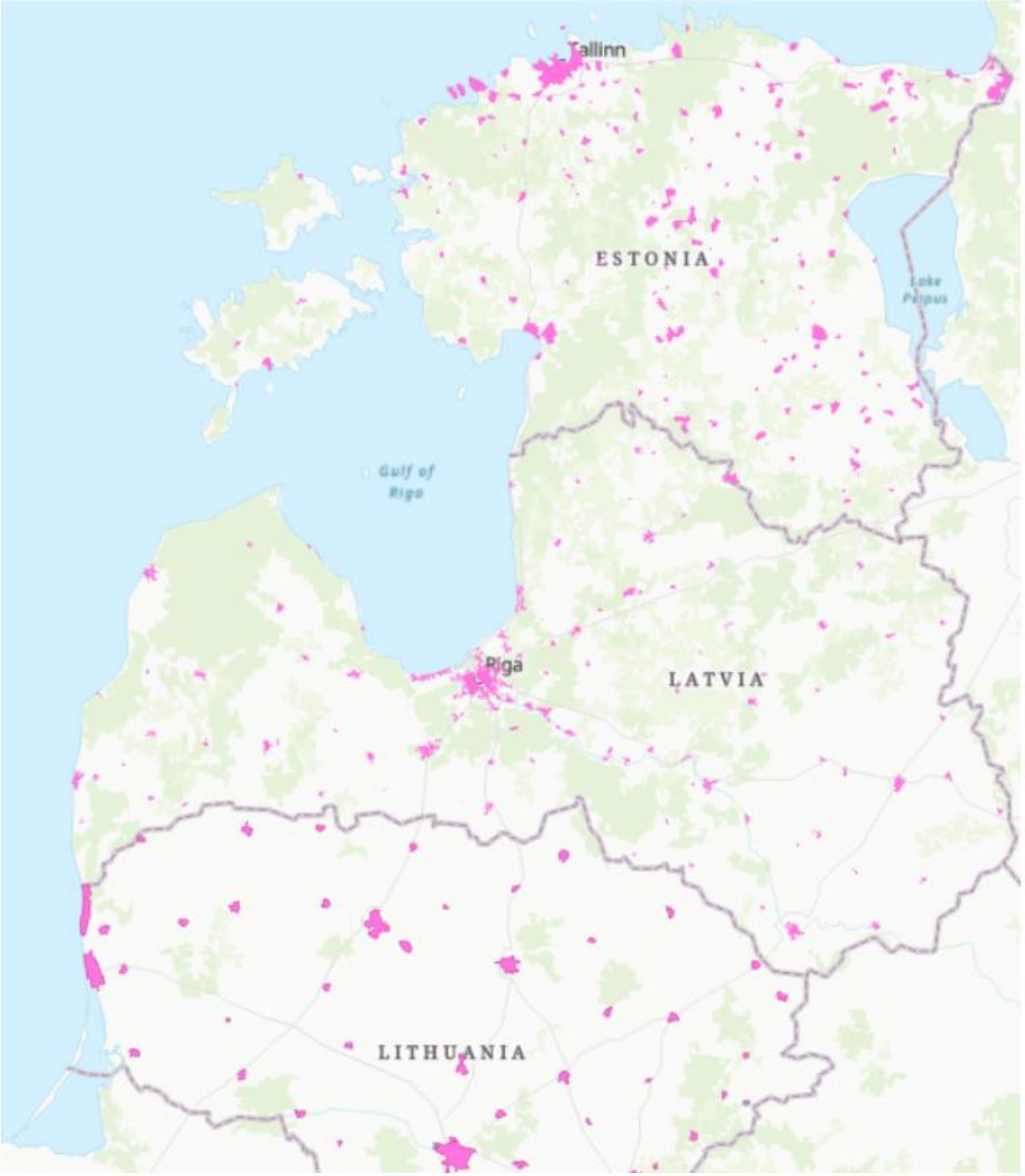
Suurte soojuspumpade kasutamiseks on Balti riikides küllaldaselt potentsiaali.

- Ellu viidud projektidest võib välja tuua
  - Kaarepere ja Palamuse kaugküttevõrgud, kus toodetakse sooja maasoojupumpade abil
  - Kiikla kaugküttevõrk, kus soojusallikana kasutatakse kaevandse vett
  - Tallinna Lennusadama kütte- ja jahutuslahendus
    - 395 kW_{th}, 180 kW_{el}, 250 kW jahutus
  - Utilitase Mustamäe koostootmisjaama paigaldati soojuspump suitsugaaside kondensaatori jahutusveest täiendava soojuse saamiseks

OLULISED PARAMEETRID

- Uuringu raames koguti iga kaugküttevõrgu kohta järgmised andmed
  - Asukoht (koordinaadid)
  - Kasutatava soojusallika liik
  - Aastane soojusvajadus (MWh)
  - Soojuskadu (%)
  - Kasutatavate kütuste jaotus (MW, MWh)

- Andmed kanti visualiseerimiseks GIS kaardile
  - 184 Eesti kaugküttevõrku
  - 111 Läti kaugküttevõrku
  - 56 Leedu kaugküttevõrku



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

KÕRGETEMPERATUURILISED SOOJUSALLIKAD

- Kõrgetemperatuuriliste soojusallikate puhul võeti arvesse:
  - Kaugküttes sobib kasutamiseks tööstuslik heitsoojus ja katlamajade suitsugaasid
  - Arvesse võeti soojusallikaid, mille soojuslik võimsus on üle 10 MW
  - Tööstuslikuks heitsoojuseks loetakse soojust, mis lastakse ümbrusesse peale tööstuslikku protsessi
  - Heitsoojus, mille temperatuur on kõrgem kui 90°C, saab kasutada kaugküttes vaid soojusvaheti abil
  - Ülejäänud heitsoojust saab kasutada soojuspumpade abil

- Iga soojusallika puhul koguti andmed
  - Koordinaadid
  - Soojusallika tüüp – katlamaja, koostootmisjaam, tööstus
  - Aastane heitsoojuse kogus (MWh)
  - Paigaldatud võimsus (MW)
  - Kasutatav kütus

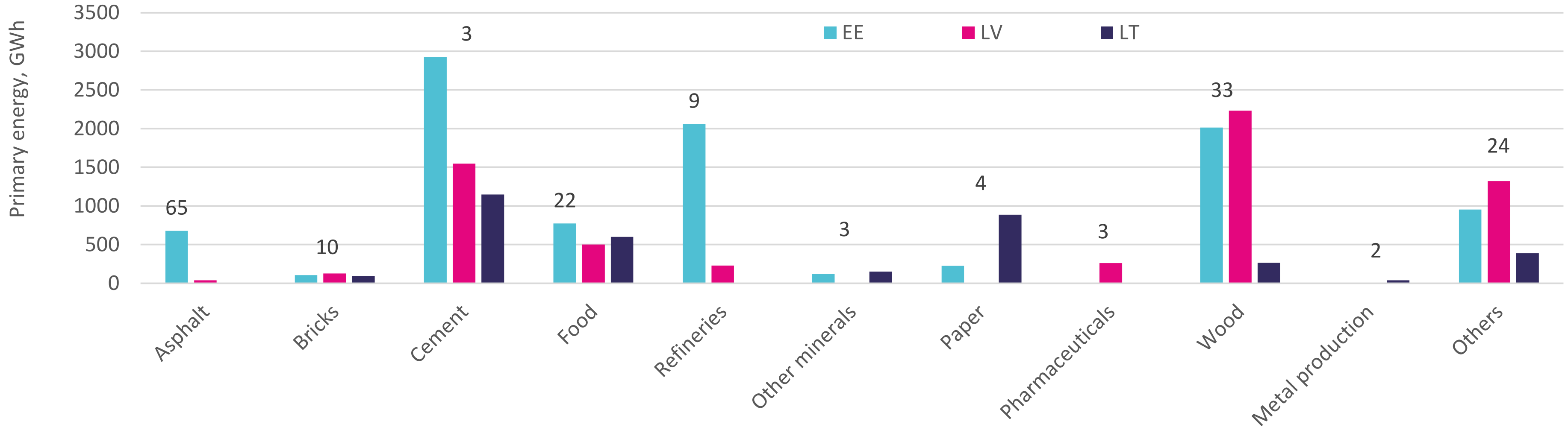
KÕRGETEMPERATUURILISED SOOJUSALLIKAD

Heitsoojuse allikate arv riigiti

- Eestis 174
- Lätis 106
- Leedus 99

Allikad jagati 14 erinevaks tüübiks vastavalt tööstusele

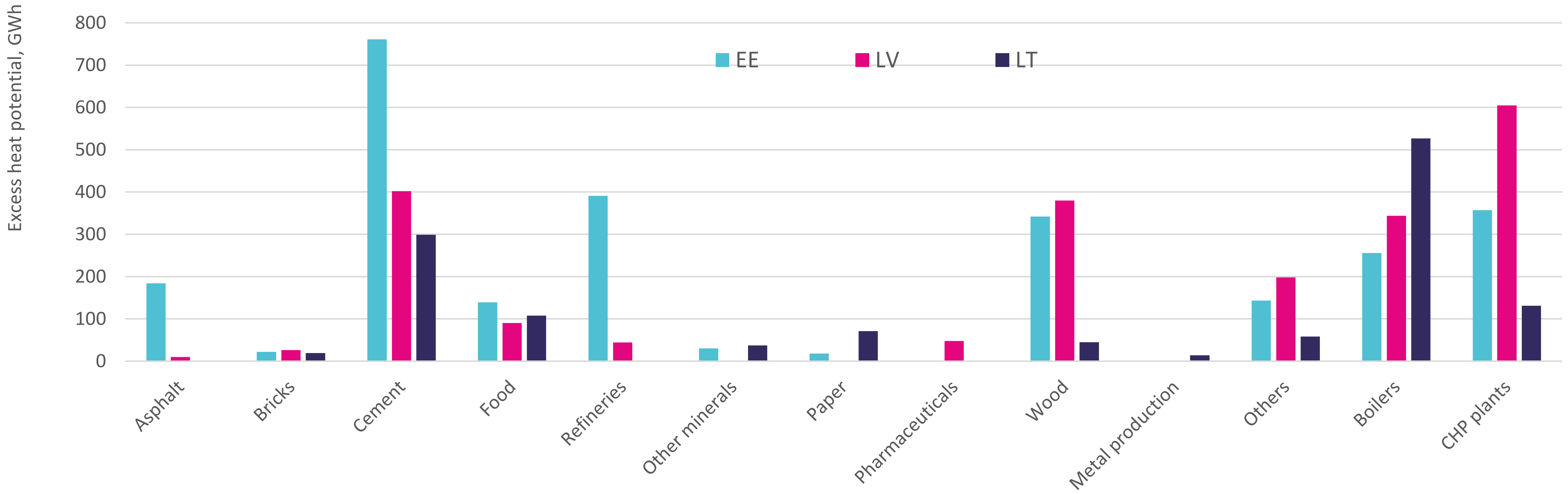
Vastavalt allika tüübile hinnati heitsoojuse kogus primaarenergia tegurite järgi (PEC)



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

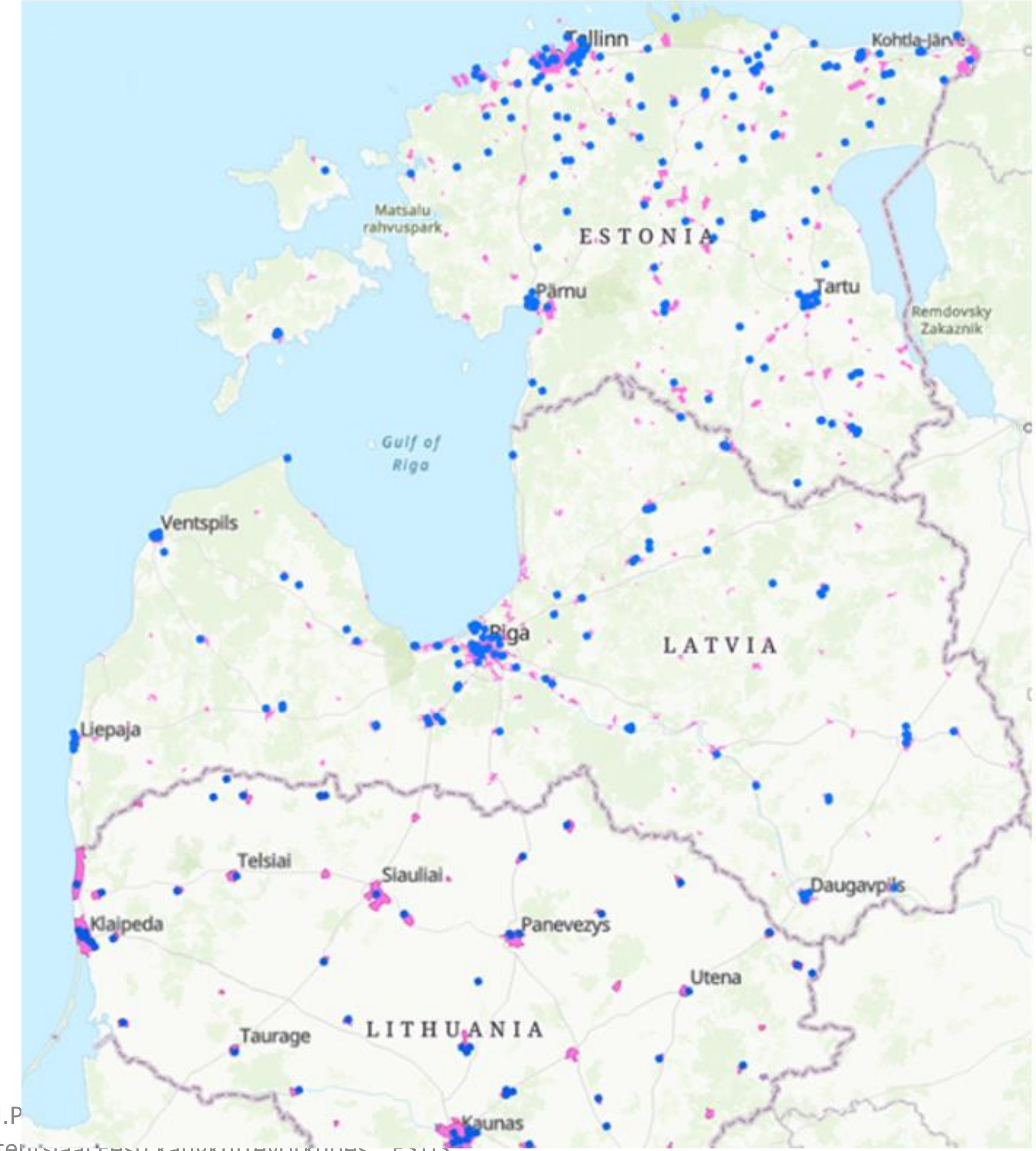
KÕRGETEMPERATUURILISTE SOOJUSALLIKATE KASUTAMINE

- Eesti puhul on potentsiaalne kasutatav heitsoojuse kogus 3370 GWh
  - Sellest 2247 GWh saaks rakendada soojusvaheti abil
  - Sellest 1123 GWh saaks rakendada soojuspumpade abil
- Katlamajade ja koostootmisjaamade puhul arvestati, et esmalt tuleks paigaldada suitsugaaside kondensaator ja seejärel soojuspump



KÕRGETEMPERATUURILISED SOOJUSALLIKAD

- Kõrgetemperatuurilised soojusallikad lisati visualiseerimiseks GIS kaardile

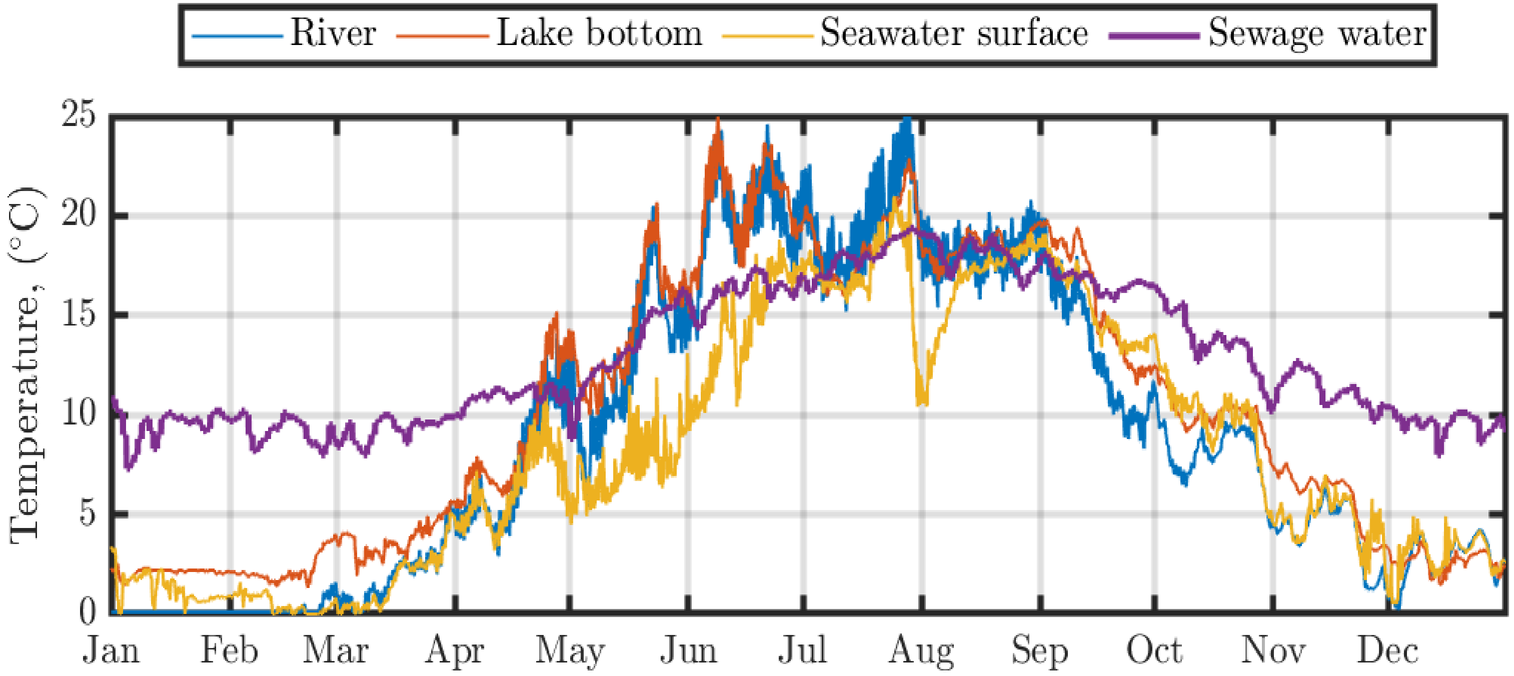


TALTECH TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

A.Volkova, H.P

MADALATEMPERATUURILISED SOOJUSALLIKAD

- Madalatemperatuuriliste soojusallikate puhul võeti arvesse:
  - Temperatuur on alla 30°C
  - Üldiselt looduslikud allikad
    - Merevesi
    - Õhk
    - Pinnavesi
    - Järved
    - Jõed
    - Reovesi



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

A.Volkova, H.Pieper, K.Lepiksaar " Soojuspumpade kasutamise potentsiaal Eesti kaugküttevõrkudes", ESTIS

MADALATEMPERATUURILISTE SOOJUSALLIKATE KASUTAMINE

- Kasutatavateks loeti soojusallikaid, mis asusid max 1 km kaugusel kaugküttevõrgust
- Tuleb arvesse võtta külmumispunkti
- Arvestades, et temperatuurilangus on 3 K, siis merevee puhul on minimaalne kasulik temperatuur 2,5°C, jõgede ja järvede puhul on see temperatuur kõrgem

Madalatemperatuuriline soojusallikas	Kaugus, km	Eesti	Läti	Leedu
Merevee ligipääsuga kaugküttevõrgud	0	18	9	3
	<1	4	0	0
Reovee võimalusega kaugküttevõrgud	0	33	41	23
	<1	11	28	10
Suurte jõgedega kaugküttevõrgud	0	79	40	18
	<1	25	17	3
Suurte järvedega kaugküttevõrgud	0	11	11	16
	<1	8	10	7

MADALATEMPERATUURILISED SOOJUSALLIKAD

- Lisades kaardile ka kõik madalatemperatuurilised soojusallikad on valminud põhjalik kaart soojusallikatega ja nende kasutuskohtadega

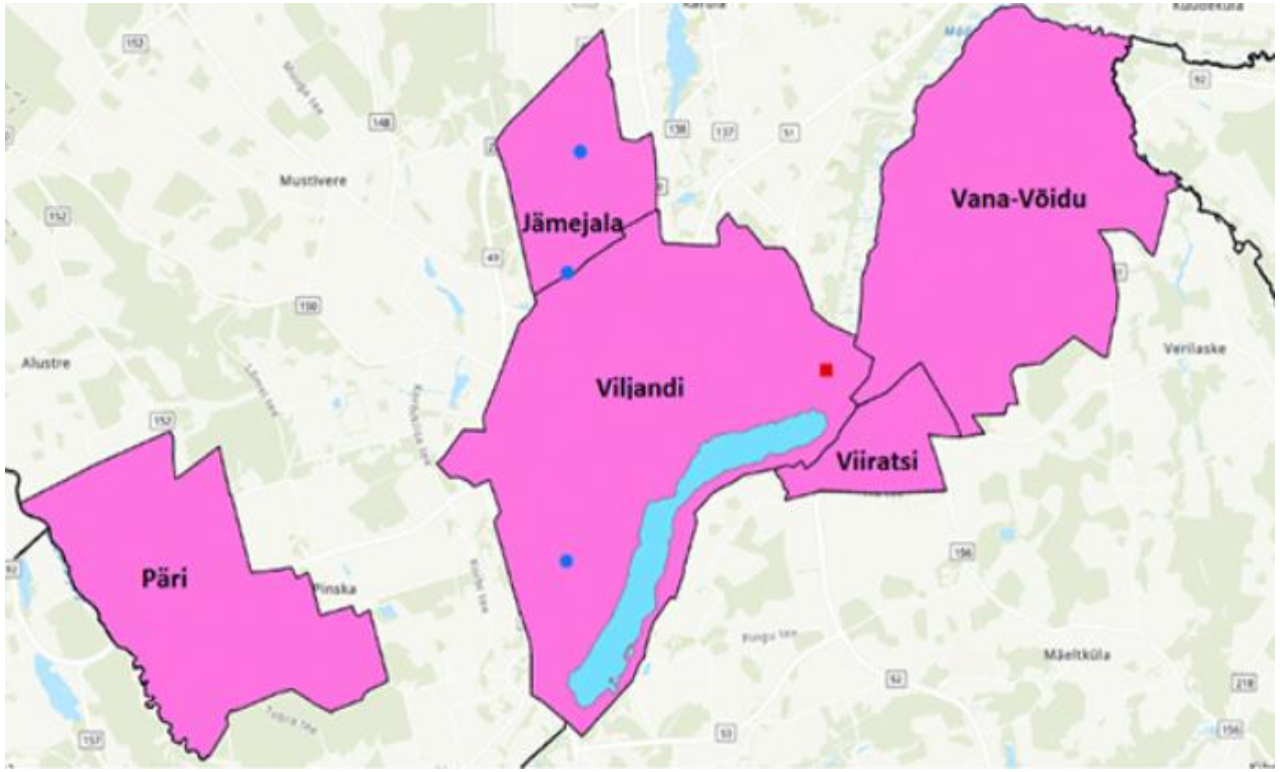
- Kaart on vabalt kasutatav kõikidele huvilistele ja on plaanis sealset informatsiooni täiendada

- https://ttugis.maps.arcgis.com/home/item.html?id=e95d0f0431a7462984304204618383ae

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

A.Volkova, H.Pieper, K.Le
potentsiaal Eesti kaugküttevõrkudes", ESTIS

VILJANDI NÄIDE



- Kaugküttevõrgud
  - Viljandi – aastane tarbimine 85 000 MWh
  - Vana-Võidu – aastane tarbimine 1500 MWh
  - Päri
  - Viiratsi
  - Jämejala
- Piirkonnas asuvad soojusallikad
  - Viljandi Kösti reoveepuhastusjaam
  - Viljandi katlamaja – ligikaudu 8 GWh kasutatavat soojust
  - Jämejala katlamajad – ligikaudu 5,6 ja 4,3 GWh kasutatavat soojust
  - Viljandi järv – kuni 21 GWh kasutatavat soojust
  - Raudna jõgi
  - Tänassilma jõgi
  - Ärma jõgi

AGENDA

- Large-scale heat pump development in Scandinavia

- Our modelling strategy
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- Estonian results

- Large-scale heat pumps for district cooling
- Electrification of the industry

- Conclusion

DEVELOPMENT OF LARGE-SCALE HEAT PUMPS FOR DISTRICT HEATING IN SCANDINAVIA

- Sweden (1500 MW)
- 58 units
- Up to 50 MW units
- HCFC (R22), CFC (R12)
- COP: 3.0 – 3.5
- Sewage water, seawater
- Nuclear power

- Sweden, Norway, Finland
- 36 units
- Up to 18 MW units
- HFC (R134a)
- COP: 2.8 – 4.0
- Seawater, sewage water, excess heat

- Denmark, Norway
- >19 units (+14 DK)
- Up to 4 MW units
- Natural (R717, R744), HFO
- COP: 2.8 – 4.0
- Excess heat, seawater, ambient air, groundwater,…

- Esbjerg (DK, 2023), …
- Up to 150°C
- Up to 50 MW units
- Natural, HFO, Mixtures
- Water as heat source

1980 – 1990 | 1991 – 2010 | 2011 – 2020 | From 2023

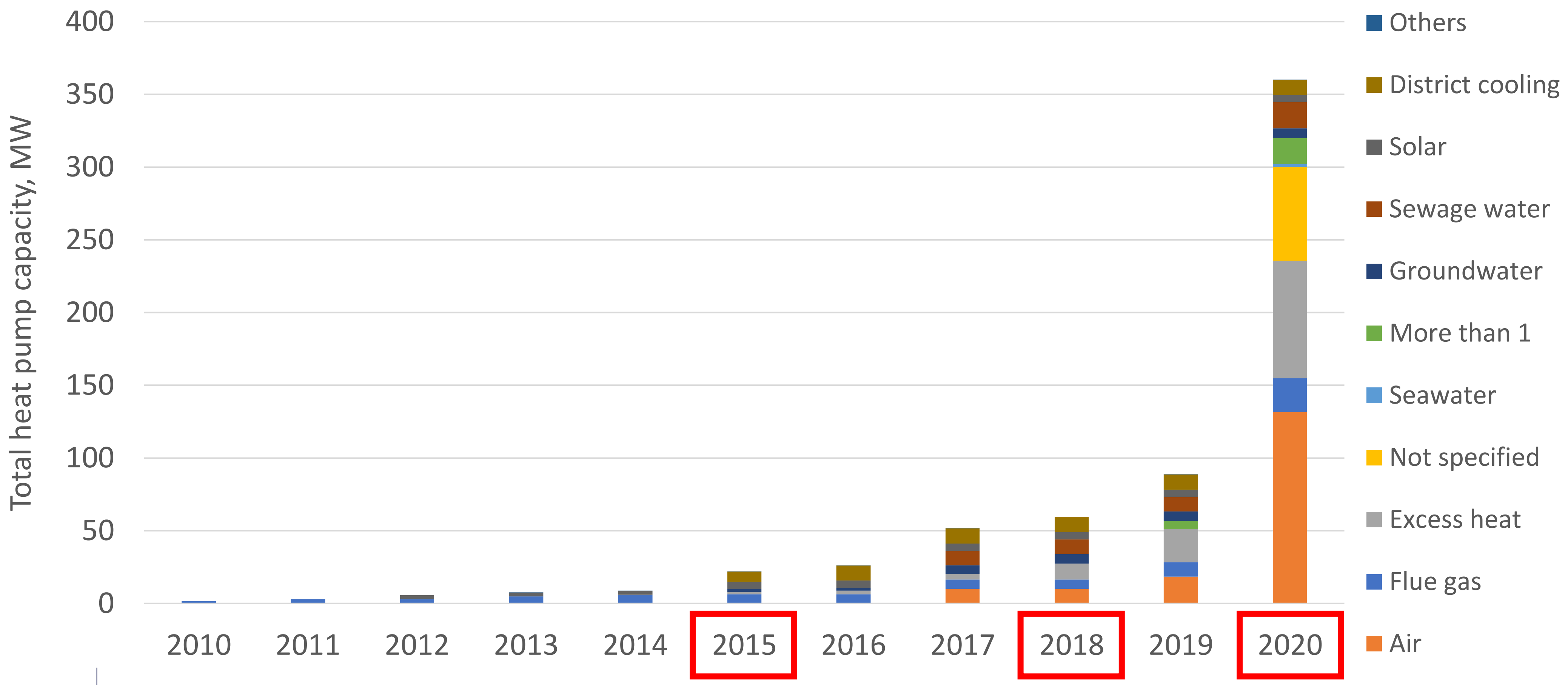
EXAMPLES OF LARGE-SCALE HEAT PUMPS IN SKANDINAVIA

180 MW seawater heat pump (Stockholm, 1986)

13.2 MW seawater heat pump (Oslo, 2011)

4.4 MW air-source heat pump (Ringkøbing, 2017)

TOTAL THERMAL CAPACITY OF LARGE-SCALE HEAT PUMPS SUPPLYING DISTRICT HEATING IN DENMARK



REASONS FOR HEAT PUMP DEVELOPMENT IN DENMARK

Investment support

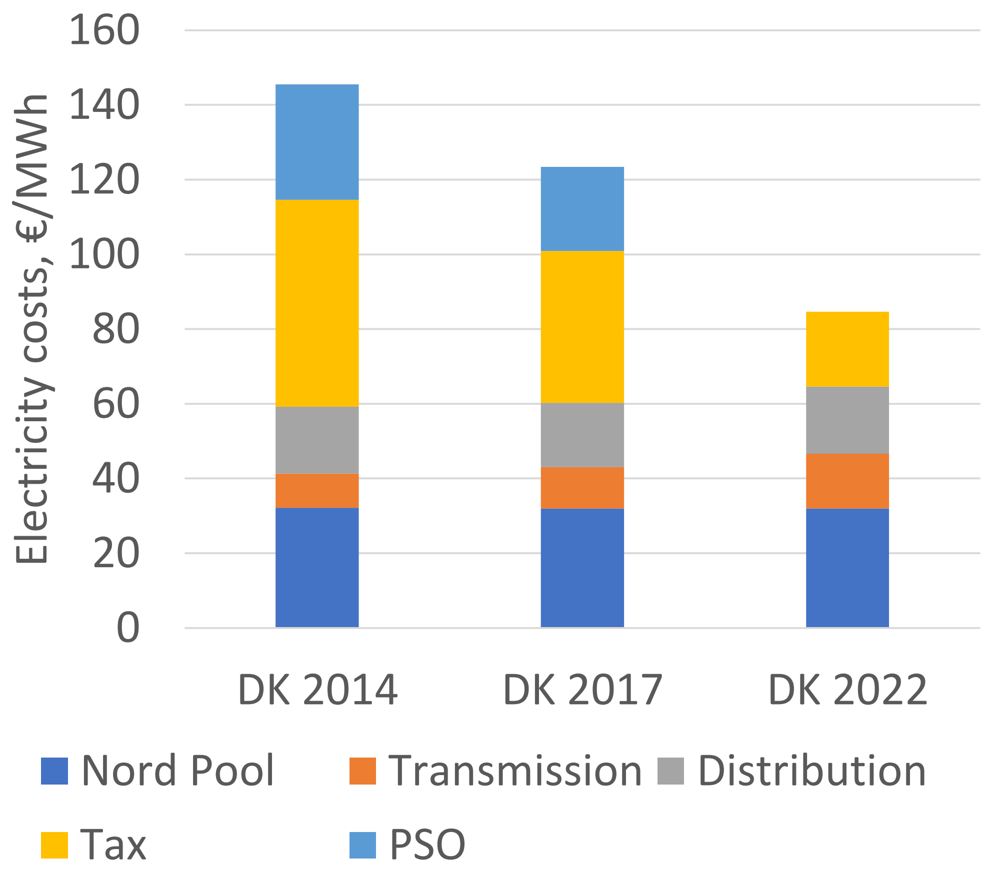
- 2015: M€3.6 for 10 projects worth M€19 (19MW)
- 2018: M€3.1 for 13 projects worth M€26 (30MW)

Scientific support

- 1050 MW of heat pumps in 2050 (DEA)
- 2450 MW of heat pumps in 2050 (IDA)

Governmental support (2018)

- 6300 MW wind power already in 2020
- 2400 MW more until 2030
- No coal for electricity generation by 2030
- Change of electricity taxes/tariffs



AGENDA

- Large-scale heat pump development in Scandinavia

- **Our modelling strategy**
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- Estonian results

- Large-scale heat pumps for district cooling
- Electrification of the industry

- Conclusion

OUR MODELLING STRATEGY

- Analyze competitiveness of large-scale heat pumps and various heat sources in district heating networks
- Energy system model analysis until 2050
  - Balmorel software, as in BENTE and FLEX4RES
  - Baltic-Nordic region

Additional details considered:

- COPs depending on time, heat source and temperatures
- Cost assumptions for heat pumps depending on heat source
- Detailled modelling of district heating areas
- GIS-based heat source mapping for each modelled area

ACCESS OF DISTRICT HEATING AREAS TO HEAT SOURCES

- Estonia:
  - 8 individual areas (2.76 TWh)
  - 4 aggregated areas (0.93 TWh)

- EH0/EH1: Industrial excess heat within 0/1 km
- SW0/SW1: Seawater within 0/1 km distance
- R0/R1: Rivers within 0/1 km distance
- L0/L1: Large lakes within 0/1 km distance
- S0/S1: Sewage water treatment plant within 0/1 km distance

Area	EH0	EH1	SW0	SW1	R0	R1	L0	L1	S0	S1	TWh	Areas
Maardu											0.06	1
Narva											0.39	1
Pärnu											0.23	1
Sillamäe											0.24	1
Tallinn											1.5	1
Tartu											0.2	1
Viljandi											0.09	1
Võru											0.05	1
ExcessH											0.53	37
NoSource											0.24	85
Rivers											0.09	42
Rest											0.07	20

SCENARIO ANALYSIS OF FUTURE ENERGY SUPPLY UNTIL 2050

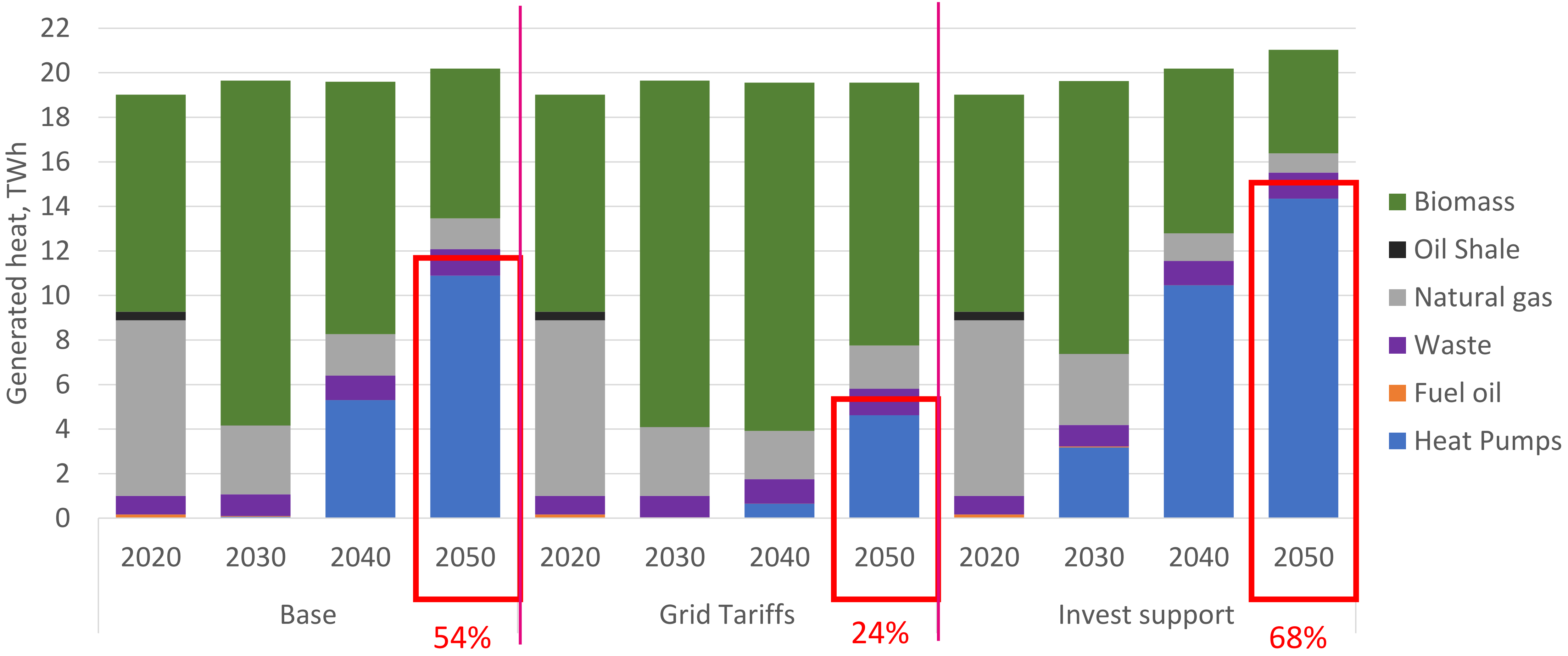
- Base scenario: Socio-economic competition of technologies
- Grid Tariffs scenario: Current electricity grid tariffs
- Invest support scenario: 50% subsidy for new large-scale heat pumps

- Sensitivity analysis:
  - Biomass prices ±33%
  - CO_2 prices ±33%

AGENDA

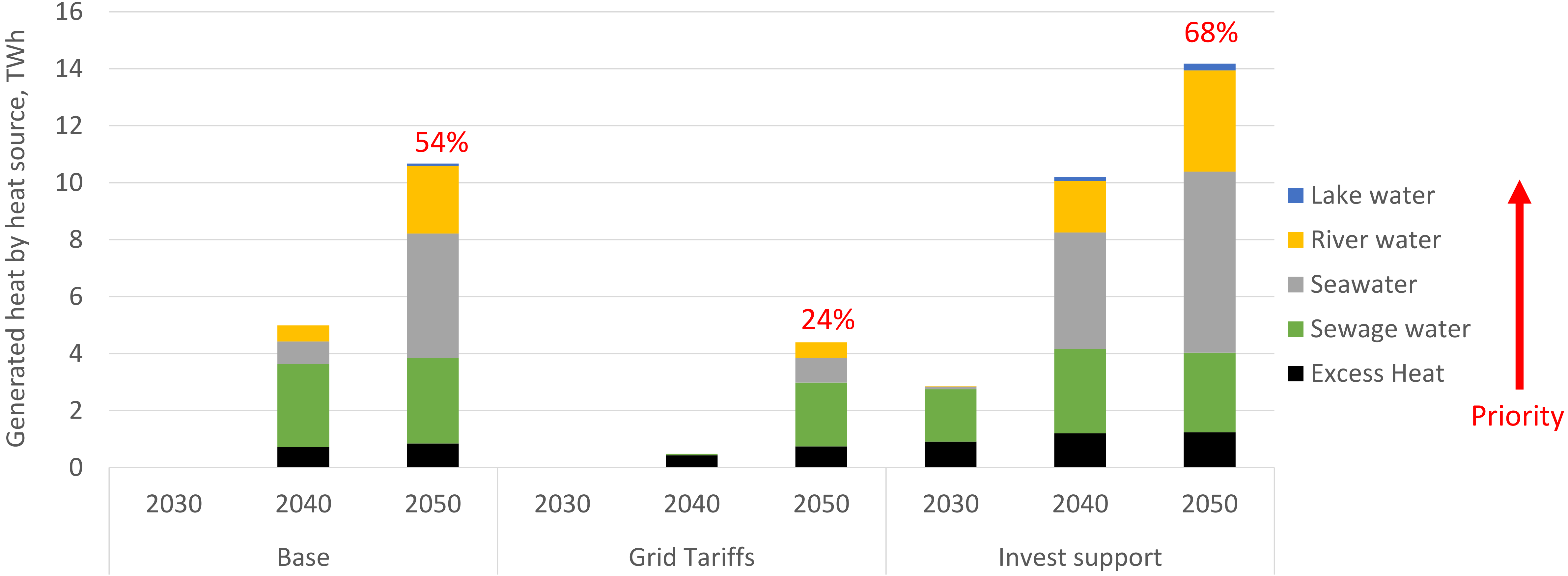
- Large-scale heat pump development in Scandinavia
- Our modelling strategy
- **Scenario analysis until 2050 for Baltic states**
- Estonian results
- Large-scale heat pumps for district cooling
- Electrification of the industry
- Conclusion

GENERATED HEAT FOR ALL BALTIC STATES

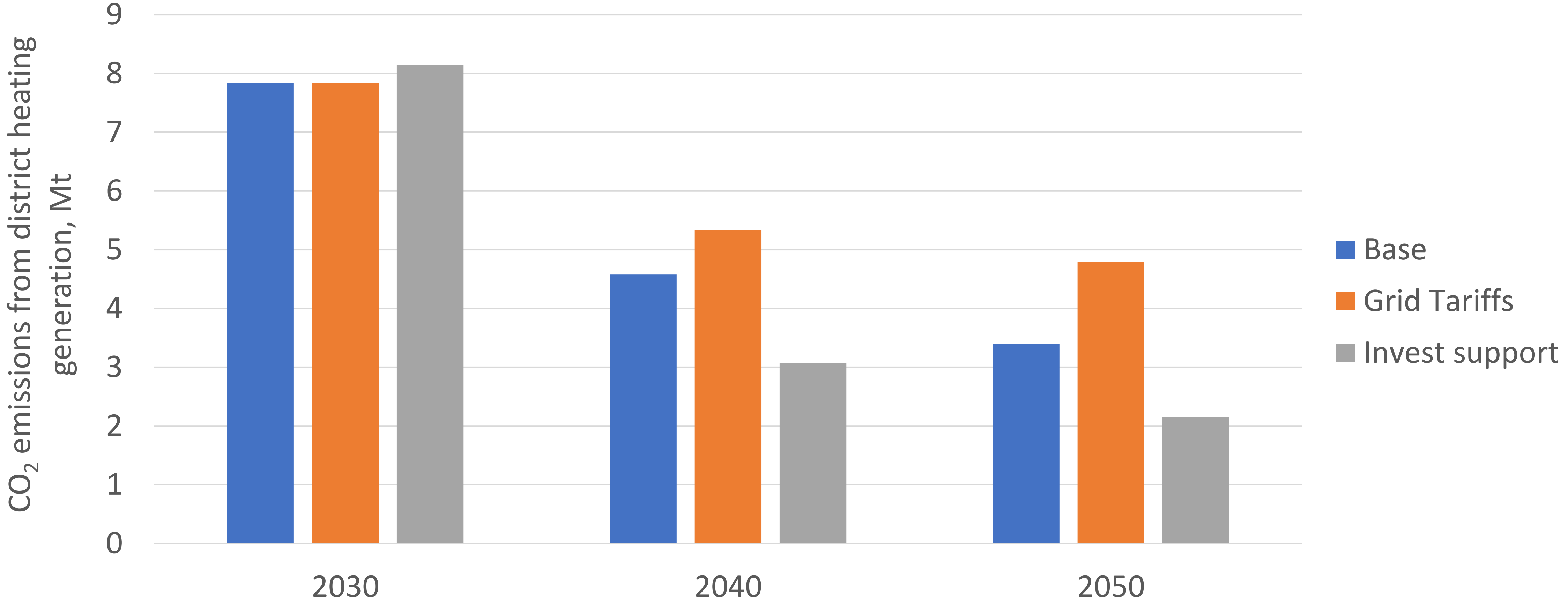


TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

GENERATED HEAT BY HEAT SOURCE FOR ALL BALTIC STATES



CO_2 EMISSIONS FROM DISTRICT HEATING FOR ALL BALTIC STATES



AGENDA

- Large-scale heat pump development in Scandinavia

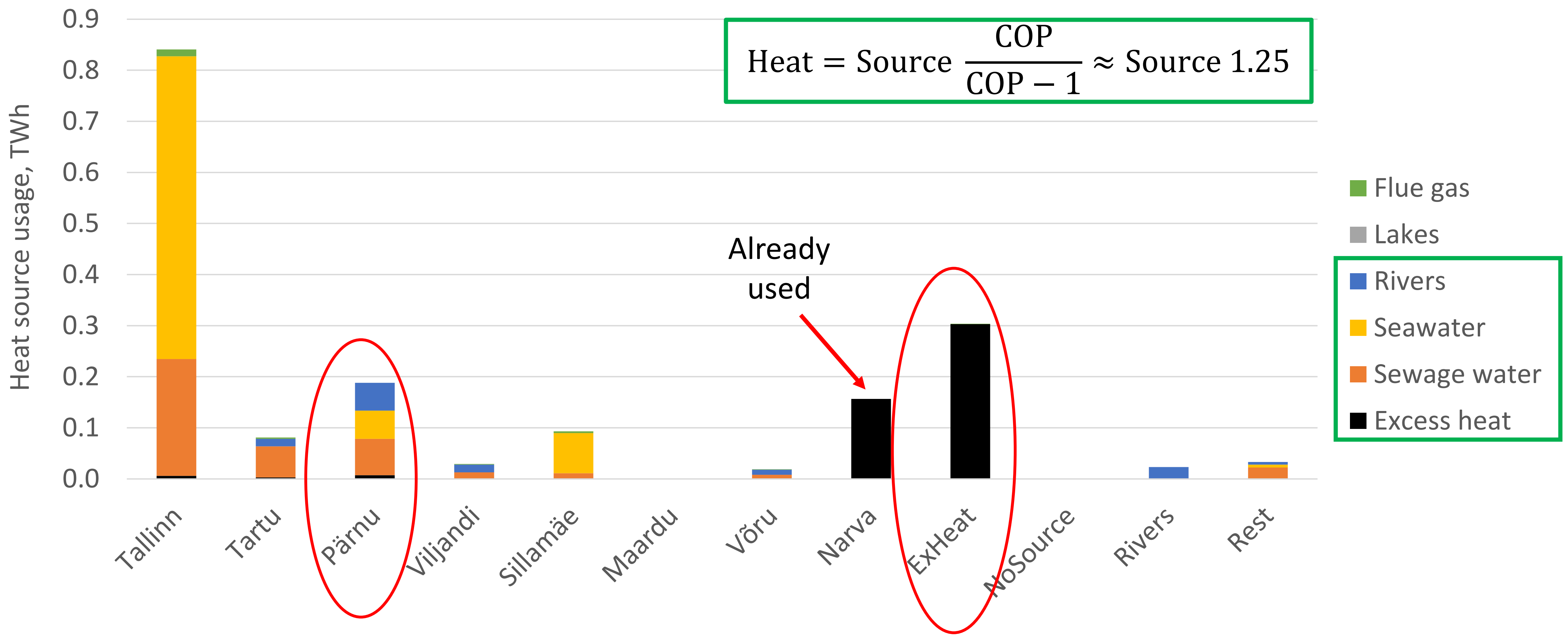
- Our modelling strategy
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- **Estonian results**

- Large-scale heat pumps for district cooling
- Electrification of the industry

- Conclusion

GENERATED HEAT FOR ESTONIA

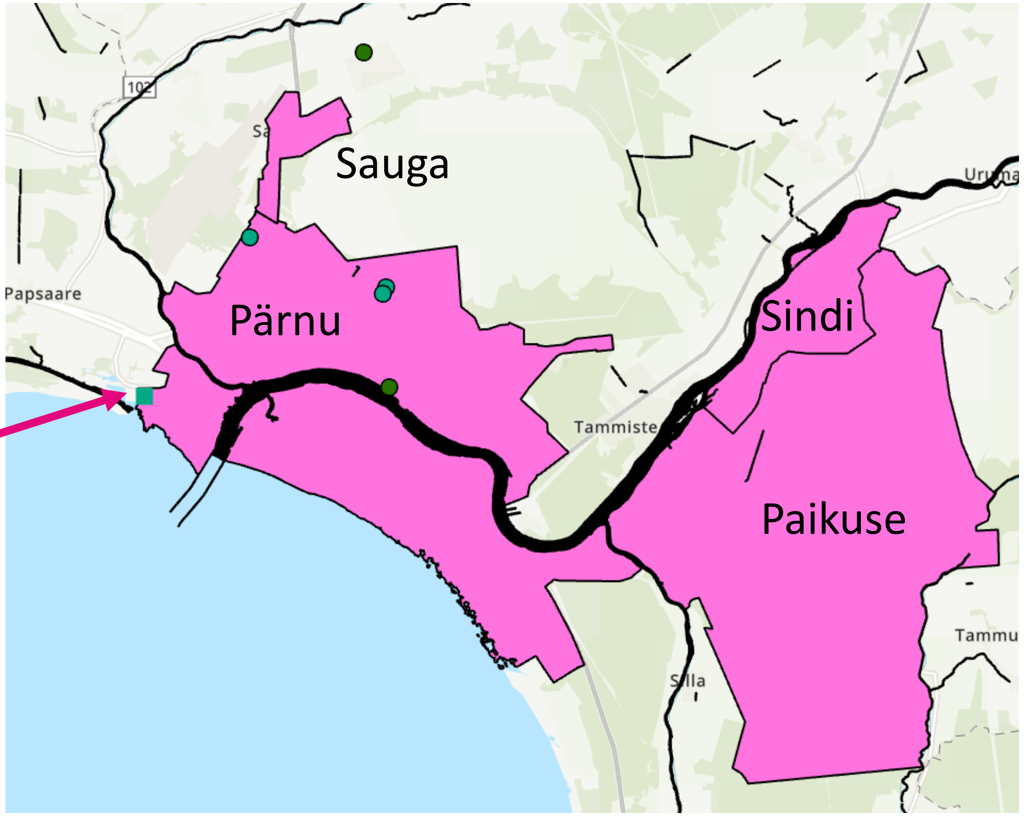
HEAT SOURCE USAGE IN ESTONIA BASE SCENARIO IN 2050



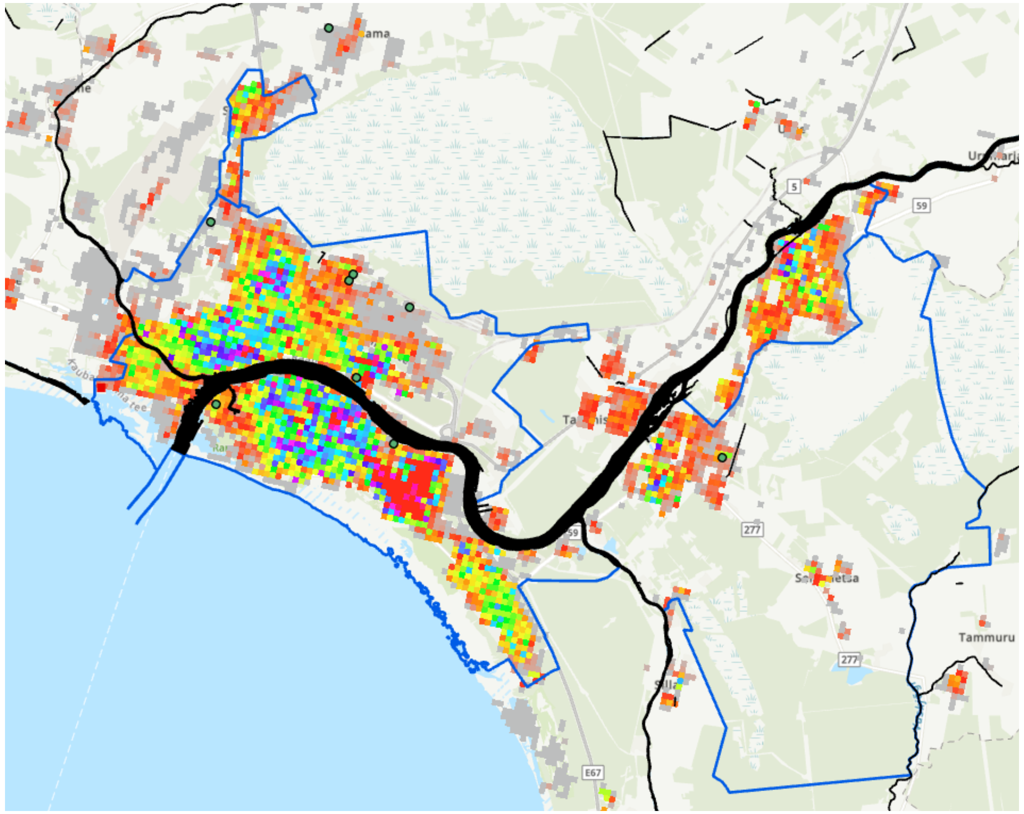
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

EXAMPLE PÄRNU

- Link



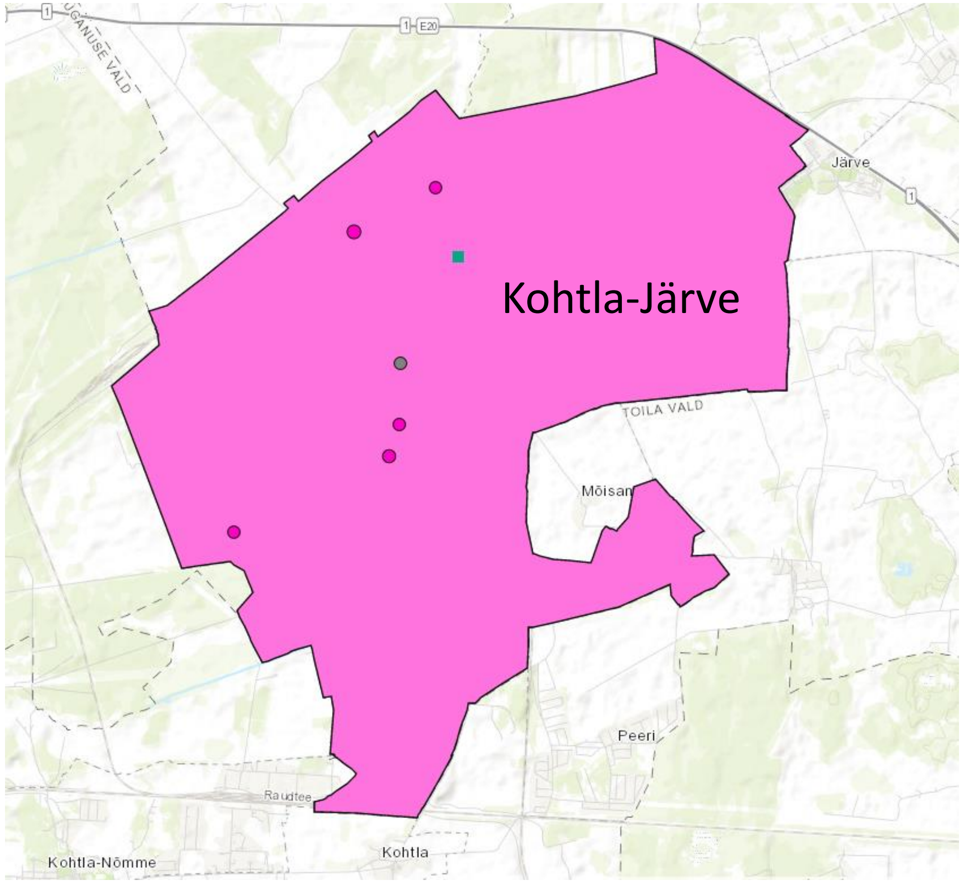
sewage



Heat density map from https://www.hotmaps.eu/map

AGGREGATE EXCESS HEAT GROUP BASE SCENARIO IN 2050

- 37 district heating areas:
  - 520 GWh heat demand
- 22 district heating areas with industries:
  - 300 GWh heat demand
  - !Limiting factor!
- 32 industries:
  - 2500 GWh excess heat potential
  - 300 GWh used in 2050
  - 1 x Cement, 8 x Asphalt, 7 x Chemicals, 6 x Wood, 5 x Food, 5 x Others
- Link



AGENDA

- Large-scale heat pump development in Scandinavia
- Our modelling strategy
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- Estonian results
- **Large-scale heat pumps for district cooling**
- Electrification of the industry
- Conclusion

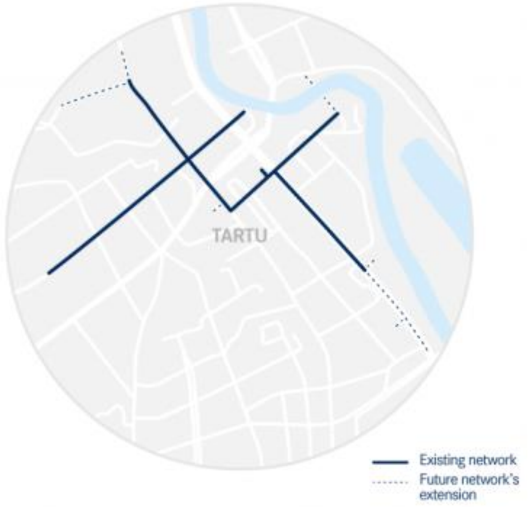
LARGE-SCALE HEAT PUMPS FOR DISTRICT COOLING

- Tårnby, Denmark
- 6.5 MW heating
- 4.3 MW cooling
- Heat pump of the year 2020 (DecarbIndustry, EHPA)
- Win-win for DH and DC clients

Source: www.taarnbyforsyning.dk/

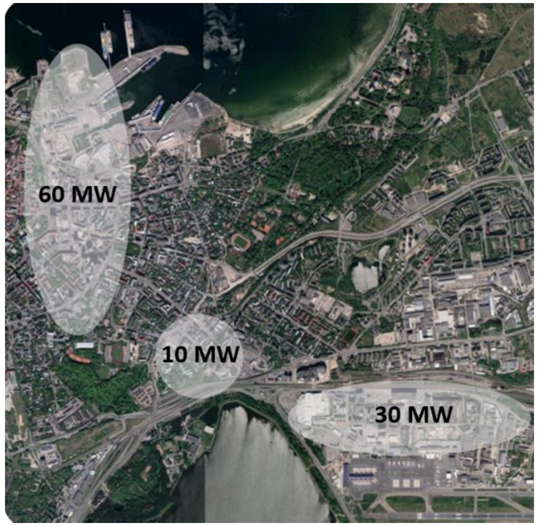
LARGE-SCALE HEAT PUMPS FOR DISTRICT COOLING

- Tartu



https://www.hotmaps.eu/map

- Tallinn



https://www.hotmaps.eu/map

AGENDA

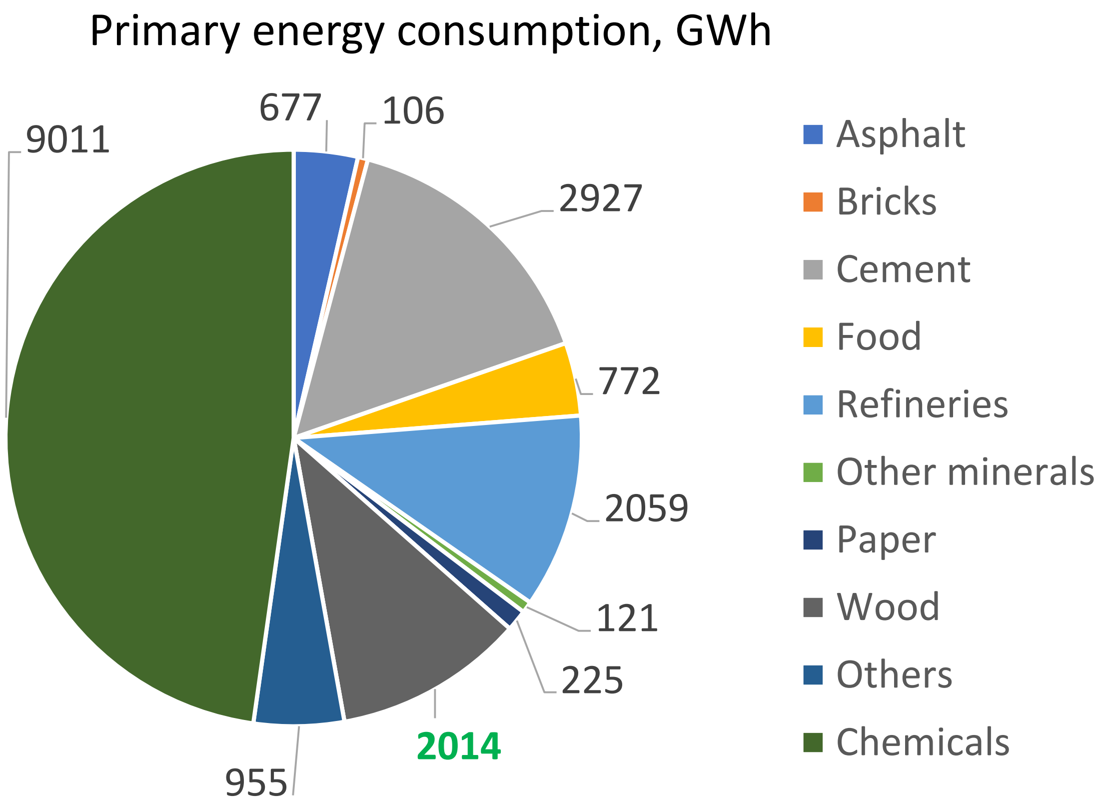
- Large-scale heat pump development in Scandinavia

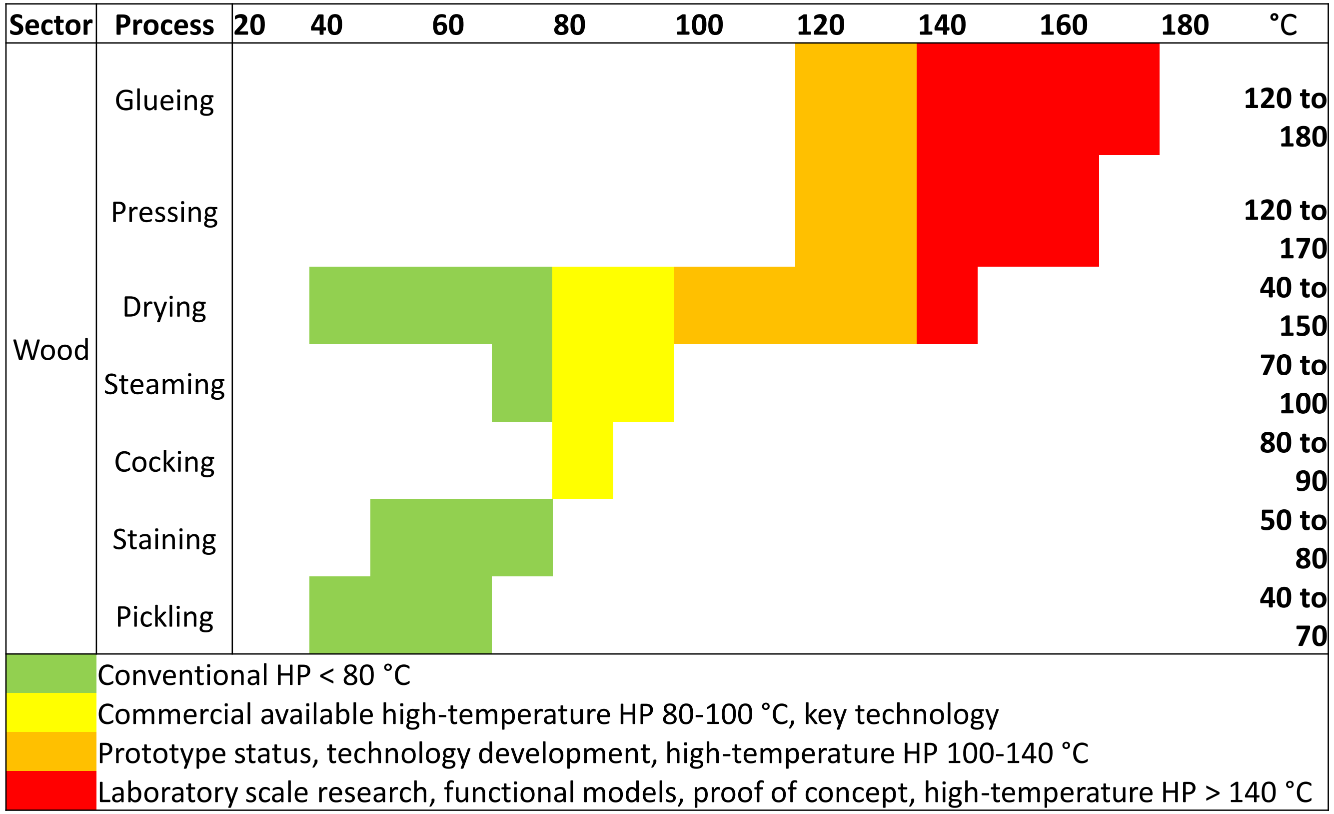
- Our modelling strategy
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- Estonian results

- Large-scale heat pumps for district cooling
- **Electrification of the industry**

- Conclusion

ELECTRIFICATION OF THE INDUSTRY





AGENDA

- Large-scale heat pump development in Scandinavia

- Our modelling strategy
- Scenario analysis until 2050 for Baltic states
- Estonian results

- Large-scale heat pumps for district cooling
- Electrification of the Industry

- **Conclusion**

CONCLUSIONS OF SCENARIO ANALYSIS

- Large-scale heat pumps and heat storage are essential to reduce GHG emissions
- Current grid tariffs are hindering heat pump implementation

- Heat source usage:
  - Excess heat: most competitive, but limited availability
  - Sewage water: high temperature, capacity and proximity
  - Seawater and rivers: depending on availability (of other heat sources)

- Sensitivity analysis:
  - Large-scale heat pumps compete directly with biomass
  - 3-way balance: large-scale heat pumps, biomass and natural gas

POTENTIAL PATHWAY AND DRIVERS FOR LARGE-SCALE HPS

Sector	Drivers benefiting large-scale HP implementation	DK	EE	LV	LT
Heat	Ownership structure of DH networks enabling long-term investments	Green	Orange	Yellow	Yellow
Heat	Low operating DH temperatures	Green	Red	Red	Red
Heat	High proportion of citizens supplied by DH	Green	Green	Green	Green
Heat	Experiences and knowledge with heat pumps and communication between actors	Green	Orange	Orange	Red
Heat, Power	Political targets for a sustainable supply of power and heat in the near future	Green	Green	Yellow	Green
Heat, Power	Tax system and tariff structure to ensure reasonable low electricity costs	Green	Yellow	Orange	Yellow
Power	Sustainable generation of power	Green	Red	Green	Green
Power	Security of power supply	Green	Green	Green	Red
Power	High proportion of fluctuating, renewable power generation	Green	Orange	Orange	Yellow

Green	Fully applies	Yellow	Applies to a large extent	Orange	Applies to a small extent	Red	Does not apply

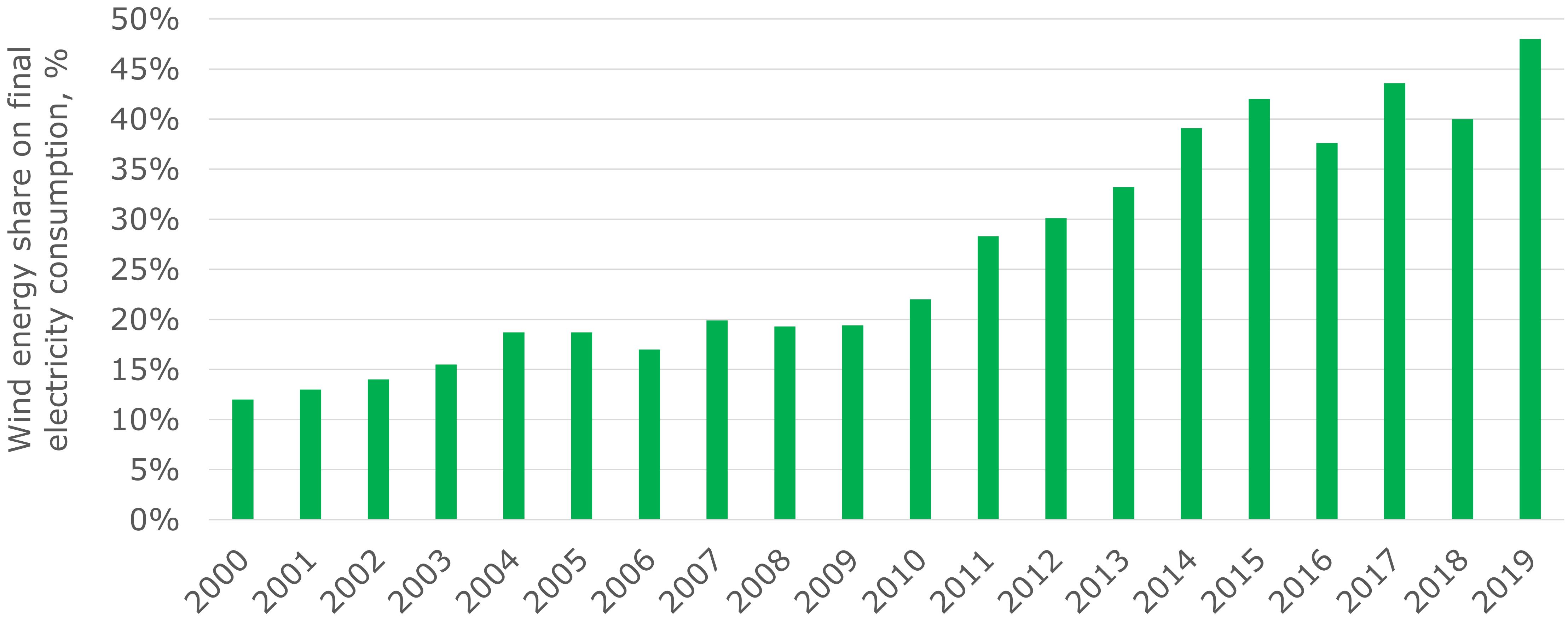
TAL TECH

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

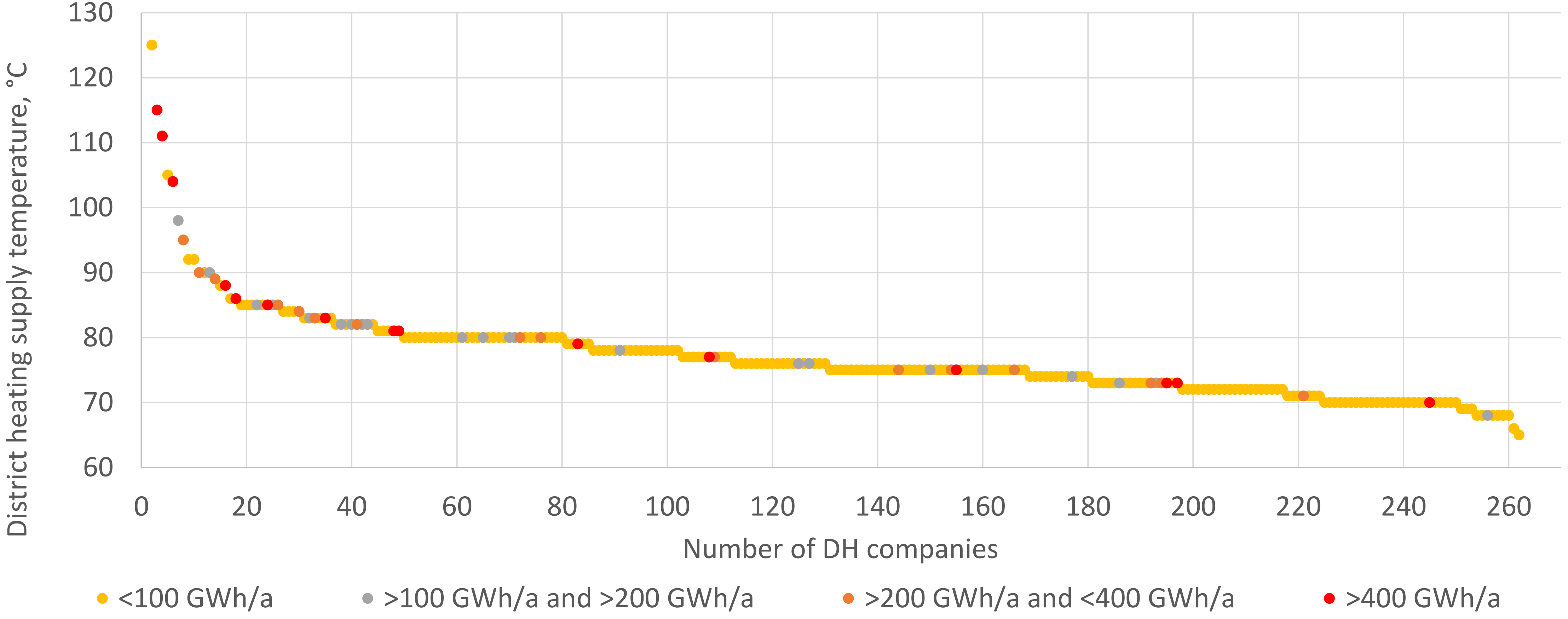
taltech.ee/en

anna.volkova@taltech.ee

REASONS FOR HEAT PUMP DEVELOPMENT IN DENMARK



REASONS FOR HEAT PUMP DEVELOPMENT IN DENMARK



TALTECH

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

MODELLED DISTRICT HEATING AREAS IN THE BALTIC COUNTRIES

Estonia (TWh):

- 8 individual areas (2.76)
- Areas with access to excess heat (0.53)
- Areas without heat sources (0.24)
- Areas with access to only rivers (0.09)
- Others (0.07)

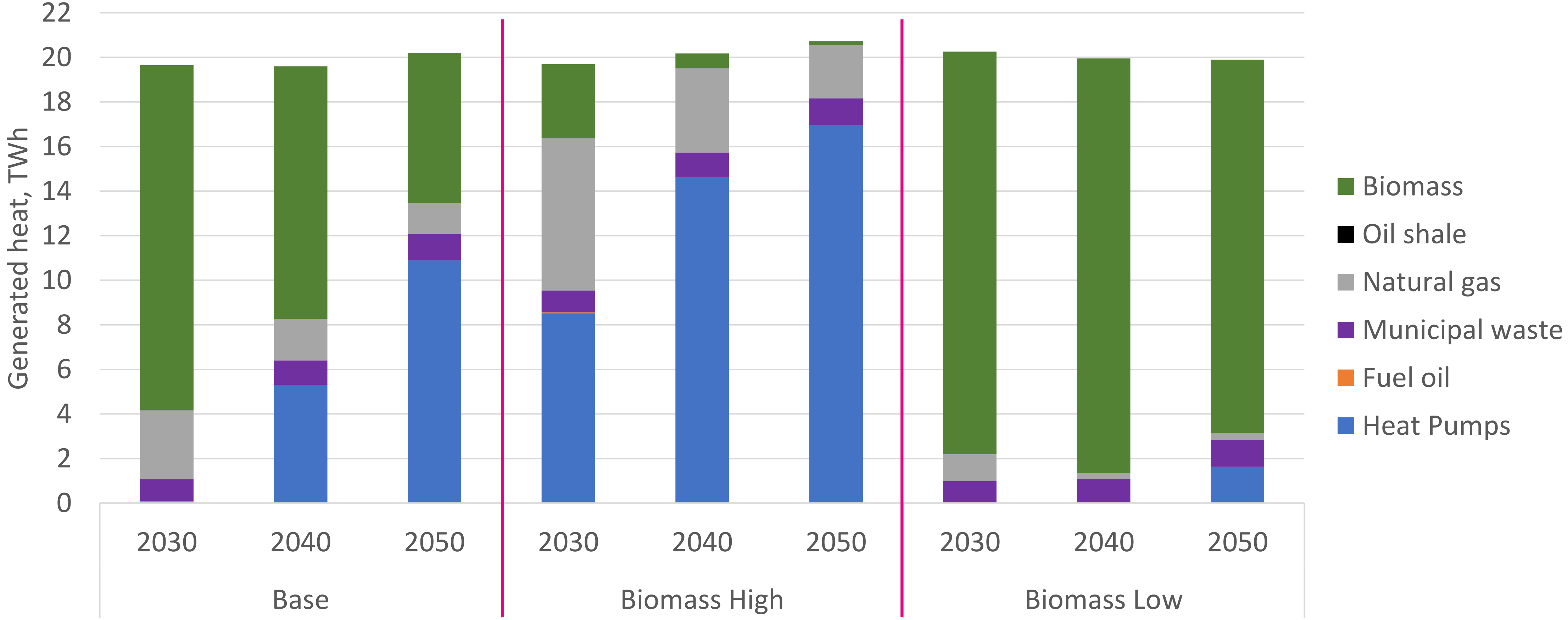
Latvia (TWh):

- 9 individual areas (4.68)
- Areas with access to excess heat (0.82)
- Areas without heat sources (0.47)
- Areas with access to sewage water plants (0.28)
- Others (0.12)

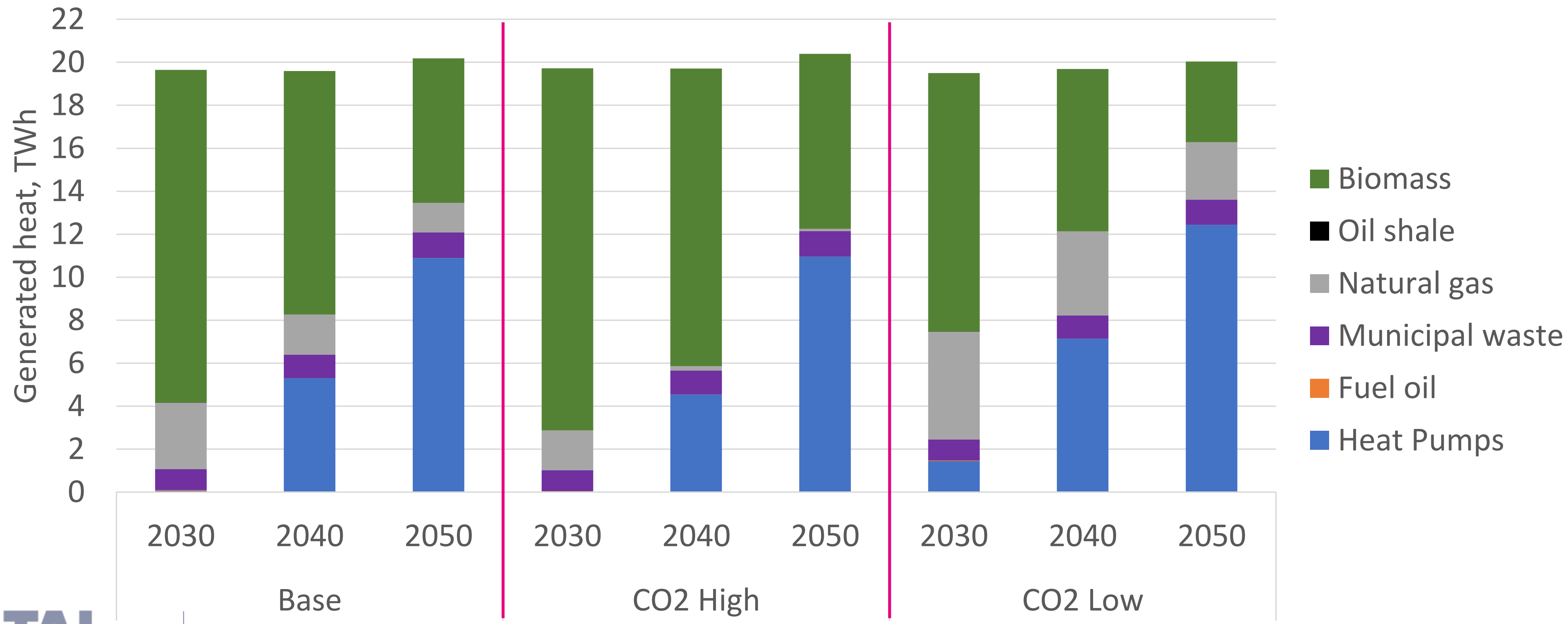
Lithuania (TWh):

- 13 individual areas (7.23)
- Areas with access to excess heat (1.09)
- Areas without heat sources (0.19)
- Others (0.46)

SENSITIVITY ANALYSIS: BIOMASS PRICES ±33%



SENSITIVITY ANALYSIS: CO_2 PRICES ±33%



TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY