



Utmaningar och möjligheter med lastreduceringar

Webinarium i samarbete med Energiforsk

Dr.-Ing. Quirin HAMP

27 Februari 2024



Agenda

1. Introduktion
2. Utmaningar
3. Lösningförslag
4. Workshop 3 April
5. Frågestund



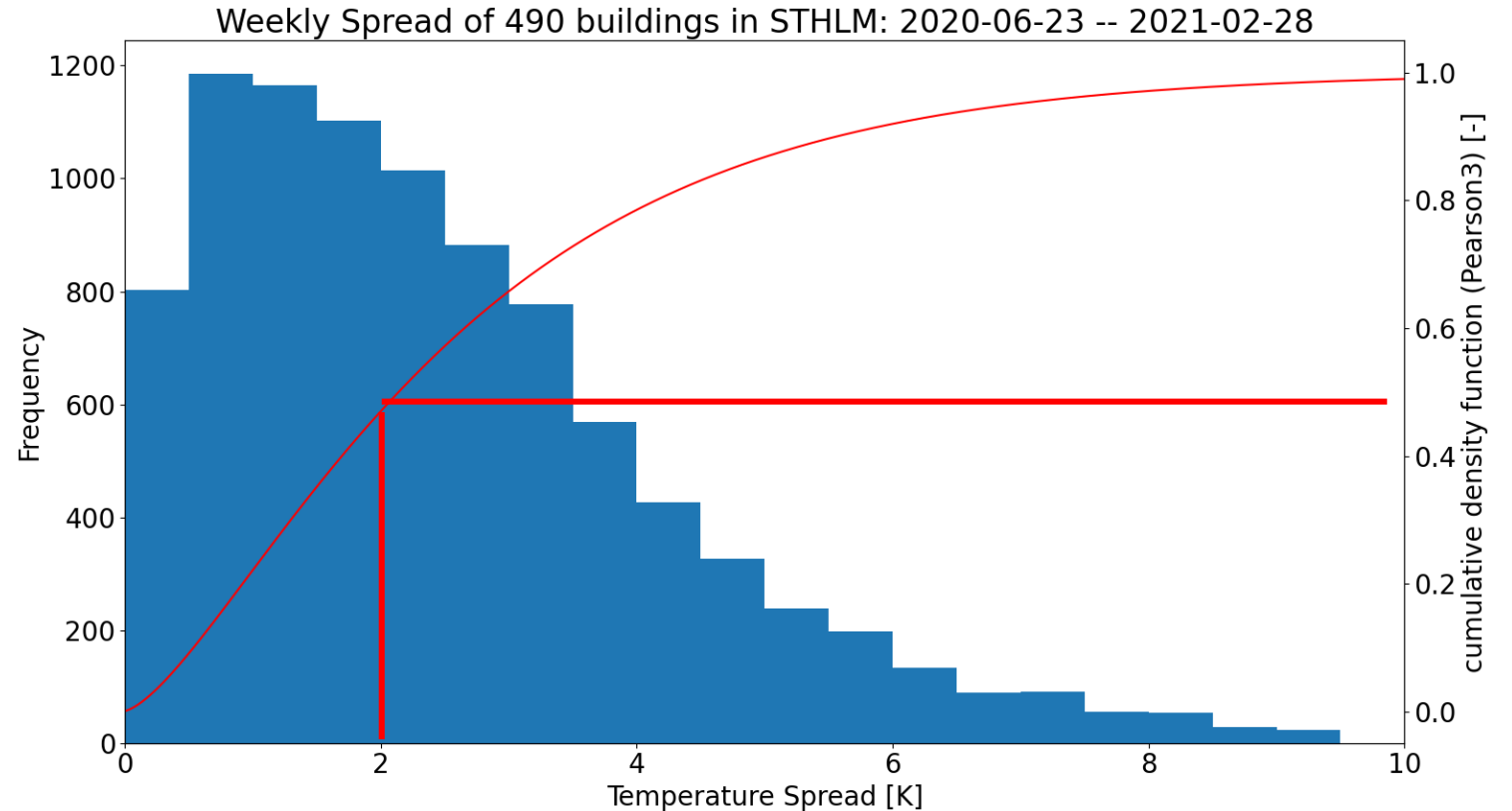
Är ni nöjda där ute?


1

Introduktion

Inomhusklimat är inte jämt

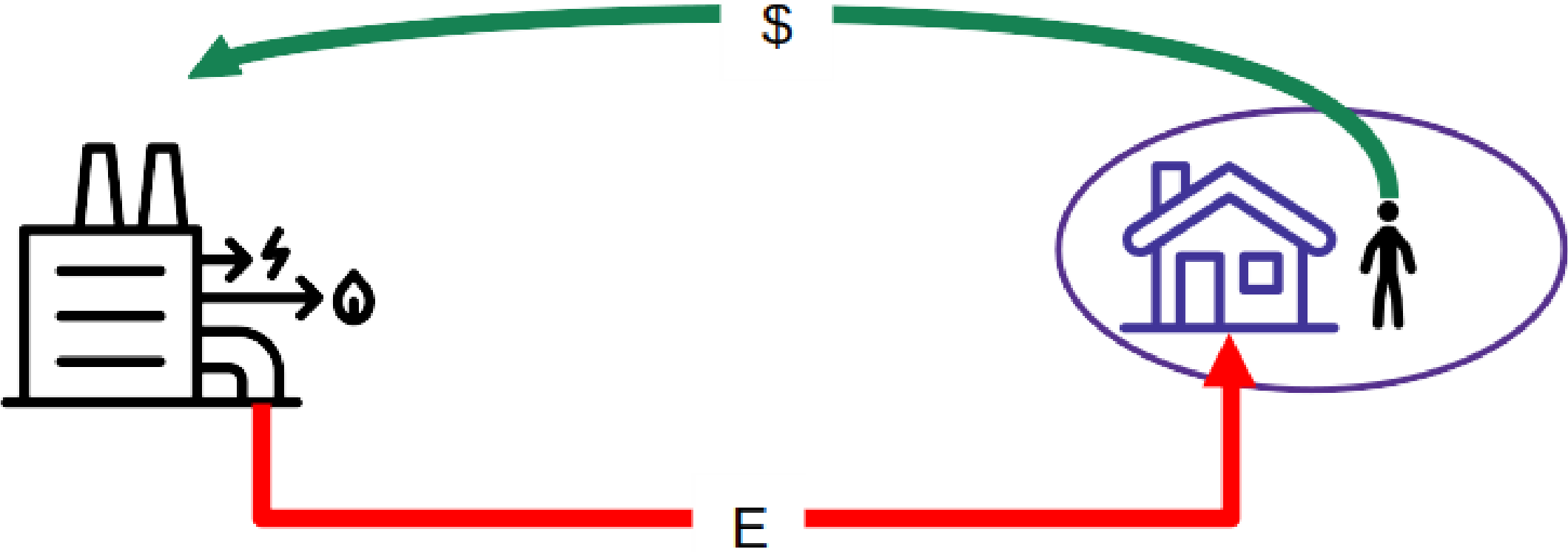
- Flera möjliga orsaker:
 - Hydraulisk balansering
 - Radiator (typ, ytan, inbyggd)
 - Termostat inställningar
- Vanligt antagande av fastighetsskötare: temperaturvariation inte önskat bland boende
- I alla fall: ingen kunskap om boende är nöjda



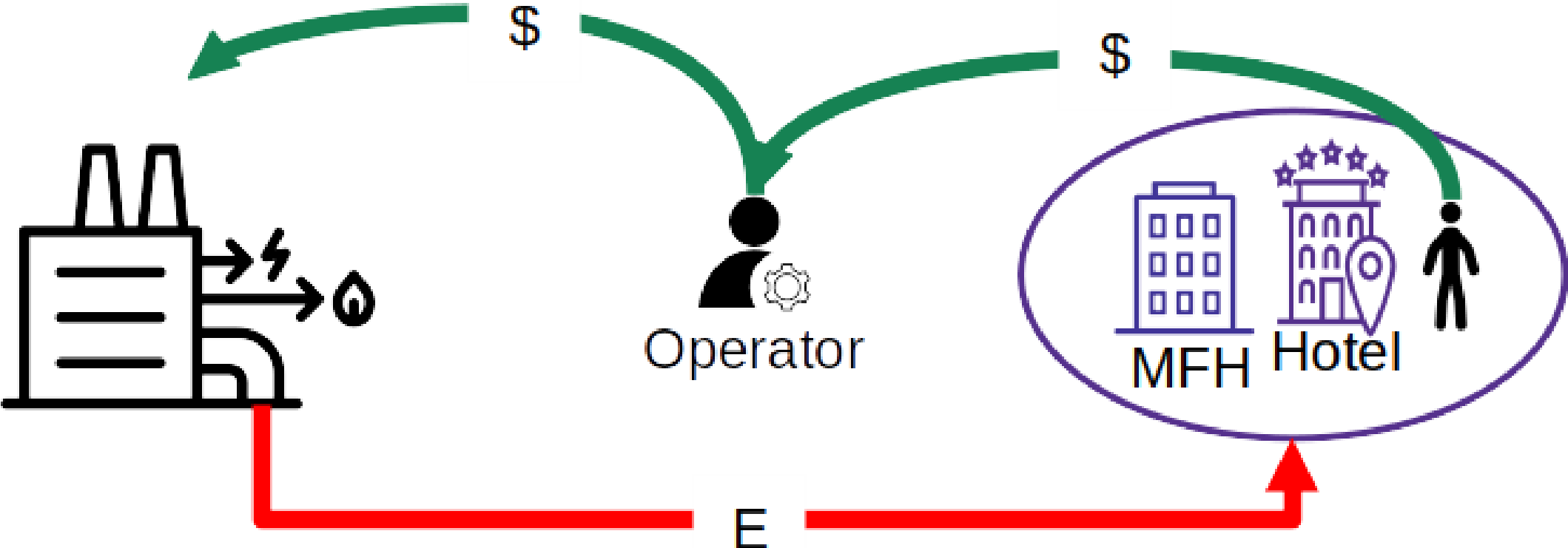


Slutkunder i olika marktsegment: Kontroll över klimat och finansier

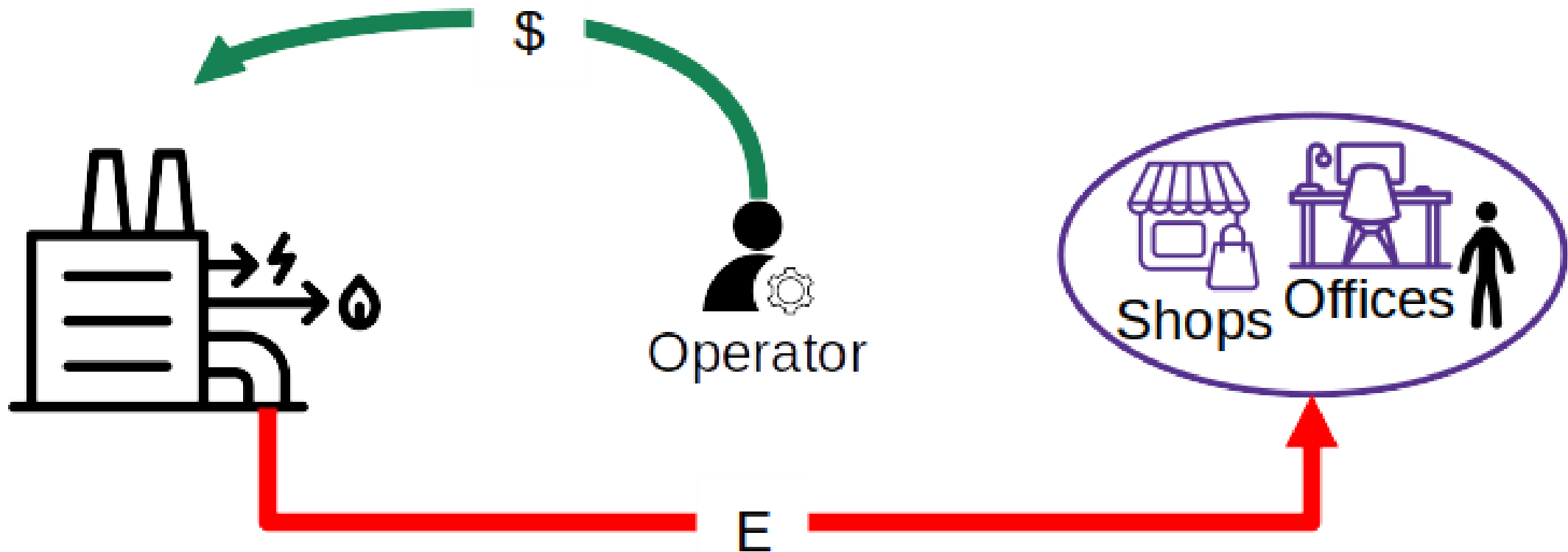
Boende i småhus



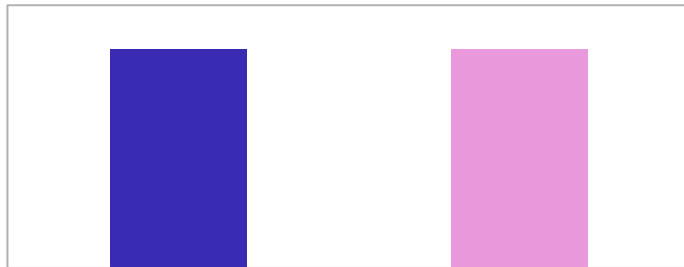
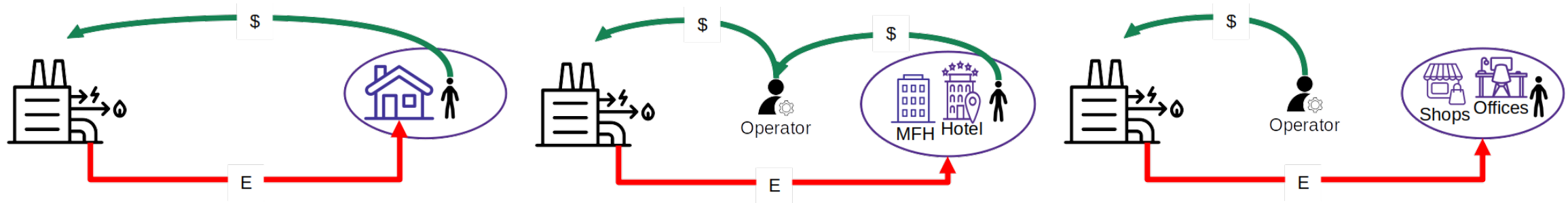
Boende i flerfamiljshus, hotell,
mm.



Vistelse i kommersiella fastigheter

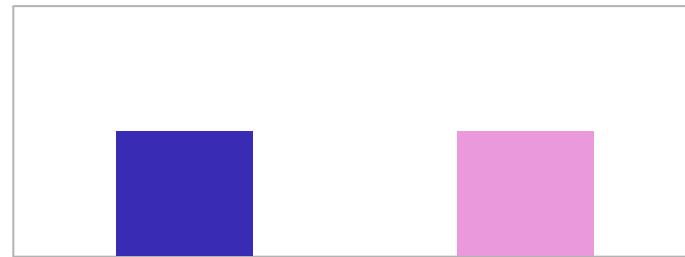


Nivå av boendes kontroll över inomhusklimatisering



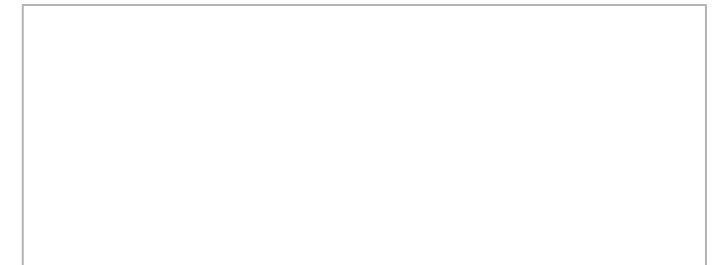
Financial

Comfort



Financial

Comfort



Financial

Comfort



Lastreducing

Lastreducering vid brist

- Mål: Att uppehålla leveranssäkerhet genom rättvis fördelning av tillgänglig effekt
- Uppstår med reducerat produktionskapacitet (tillfällig eller permanent)
 - bl.a. minskning av produktionsförmågan för kostnadsbesparingar, avbrott
- Svårt att planera i effekt och varaktighet
 - Många parameter spelar en roll som t.ex. klimatförhållanden



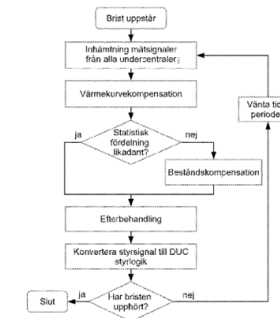
(12) Patentskrift

(10) SE 543 008 C2

(21) Patentansökningsnummer:	1851448-9	(51) Int.Cl.:	
(45) Patent meddelat:	2020-09-22	F24D 10/00	(2006.01)
(41) Ansökan allmänt tillgänglig:	2020-05-23	F24D 19/00	(2006.01)
(22) Ingivningsdag:	2018-11-22	G05D 7/00	(2006.01)
(24) Löpdag:	2018-11-22		
(30) Prioritetsuppgifter:	---		

(73) Patenthavare: Stockholm Exergi AB, Jägmästargatan 2/FE201, 107 76 Stockholm SE
(72) Uppfinnare: Quirin HAMP, Hägersten SE
(74) Ombud: Bergensträhle & Partners AB, Box 17704, 118 93, Stockholm SE
(54) Benämning: Förfarande och system för balansering av massflöde under produktionsstörning eller -brist i ett fjärrvärmenät
(56) Anförda publikationer: EP 3168541 A1 · US 5460196 A · WO 2012074478 A1 · CN 107726442 A · CN 108844120 A
(57) Sammandrag:

Ett förfarande för balansering av massflöde under produktionsstörning eller -brist i ett fjärrvärmenät innefattande ett flertal undercentraler, varvid varje undercentral innefattar åtminstone en primärsida ansluten till fjärrvärmenätet för överföring av värme mellan fjärrvärmenätet och undercentralen, en sekundärsida ansluten till åtminstone en rumsuppvärmningskrets för uppvärmning av åtminstone ett utrymme ansluten till undercentralen, och en justerbar ventil (102) anordnad mellan undercentralen och fjärrvärmenätet, varvid ventilen (102) i varje undercentral styrs av en värmekurva f som definierar en beräknad tilloppstemperatur ($T_{\text{tillopp, ber}}$) för rumsuppvärmningskretsen på undercentralens sekundärsida som en funktion av en uppmätt utomhustemperatur (T_{utomhus}). Förfarandet innefattar vidare ett steg med värmekurvекompensation för varje undercentral och beståndskompensation för alla undercentraler i beståndet. Resultatet används sedan för att styra ventilen (102) i respektive undercentral.



Lastreducering för optimering

- Mål: Att effektivisera tillgänglig produktionskapacitet
 - Planerbart i effekt och varaktighet
- Krav: Att förutse konsekvenser av lastreducering
- Förmågan att hantera transienter ökar tillgänglig lastreduceringskapacitet



Model predictive control for dynamic indoor conditioning in practice

Quirin Hamp^{a,*}, Fabian Levihn^{a,b}

^aStockholm Exergi AB, Jägmästargatan 2, 115 77 Stockholm, Sweden

^bRoyal Institute of Technology – KTH, Stockholm, Sweden



ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 December 2021
Revised 16 August 2022
Accepted 3 October 2022
Available online 17 October 2022

Keywords:
Model predictive control
Demand side management
Load reduction
Configurability
Building heating
Thermal storage
Thermal comfort
Demand forecasting
State space
District heating system
Modeling
Energy efficiency
Building simulation

ABSTRACT

The capability to dynamically plan, predict, and control indoor conditioning allows to adapt to individual preferences of inhabitants and enables demand side management. While former mainly improves thermal comfort of inhabitants so does latter unlock ecological and financial opportunities mostly for energy utilities. Commonly, dynamic indoor conditioning is based on piece-wise constant indoor temperature constraints. This paper's contribution is the presentation of additional constraints: in particular ones expressed relative to the nominal behavior of a hydronic heating system. This allows to simultaneously harness the relevant process variables in particular during the pre-loading and post-loading phases of a load reduction.

The findings are based on data sets acquired on 10 inhabited, residential buildings in Stockholm over a whole year. One of the findings is that building models need to be adaptable if predictive control is applied in practice. This adaptability is assured by a novel concept, i.e. a so called model manager on which the control is relying for the selection of the most accurate model.

Centralized optimal control of buildings connected to a district heating network is challenging in practice due to a high computational load. In order to reduce it, the herein presented method elaborates plans only every hour instead of at every control step for optimal control. Since these plans cannot be optimal due to the lack of regular update a hitherto unknown cascaded control logic has been developed that corrects planning errors and other disturbances.

Capabilities are demonstrated and compared to conventional controllers in dynamic simulations of a multi-zoned building.

The herein presented method is to our knowledge the first to provide all flexibility desired by energy utilities and inhabitants alike through harnessing the consequences of transitions.

© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The optimization of energy production and the rationalization of indoor conditioning serve ecological and economical interests alike and can be achieved by dynamically conditioning indoors [1]. Commonly, dynamic conditioning with a Heating Ventilation and Air Conditioning (HVAC)-system is achieved by modifying the indoor temperature setpoint that fosters a change of conditioning power. If the modification of the setpoint consists of a constant offset and does not respect the thermal characteristics of a build-

ing, in particular its thermal mass and isolation, it has following consequences: power peaks or drops occur that compromise the supply/demand balance of the grid and the delay in indoor temperature response causes discomfort to inhabitants. Furthermore, this approach does not provide a prediction of system behavior in particular for the transient periods. Accurate predictions are required for production planning, though. This applies particularly if Domestic Hot Water (DHW)-consumption peaks shall be compensated by a reduction of Space Heating (SH)-load. The reason is that such peaks last only a couple of hours (usually less than 3 h) thus the thermal system response may not have settled¹, i.e. steady state is not reached. Therefore, the value of this flexibility is dependent on the accuracy of plans and their execution. This study contributes with a robust control method taking into consideration practical

Abbreviations: DH, District Heating; DHW, Domestic Hot Water; DSM, Demand Side Management; HVAC, Heating Ventilation Air Conditioning; HX, Heat Exchanger; MFH, Multiple Family House; MPC, Model Predictive Control; PID, Proportional Integral Derivative; PMV, Predicted Mean Vote; QoS, Quality of Service; QP, Quadratic Programming; SH, Space Heating.

* Corresponding author.

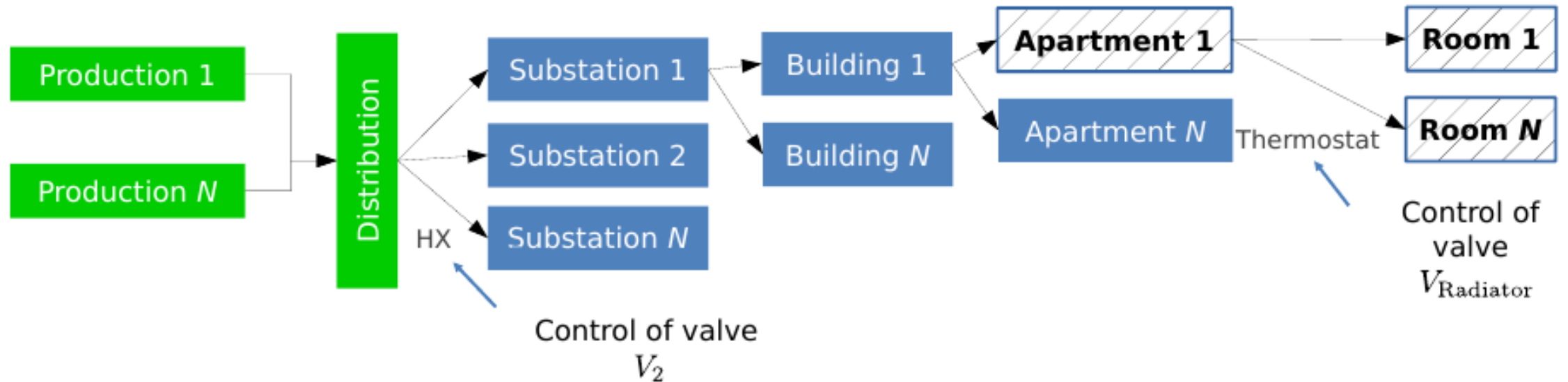
E-mail address: quirin.hamp@stockholmexergi.se (Q. Hamp).

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112548>

0378-7788/© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

¹ Observation made for buildings in Stockholm that is generalizable for the ones with similar thermal characteristics.

Teknik för lastreducering – 2 alternativ



2

Utmaningar

Leverantör av värmestyrutrustning: Nisch för flexibilitetstjänster

- Invånare installerar smarta termostater utan energiföretags kännedom
- Energiföretag måste leverera energi för att tillfredsställa temperatur som en boende över en uppkopplad termostattjänst kräver
- Kunder kan följa lastreduceringar
- Leverantör av styrutrustning -> direkt konkurrent för energiföretagen genom att erbjuda lastreducering



NETATMO



FIBARO



micropelt
Eine Marke der EH4 GmbH

Danfoss

SIEMENS

tado°



BOSCH

nest

Honeywell

Schneider
Electric

mm.

Värde av lastreducering för energiföretag

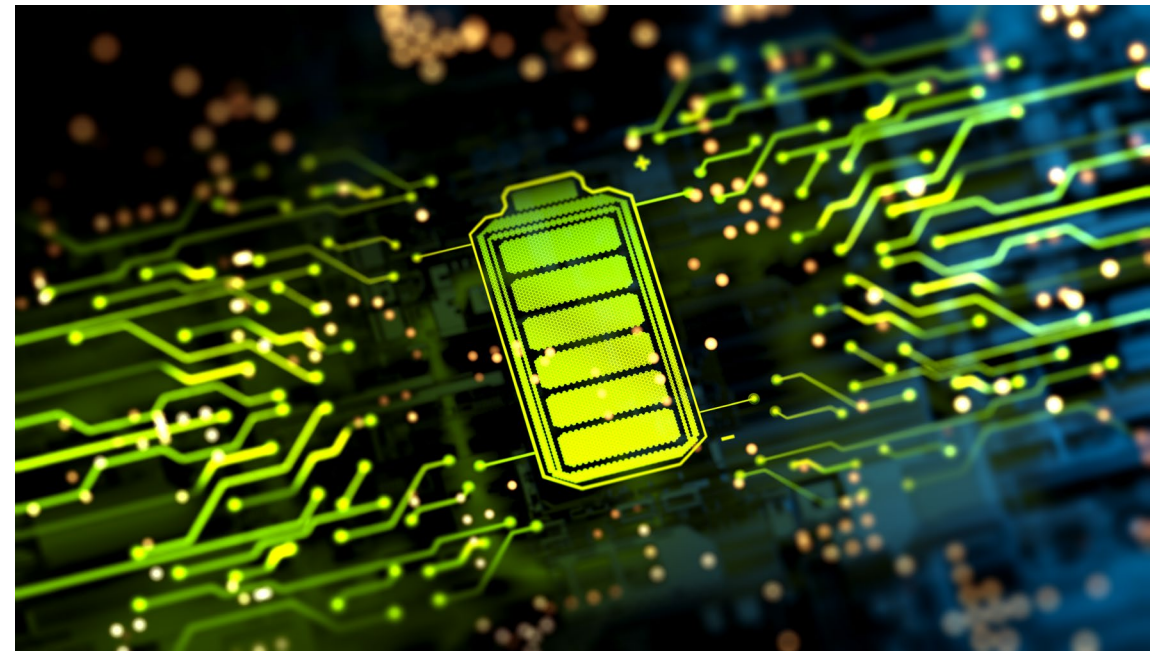
Rationering enda lösningen till rättvis fördelning

Kostnadsbesparing med reducerad produktionskapacitet

Undvika dyrt spetsproduktion

Öka intäkter genom maximering av el-produktion

Mätvärdesinsamling används också för styrning



Värde av lastreducering för boende



Vid brist

Leveranssäkerhet



Vid optimering

Beror på incitament: finansiell, moralisk, mm.

Olika kommersialiseringsstrategier av lastreducering

(För- och nackdelar)

Ingen tydligt
uttalande om
lastreducering

Boende får ut något
för sitt godkännande
av lastreducering

Mäta boendes
nöjdhet

Göra det styrbar för
boende

SE kommersialiseringsstrategi: Komfort förväntan - efterfrågefleksibilitet

Testa Intelligy-ent fjärrvärme. Helt gratis.

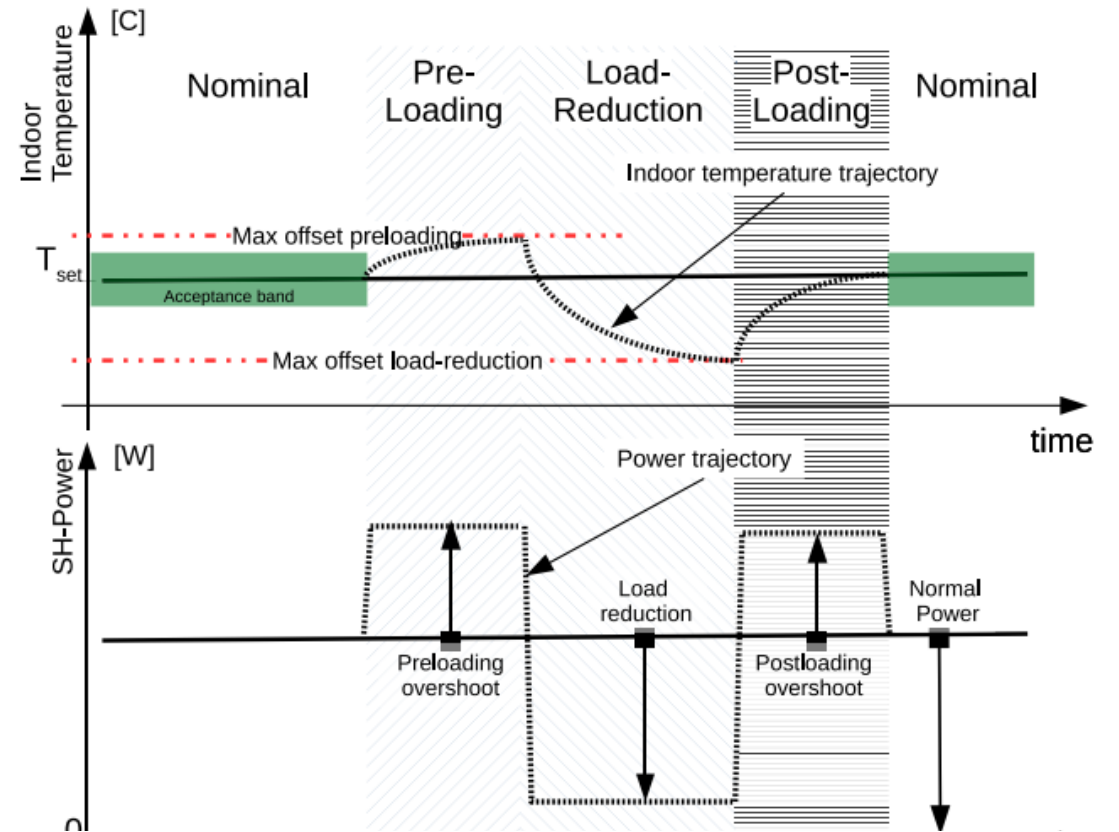
Ingen bindningstid — Intelligy Start 0:-

Nu kan du som fjärrvärmekund skaffa Intelligy Start, utan kostnad och bindningstid. Med erbjudandet Intelligy Start får ni tre inomhussensorer och tillgång till plattformen Intelligy. Inomhussensornerna ger större insikt i inomhusklimatet i fastigheten och om det finns stora temperaturskillnader. Med analysverktyget Intelligy kan ni analysera hur temperaturen förändras över tid. Det är enkelt att uppgradera för optimerad energianvändning och digital driftkoll. Intelligy-ent med andra ord.

Läs mer och beställ på smartfastigheter.stockholmexergi.se

stockholm exergi

optimerad energianvändning



Utmaningar vid kommersialisering



3

Lösningförslag



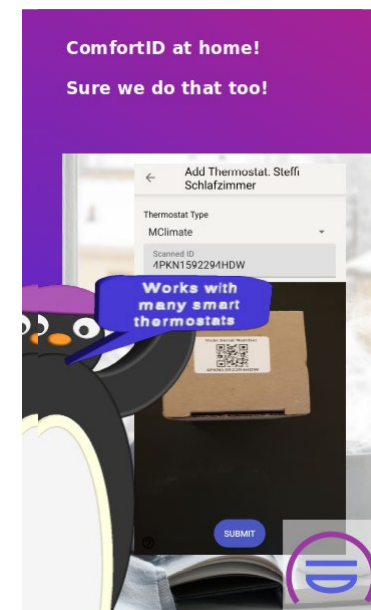
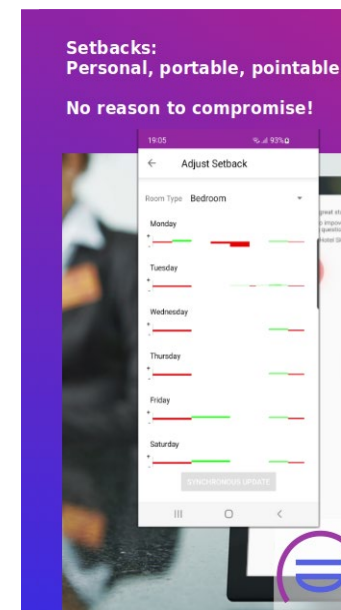
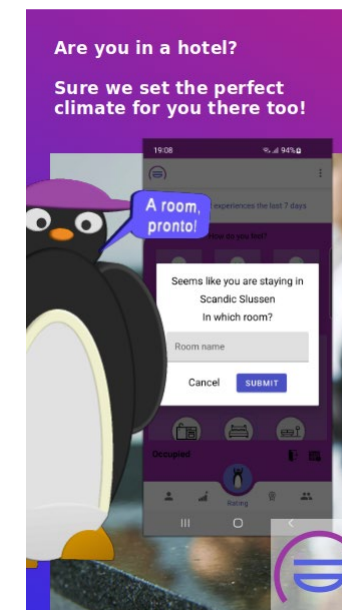
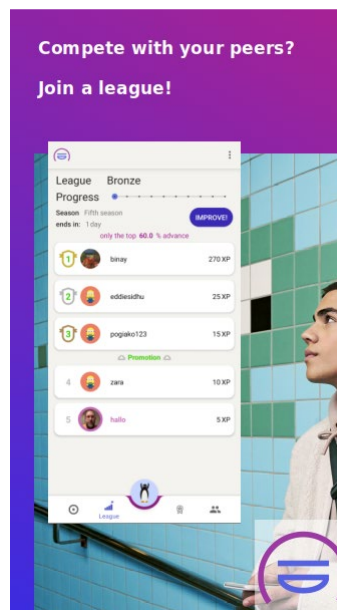
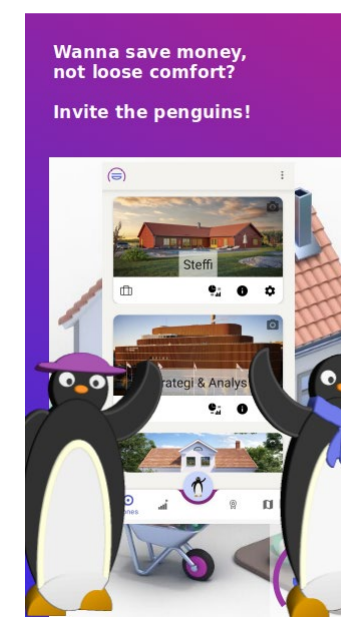
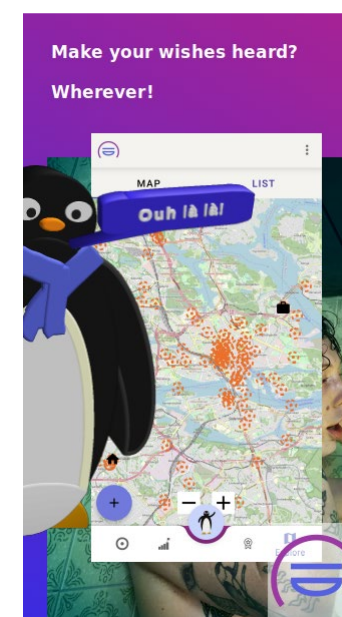
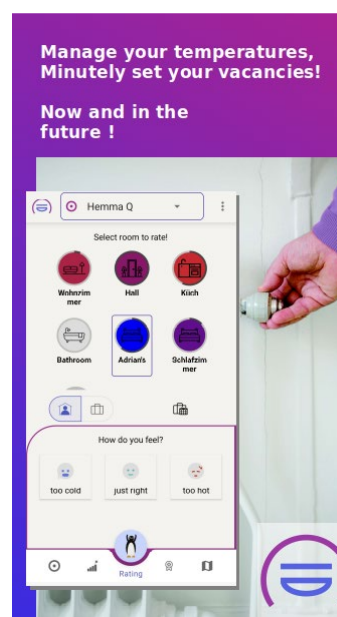
Vision

En international standard
för
individuella termiska preferenser ska
etableras.



ComfortID PoC

- Värdering av inomhus klimat
- Besparingspotential mot komfortgräns
- Realtid kundnöjdhet
- Automatisk styrning med uppkopplad termostat
- Portabel temperatur preferenser
- Förvaltning av preferenser vid lastreducering
- Gratifikation genom Lojalitetsprogram

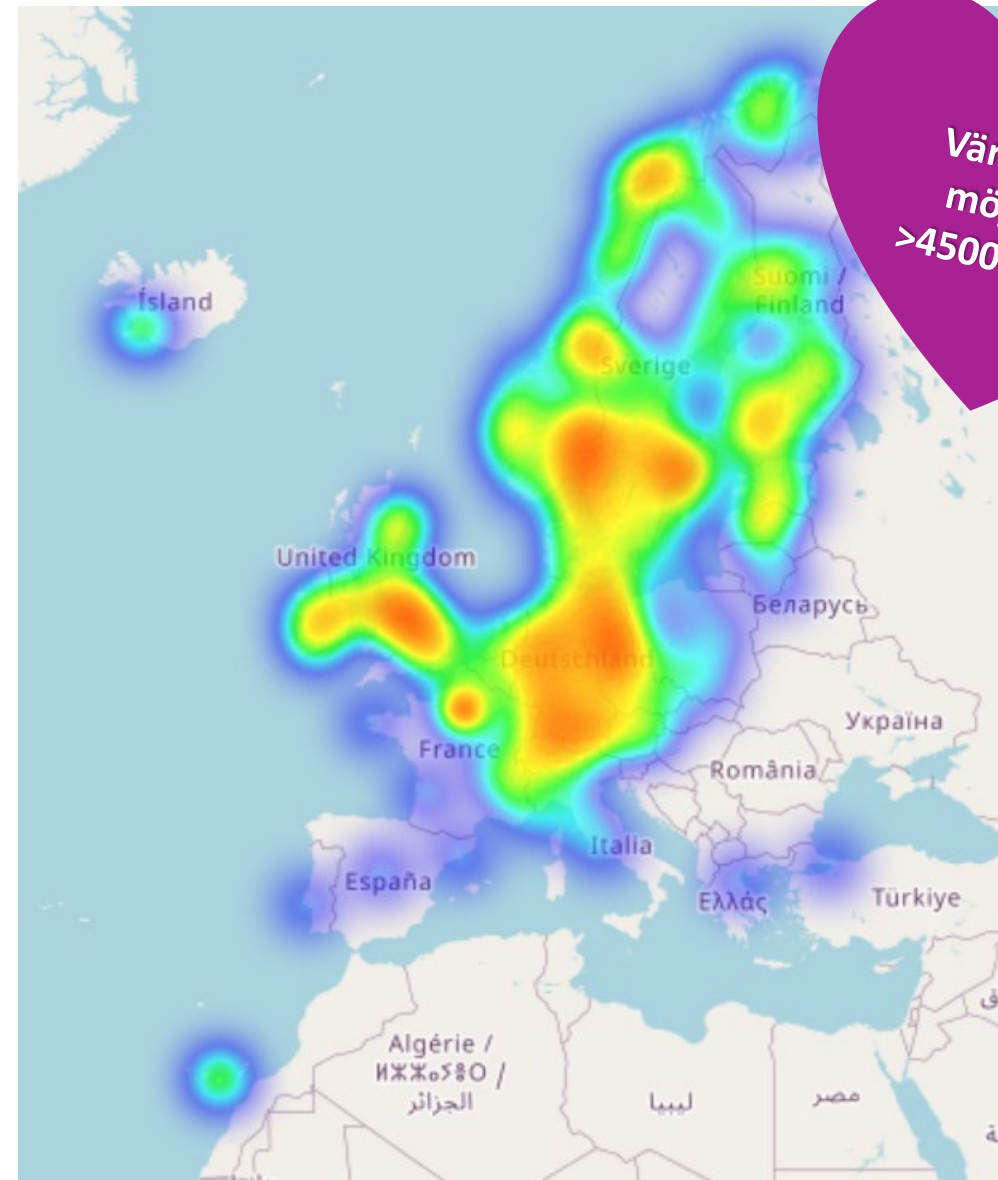




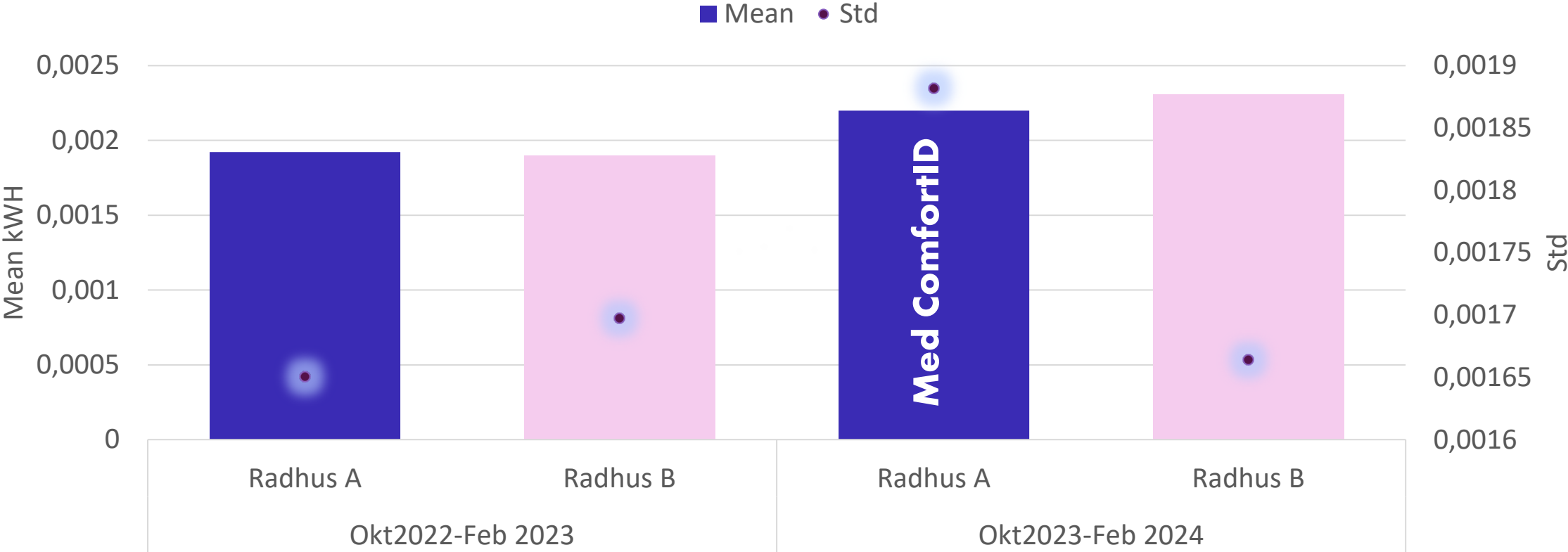
Utbredning & användning av ComfortID

- 12 pilotanläggningar
- >50 användare
- Värdering av klimat möjligt överallt
- Värderingsterminal är en viktig del för att skaffa användare

INTEGRATION eller DISTRIBUTION?



Första resultat



4

Workshop den 3 April 2024
Halvdag
i Stockholm

5

Frågestund



https://comfortid.org/miniapp/?zone=b896e7bd-074a-45e7-b6fc-868d16407b7e&config=2bf9c895-84e9-47e2-bfb5-ad5b8bd304e0&outdoor_temp=4.0&indoor_temp=21.0