ÕHK-VESI SOOJUSPUMPADE KALKULAATOR TOOTJAANDMETEST ENERGIAARVUTUSENI

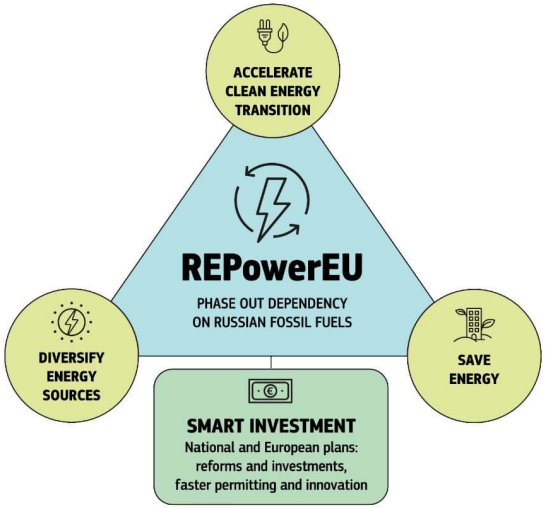
Karl-Villem Võsa
TalTech, Ehituse ja arhitektuuri instituut

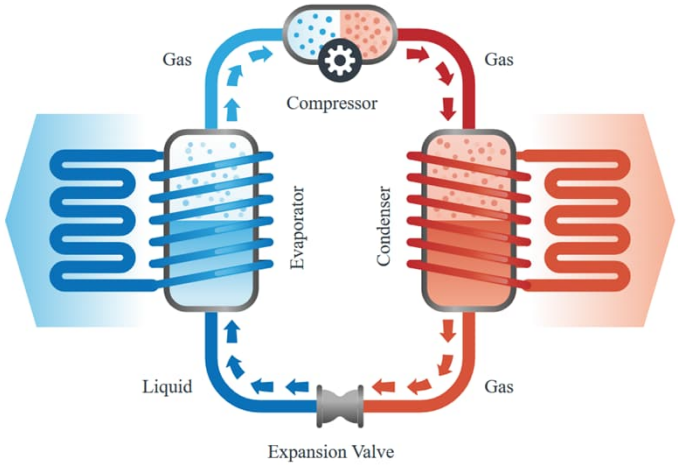
29.10.2026

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Taust

- EL soodustab tugevalt soojuspumpade kasutust, et vähendada sõltuvust fossiilkütustest ja täita kliimaeesmärke
- Kompressorjahutustsükkel on olemuslikult „lihtne“, tõhusust iseloomustab COP töötingimustel
- Aga tootekatsete standardid on nüansirohked, andmelehed keerulised lugeda, igaüks omamoodi





$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

Technical Specification for the Ecodan PUHZ

Model	W50	W85	W112	HW

Indoor unit					PLA-ZRP71BA	PKA-RP71KAL	PCA-RP71KA	PCA-RP71HA	PSA-RP71KA	PEAD-RP71JAQ	PEAD-RP71JALQ
Outdoor unit					PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA	PUHZ-FRP71VHA
Refrigerant					R410A						
Power supply	Outdoor (V / Phase / Hz)				230 / Single / 50						
Air-to-Air	Cooling	Capacity	Rated	kW	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1

INVERTER



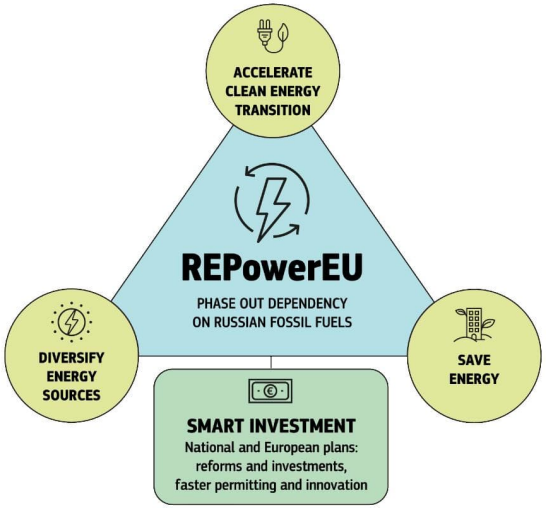
			ERHQ011A	ERHQ014A	ERHQ016A	ERHQ011AW1	ERHQ014AW1	ERHQ016AW1
Dimensions	HxWxD	mm	1,170x900x320			1,345x900x320		
Nominal capacity	heating	kW	11.2	14.0	16.0	11.32	14.50	16.05
	cooling	kW	13.9	17.3	17.8	15.05	16.06	16.76
Nominal input	heating	kW	2.46	3.17	3.83	2.54	3.33	3.73
	cooling	kW	3.79	5.78	6.77	4.44	5.33	6.06
COP			4.55	4.42	4.18	4.46	4.35	4.30
EER			3.67	2.99	2.63	3.39	3.01	2.76
Operation range	heating	°C	-20~35			-20~35		
	cooling	°C	10~46			10~46		
	domestic water	°C	-20~43			-20~43		
Sound power level	heating	dBA	64	64	66	64	64	66
	cooling	dBA	64	66	69	64	66	69
Sound pressure level	heating	dBA	49	51	53	51	51	52
	cooling	dBA	50	52	54	50	52	54
Weight		kg	103			108 / 110*		
Refrigerant charge	R-410A	kg	3.7			2.95		
Power supply			1~/230V/50Hz			3N~/400V/50Hz		
Recommended fuses		A	32			20		

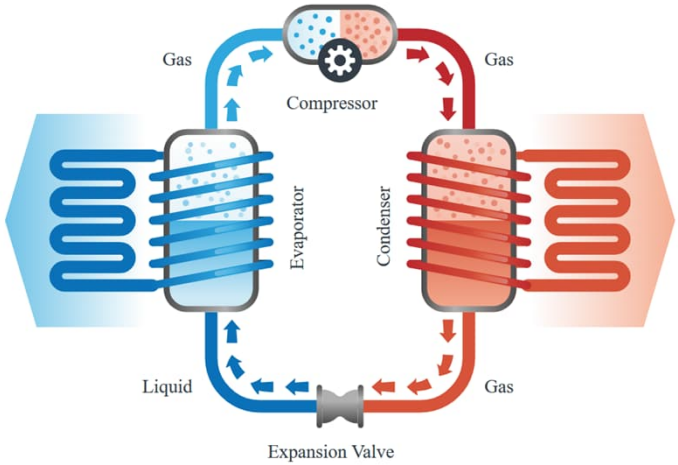
Measuring conditions: Heating Ta DB/WB 7°C/6°C - LWC 35°C (DT=5°C) - Cooling Ta 35°C - LWE18°C (DT=5°C)
*Specific models with additional protection against freezing are available and are designated with the suffix "8" (example ERHQ011AW18)

*4 Air-to-Water values are measured based on EN14511 (Circulation pump input is not included.).
*5 Conditions for Air-to-Air cooling: Indoor 27°C (dry bulb) /19°C (wet bulb); Outdoor 35°C (dry bulb).

Taust

- EL soodustab tugevalt soojuspumpade kasutust, et vähendada sõltuvust fossiilkütustest ja täita kliimaeesmärke
- Kompressorjahutustsükkel on olemuslikult „lihtne“, tõhusust iseloomustab COP töötingimustel
- Aga tootekatsete standardid on nüansirohked, andmelehed keerulised lugeda, igaüks omamoodi
- Praktiline uurimisküsimus: võrrelda piisavalt suurt valimit võrreldavatel tingimustel





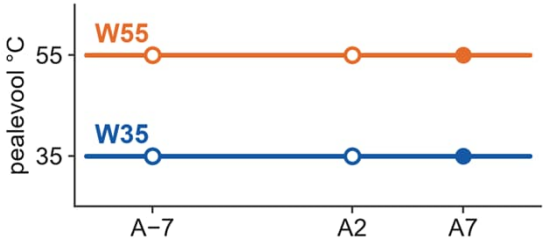
$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

KOLM STANDARDIT ANDMELEHE TAGA

EN 14511

Ruumide küte, soojuspump täisvõimsusel

kompressor 100 %, fikseeritud pealevool +35 / +55



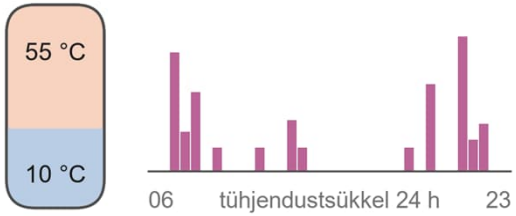
võimsus, COP

üks katsepunkt – seadme valikuks

EN 16147

Tarbevee tootmine

tühjendustsükkel: **külm +2** · keskmine +7 · soe +14 °C (**Eesti TRY keskmine +6,5 °C**)



COP tarbeveele

Üks välisõhutemperatuuri tingimus (aasta keskmine temperatuur)

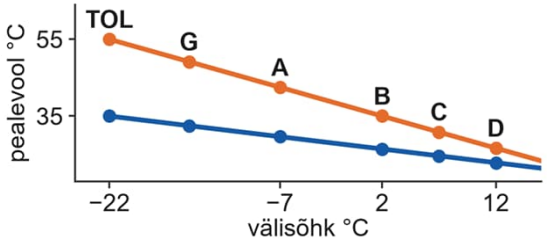
↓

tarbevee energiaarvutus

EN 14825

Ruumide küte, SP osakoormusel

katsepunktid erinevatel välistemperatuuridel



SCOP

aastanäitaja ruumiküttele

↓

ruumikütte energiaarvutus

TAL TECH

HEAT PUMP KEYMARK: AVALIK ANDMEBAAS

keymark.eu

- vabatahtlik Euroopa sertifitseerimismärk (CEN Keymark)
- katse sõltumatus akrediteeritud laboris: Vastavus Euroopa standarditele EN 14511, EN 14825, EN 16147 jmt
- kõik andmelehed avalikud ja tasuta

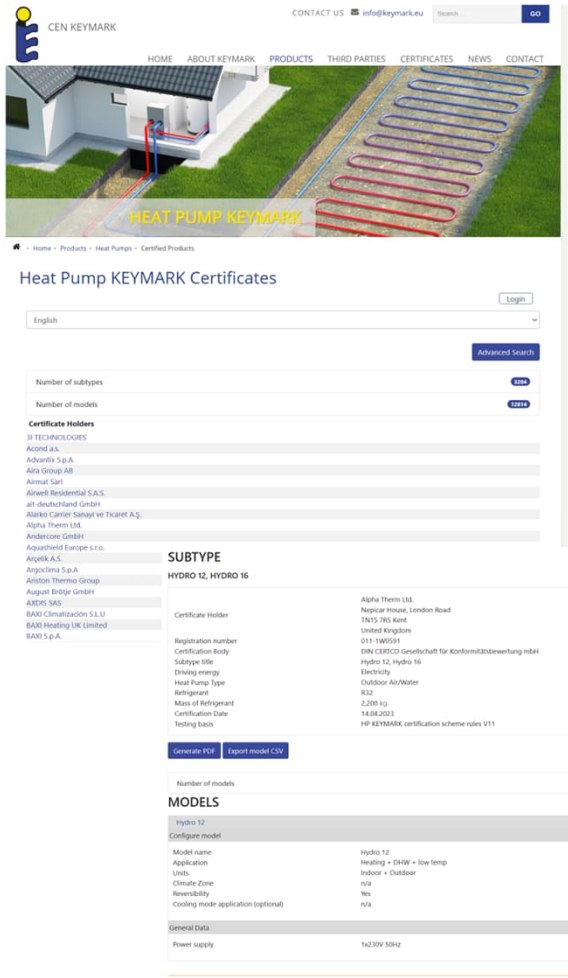
Andmete kogumine

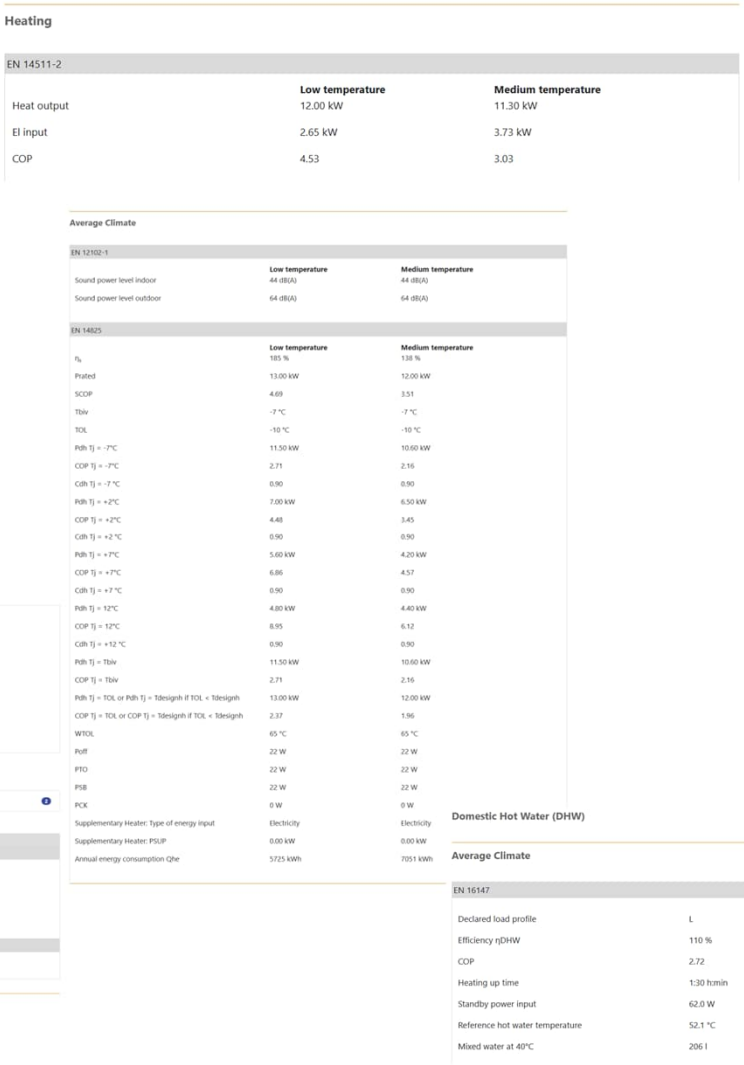
1 **keymark.eu**
avalik andmebaas

2 **kõik andmelehed alla**
andmete puhastamine, eelvalideerimine

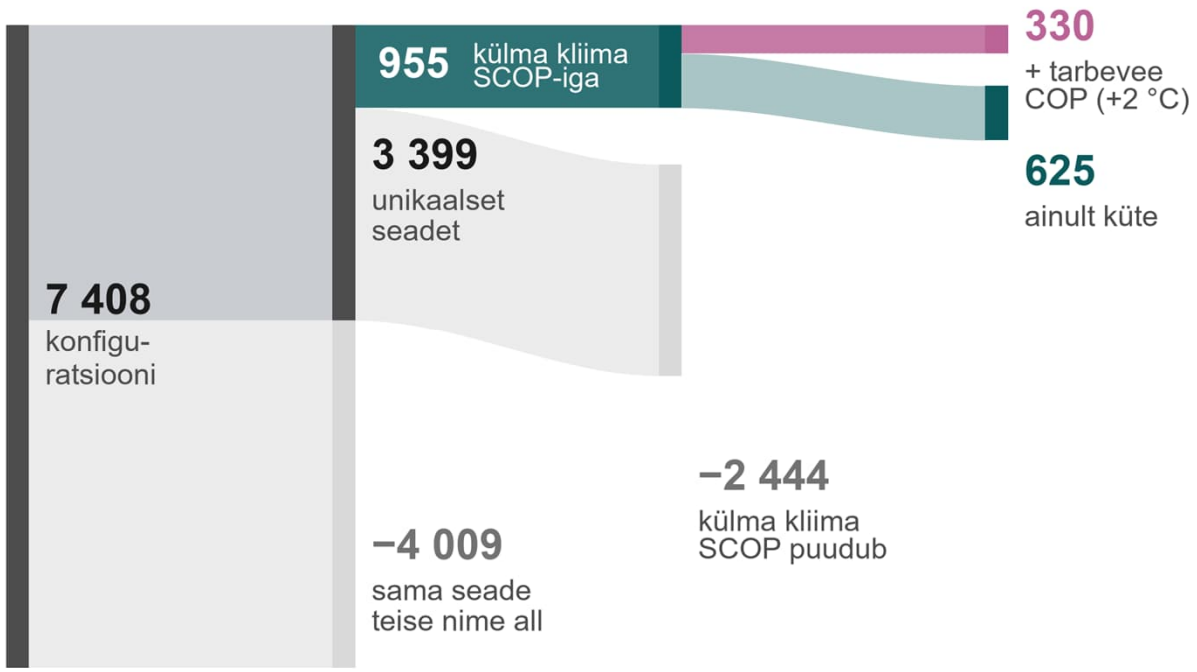
3 **oma andmebaas**
kõik katsepunktid ühte tabelisse

4 **analüüs**
duplikaadid, jaotused





KEYMARK: 7 408 NIME, 3 399 SEADET



Näide: üks seade, 29 nime

Bosch · CS2000AWF 12

Buderus · WLW156-12 MB

BAXI · Auriga 12 M-A

De Dietrich · MONO AWHP2R 12

Ferroli · Omnia M 3.2 12

Carrier · 30AWH012H

… +23 nime, 23 kaubamärki

↓

Ühed ja samad tehnilised näitajad

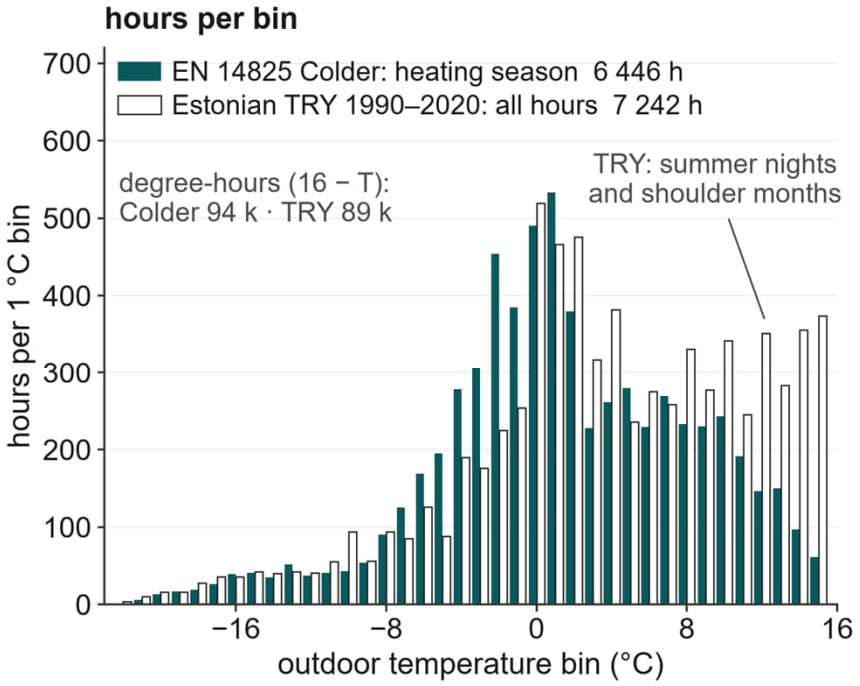
SCOP 3,02 (55 °C) · 4,08 (35 °C)

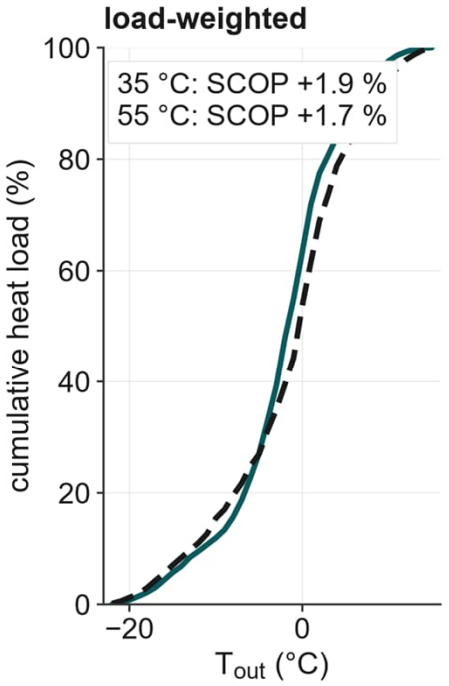
TAL TECH

955 seadet on piisav statistiline valim üldistuste tegemiseks

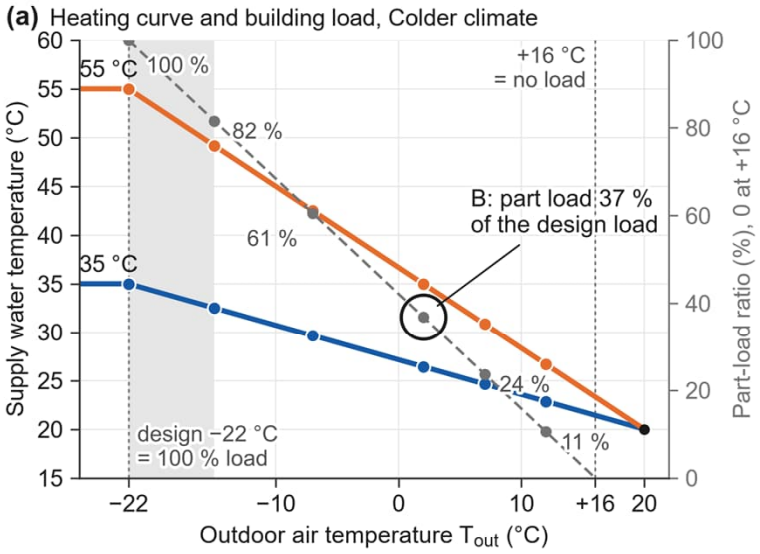
KAS "KÜLM KLIIMA" ESINDAB EESTI OLUSID?

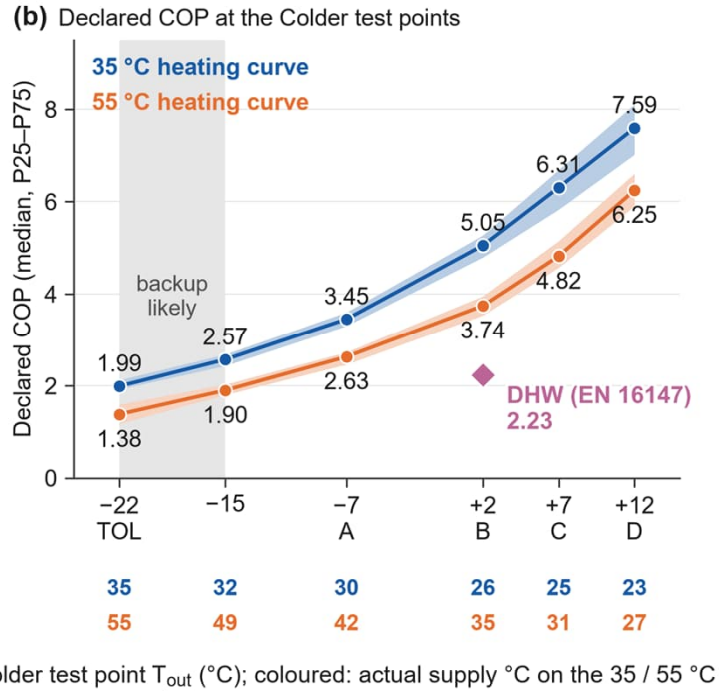






KÜLM KLIIMA: KATSEPUNKTID JA OSAKOORMUS





E · töötamispiir (TOL)

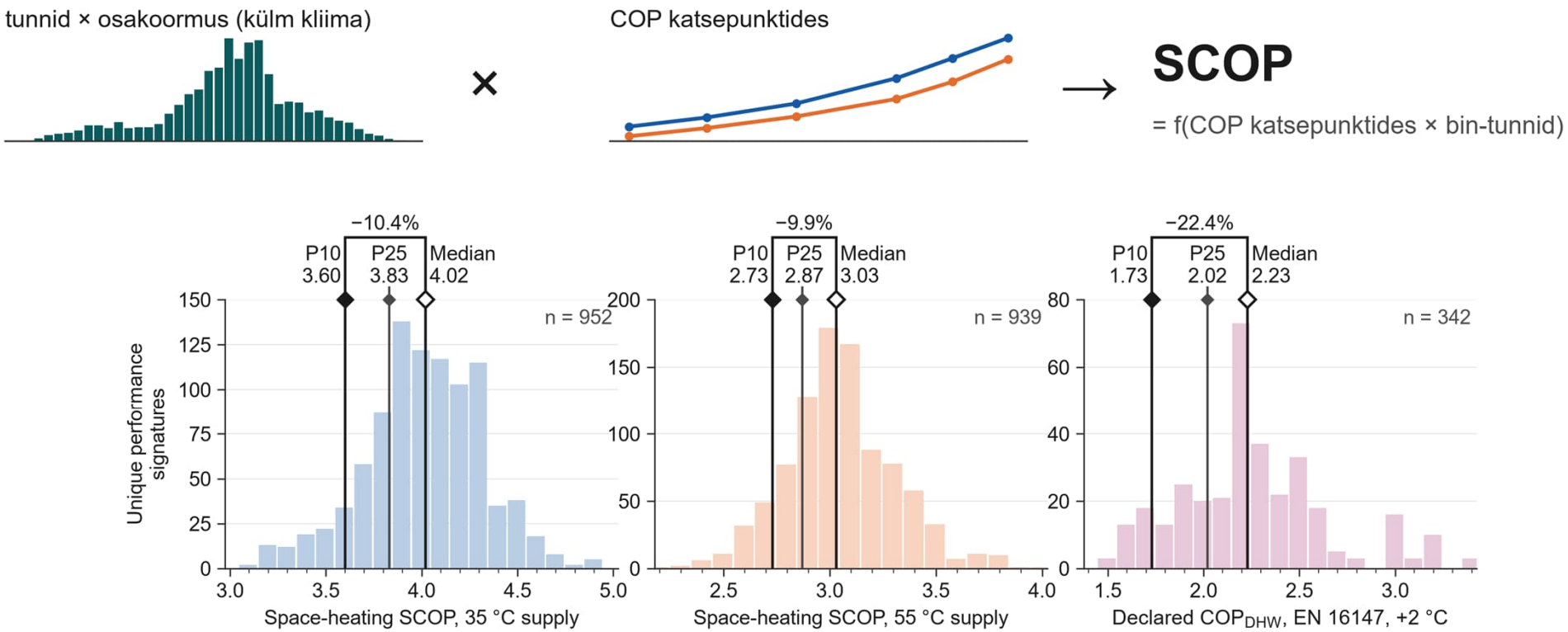
madalaim välistemperatuur, kus seade töötab; tüüpiliselt −22 °C

F · bivalentsuspunkt (Tbiv)

seade katab veel kogu koormuse; tüüpiliselt −15 °C

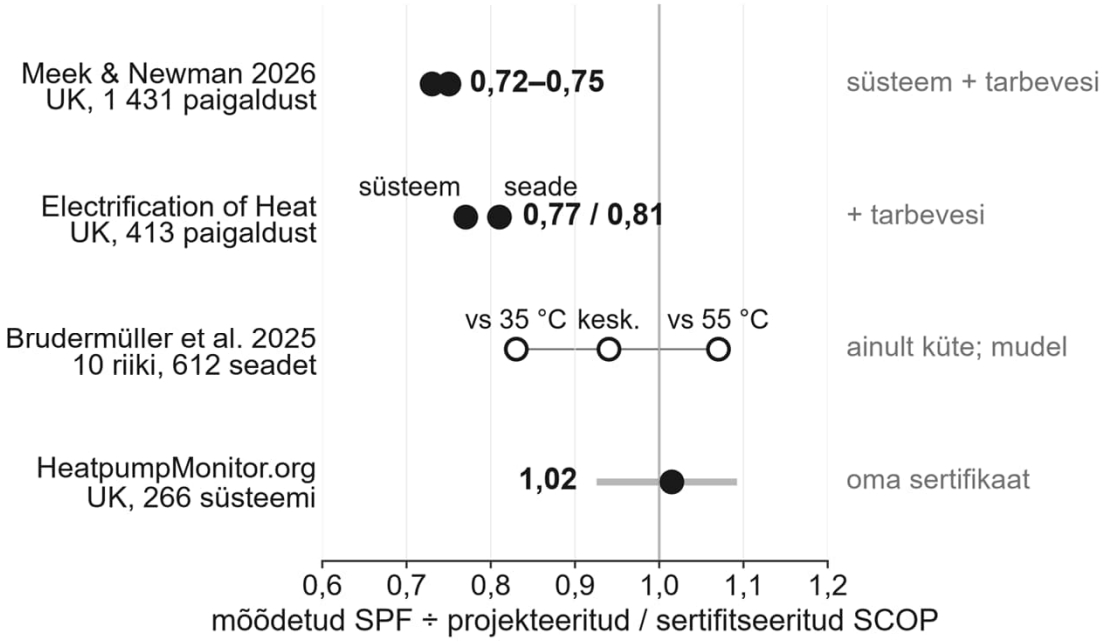
TAL TECH

KÜLM KLIIMA: SCOP KÜTTELE, COP TARBEVEELE



TAL TECH

SCOP → SPF: MIDA RÄÄGIVAD NUMBRID PLATSILT?



Mida mõõdeti

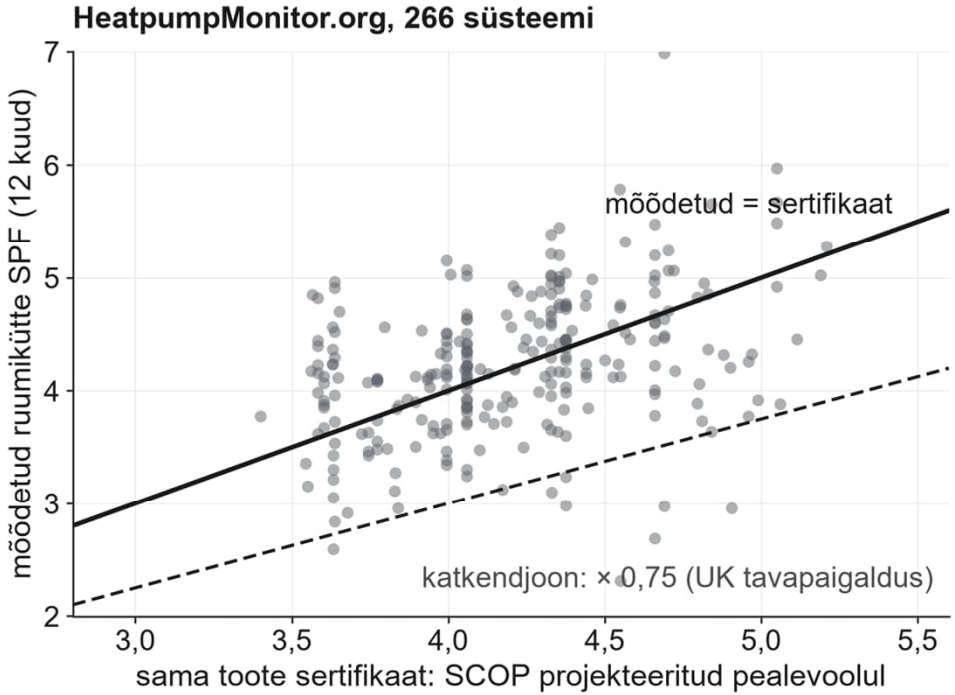
seade (kompressor, ventilaator, sulatus)
+ elektriline lisaküte
+ ringluspumbad
+ tarbevesi

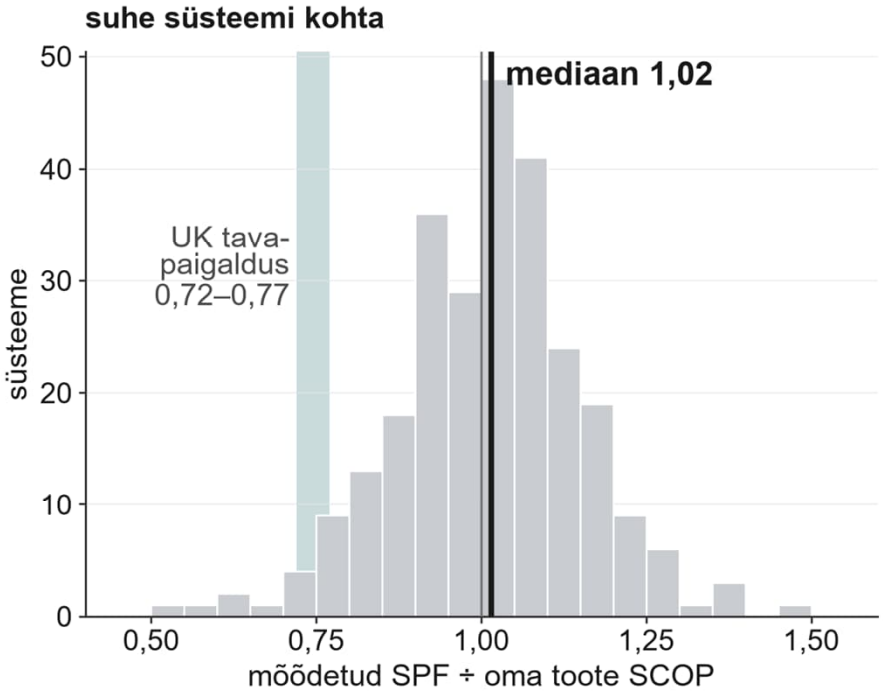
Kust vahe tuleb

liiga kõrge küttegraafik
üle- või aladimensioneeritud soojuspump
paakide soojuskaod
juhtimine, seadistus

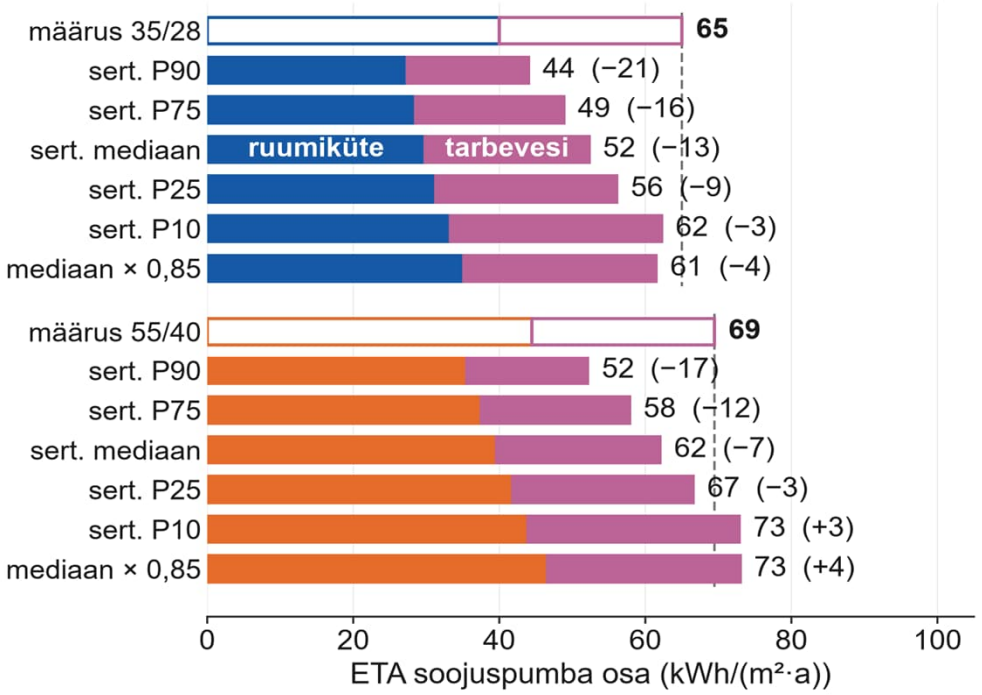
TAL TECH

SCOP → SPF: HEA PAIGALDUS JA JÄRELHÄÄLESTUS JÕUAB SERTIFIKAADINI





MIDA SEE TÄHENDAB ENERGIAMÄRGISELE?



Näide: väikeelamu 165 m²

ruumiküte 60 kWh/(m²·a) (eeldus), tarbevesi 25 kWh/(m²·a); elektri kaalumistegur 2,0

−21 … −3

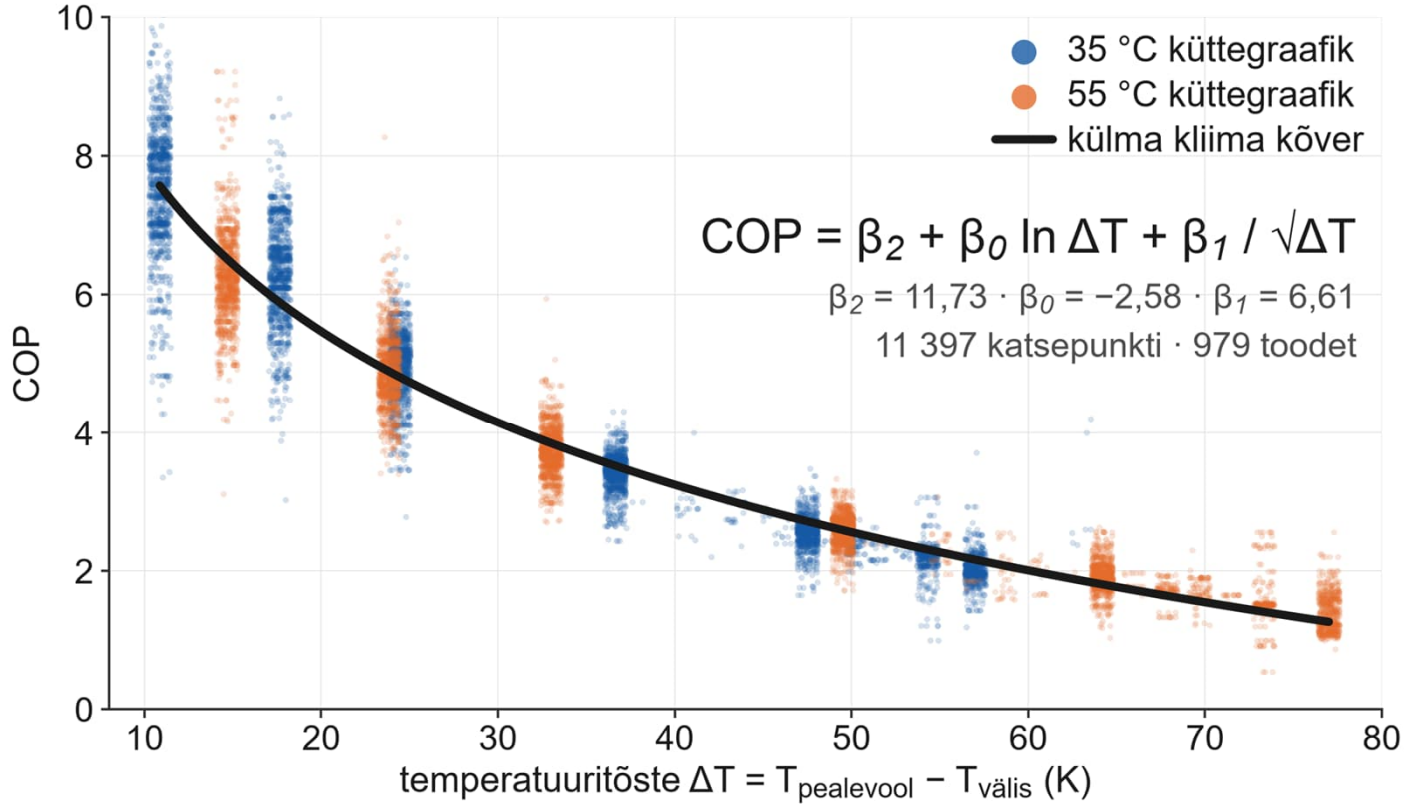
35/28: P90 … P10 seade vs määrus (mediaan −13)

−17 … +4

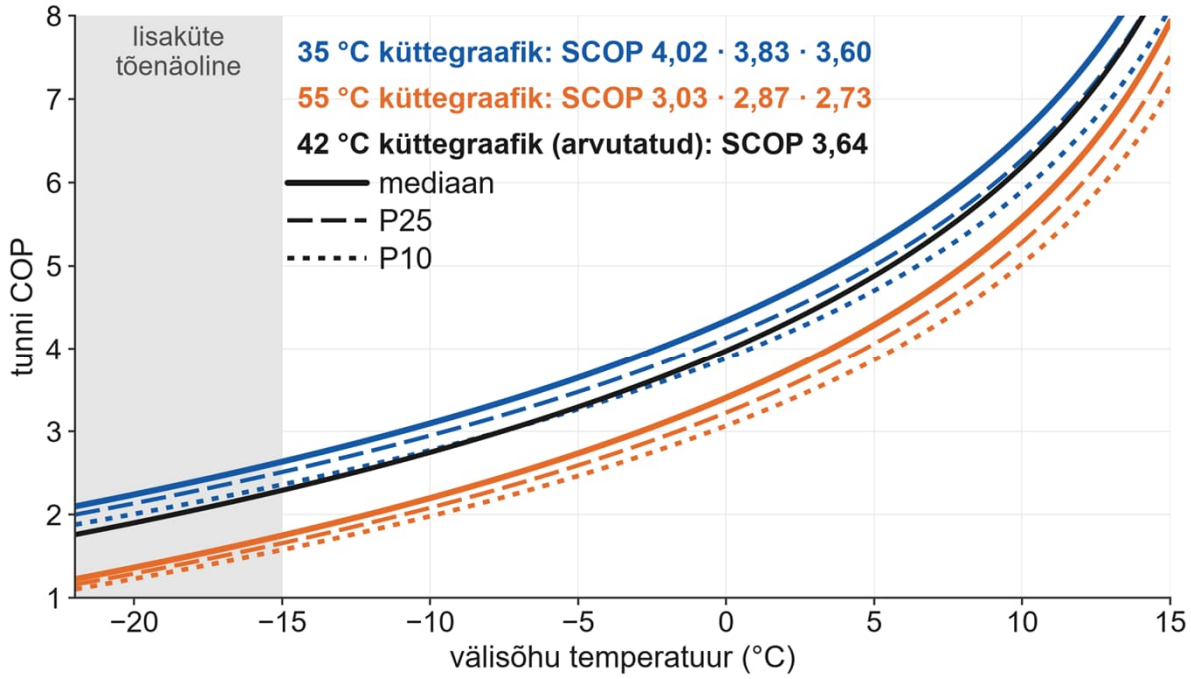
55/40: P90 seade … mediaan × 0,85 vs määrus

TAL TECH

KUIDAS RAKENDADA STANDARDTINGIMUSTEL LEITUD NÄITAJAID MUUDEL TINGIMUSTEL?



MEETOD: DEKLAREERITUD SCOP → TUNNI COP



Üks kõver, mis tahes seade

populatsioonikõver × α = deklareeritud SCOP

mediaan, P25, P10 – või konkreetse seadme SCOP

tulemus: tunni COP igal välistemperatuuril ja küttegraafikul

KALKULAATOR: KOORMUSEST SOBIVA SEADMENI

Sisendid

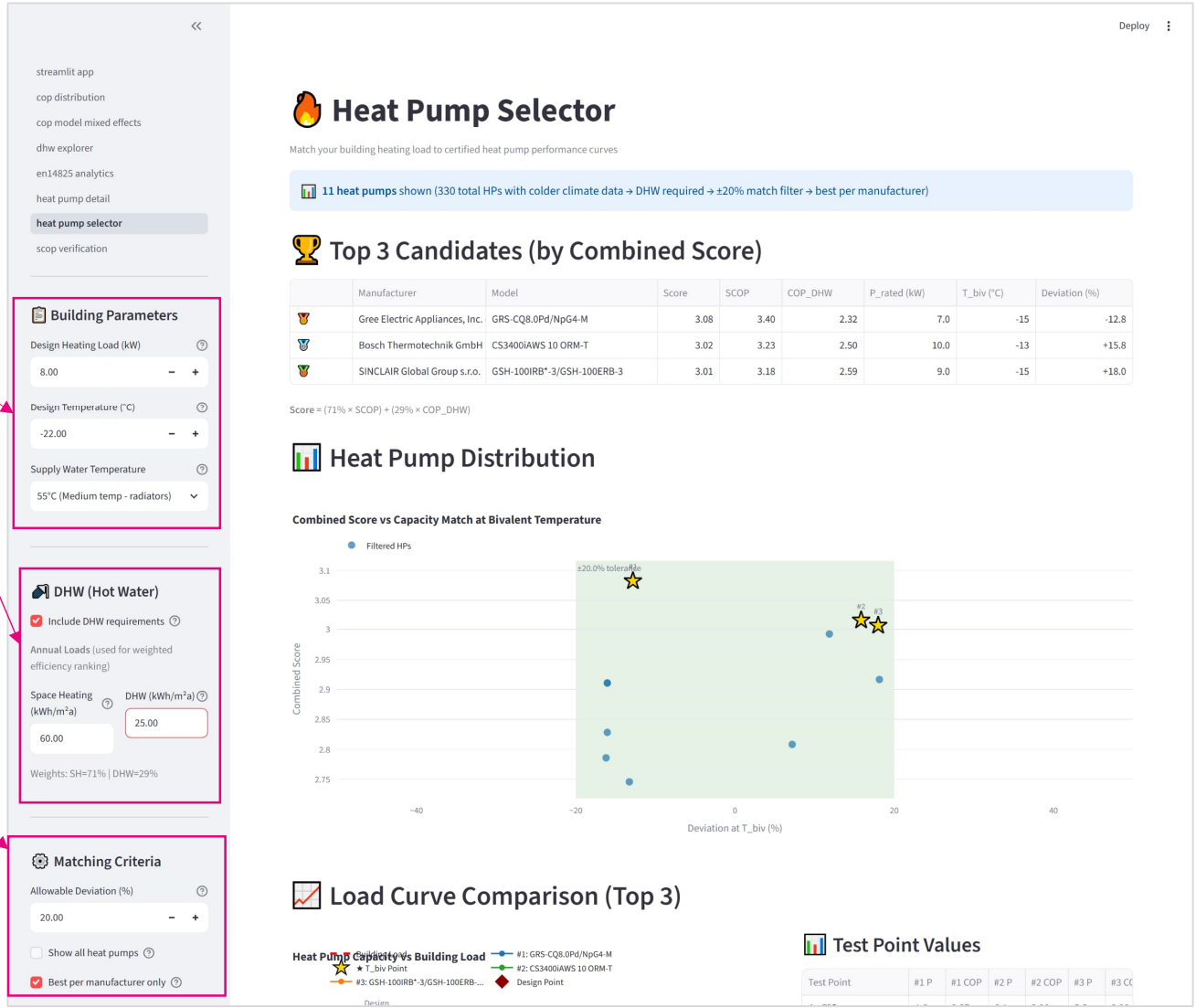
- arvutuslik soojuskoormus (8 kW)
- arvutuslik välistemperatuur (−22 °C)
- pealevool (55 °C)
- tarbevee osakaal (60 + 25 kWh/(m²·a))

Filtrid

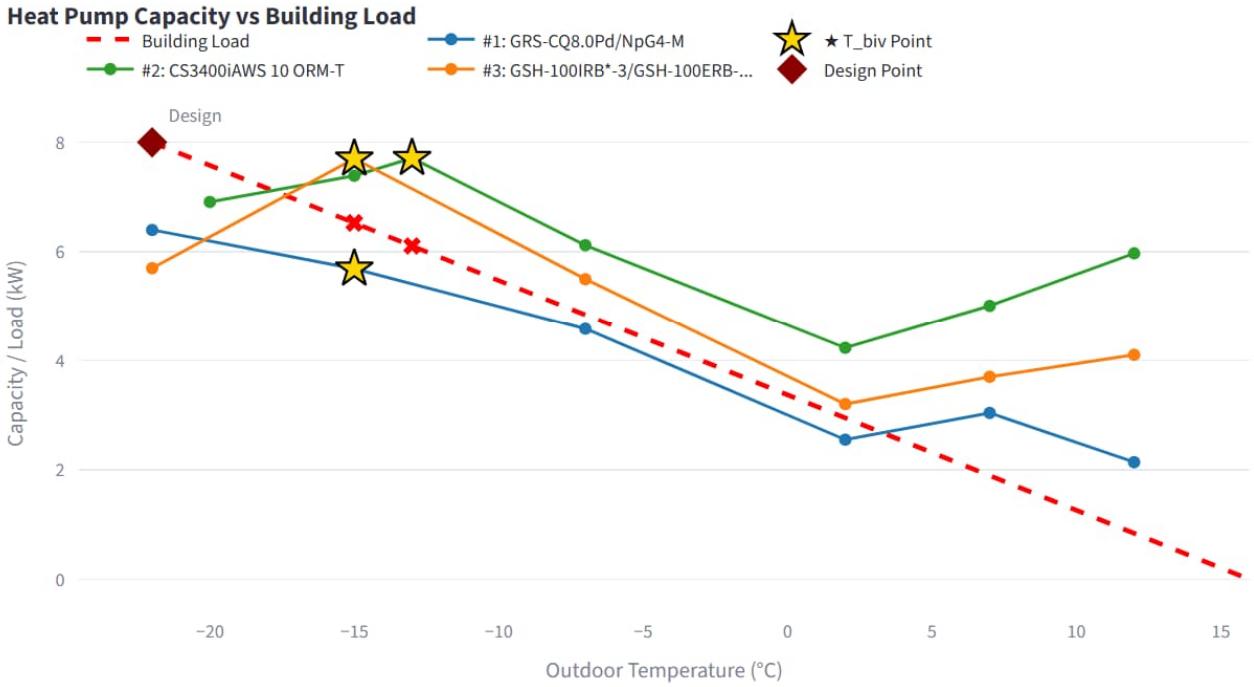
- võimsus bivalentpunktis ±20 %
- üks mudel tootja kohta

Väljund

- 11 sobivat seadet 330-st
- SCOP, COP tarbevesi, Pnom, Tbiv
- koormus- ja võimsuskõverad, katsepunktid



KALKULAATOR: KOLM PARIMAT – VÕIMSUS JA COP KATSEPUNKTIDES



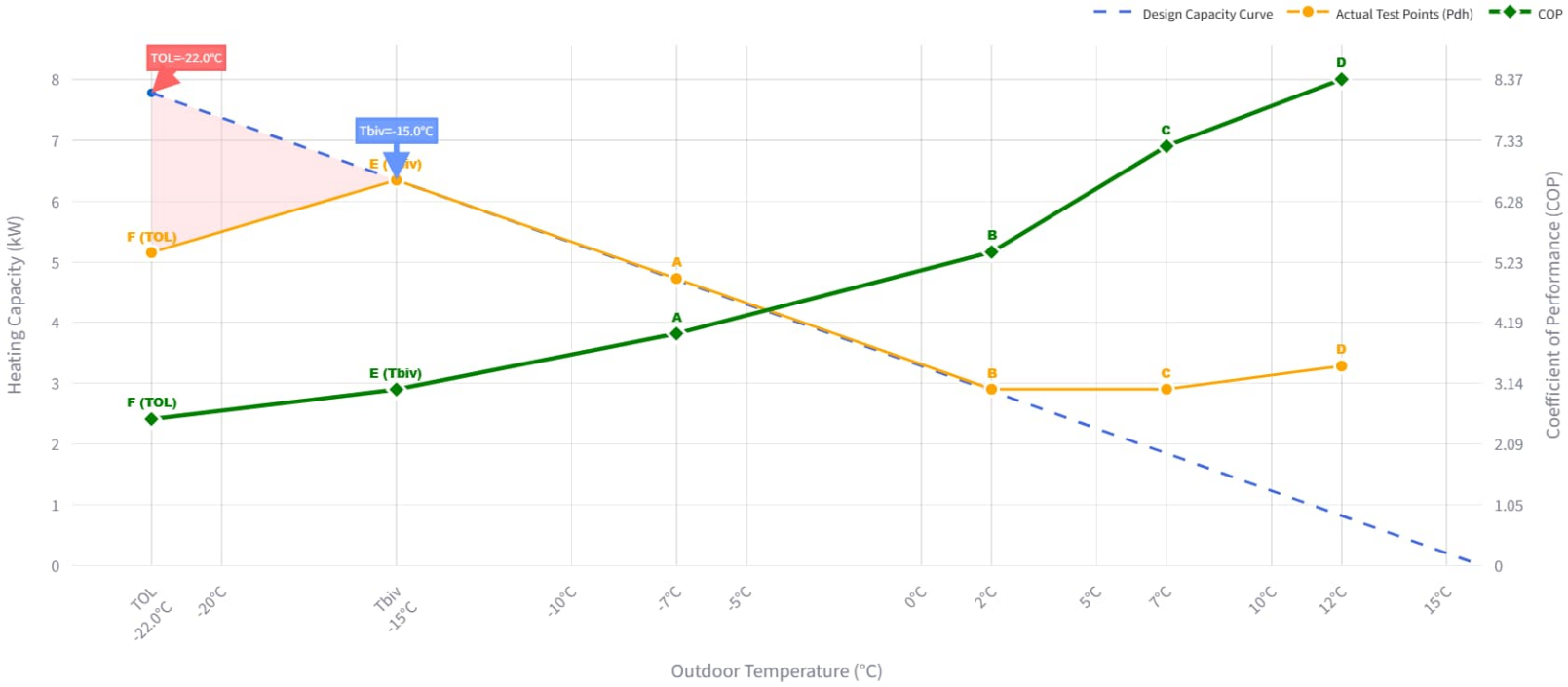
Test Point Values

Test Point	#1 P	#1 COP	#2 P	#2 COP	#3 P	#3 COP
A: -7°C	4.6	2.87	6.1	2.90	5.5	2.98
B: +2°C	2.5	3.96	4.2	3.76	3.2	3.56
C: +7°C	3.0	5.64	5.0	4.50	3.7	3.99
D: +12°C	2.1	6.55	6.0	5.86	4.1	5.45
E: TOL (-22/-20/-22°C)	6.4	2.00	6.9	1.99	5.7	1.74
F: Tbiv (-15/-13/-15°C)	5.7	1.94	7.7	2.15	7.7	2.23
G: -15°C	5.7	1.94	7.4	2.07	7.7	2.23

P = Power (kW) | COP = Coefficient of Performance

TAL TECH

KALKULAATOR: VALITUD SEADE, 55 °C, KÜLM KLIIMA



ETTEPANEK: MTM58 TABELI 10^3 VÄÄRTUSED

Küttegraafik	Maasoojuspump, on/off	Maasoojuspump, inverter	Õhk-vesi soojuspump	Õhk-õhk soojuspump	Väljatõmbeõhu soojuspump
–				3,0	3,0
30/25	4,5	4,8	~~3,1~~ **3,7**		
35/28	4,3	4,7	~~3,0~~ **3,4**		
40/33	4,0	4,4	~~2,9~~ **3,2**		
45/35	3,8	4,3	~~2,9~~ **3,0**		
50/35	3,6	4,2	2,8		
55/40	3,4	4,0	~~2,7~~ **2,6**		
60/40	3,3	3,9	~~2,7~~ **2,4**		
Soe tarbevesi	2,6	2,7	2,0		

uus väärtus =

sertifitseeritud külma kliima mediaan × 0,85

0,85 = labor vs päriselu (vahemik 0,80…0,90)

35/28 ja 55/40 otse sertifikaadist, teised temperatuurigraafikud statistilise meetodiga

Soe tarbevesi jääb 2,0

EN 16147 katse ≈ aasta keskmine välisõhk: külm +2 °C → 1,9 · keskmine +7 °C → 2,2 · Eesti TRY +6,5 °C

TAL TECH

KOKKUVÕTE

- Keymark: avalik andmebaas, 955 külma kliima õhk-vesi soojuspumpa; külm kliima esindab Eestit
- Päriselu: tavapaigaldus 0,72–0,81 laboris mõõdetud kasuteguritest, hea paigaldus ≈ 1,0 – vahe on paigalduses, mitte seadmes
- Ettepanek MTM58 Määruse 10^3 tabel: madalal temperatuuril turust konservatiivsem, kõrgel optimistlikum → ettepanek: sert. mediaan × 0,85
- Aga soojuspump teistes kasutustingimustes? Statistiline meetod aitab leida sobivad tehnilised näitajad ka neile

TAL TECH

TÄNAN KUULAMAST!

Karl-Villem Võsa
TalTech, Ehituse ja arhitektuuri instituut
karl-villem.vosa@taltech.ee