



Digitalisering, machine learning och AI inom kraftvärmesektorn

Pia Malmström Lawson – Marknadschef, Energy Opticon

Framtidens energisystem

Fjärrvärme

- Tillvarata mer spillvärme
- Mer konkurrens för fjv
- Elda mer icke-konkurrerande bränsle
- Bygga in flexibilitet i energisystemet
- Inte lägga alla ägg i samma korg

Fjärrkyla

- Kommer vara ett självklart val hos många kunder
- Bygga ihop lokala nät i städer, skalfördelar kommer att uppstå
- Goda förutsättningar för ackumulering

Kunderna

kommer bli en del av själva optimeringen. Integration mot kundanläggningarna

En elektrifiering av transportsektorn riskerar att öka det totala effektbehovet med 6 GW, eller 20%

Elsystemet

- Planerbar kraftproduktion och förbrukning viktigare
- Kunna reglera mycket och snabbt
- Stödtjänster, blockbud och intraday-handel viktigare
- Nya tekniker som vätgas-system/CCU

Utmaningar för energibolag

I en föränderlig energimarknad behöver energibolagen använda sig av sofistikerade tekniker för att **bibehålla sin lönsamhet och konkurrenskraft.**

Vad kan man göra?

Undvika **start** och **stopp** av enheter

Billigaste val av **bränsle**

Använda enheter med högst **verkningsgrad**

Optimala perioder för **underhåll**

Investera i ny teknik för ökad **flexibilitet**

Optimera framtemperaturen i fjärrvärm nätet, laststyrning

Reducera **produktionskostnader**

Öka intäkter från **handel med energi**

Sänka **CO₂-emissioner**

Gemensamt **planeringsverktyg** för alla nivåer i företaget

Öka **transparens** och **säkerhet i beslut**

→ Arbeta smartare med hela energisystemet – totaloptimering av integrerade energisystem

Områden där digitalisering/AI är viktigt

Totaloptimering av energisystem

Reducera årliga driftskostnader med 5-15%, även stora sänkningar av CO₂

Ekonomisk produktions optimering

(kort- och långtids)

Private Cloud

Styrning och kvalitetskontroll av mätvärden

Noggranna last- och prisprognoser (AI/statistiska metoder)

Hybridlösningar (vind-/solkraft, geotermi, vätgas etc.)

Stöd för handel med energi (day-ahead, blockbud, intraday, stödtjänster etc.)

Optimering av framtemperatur, simulering av fjärrvärmenätet, laststyrning

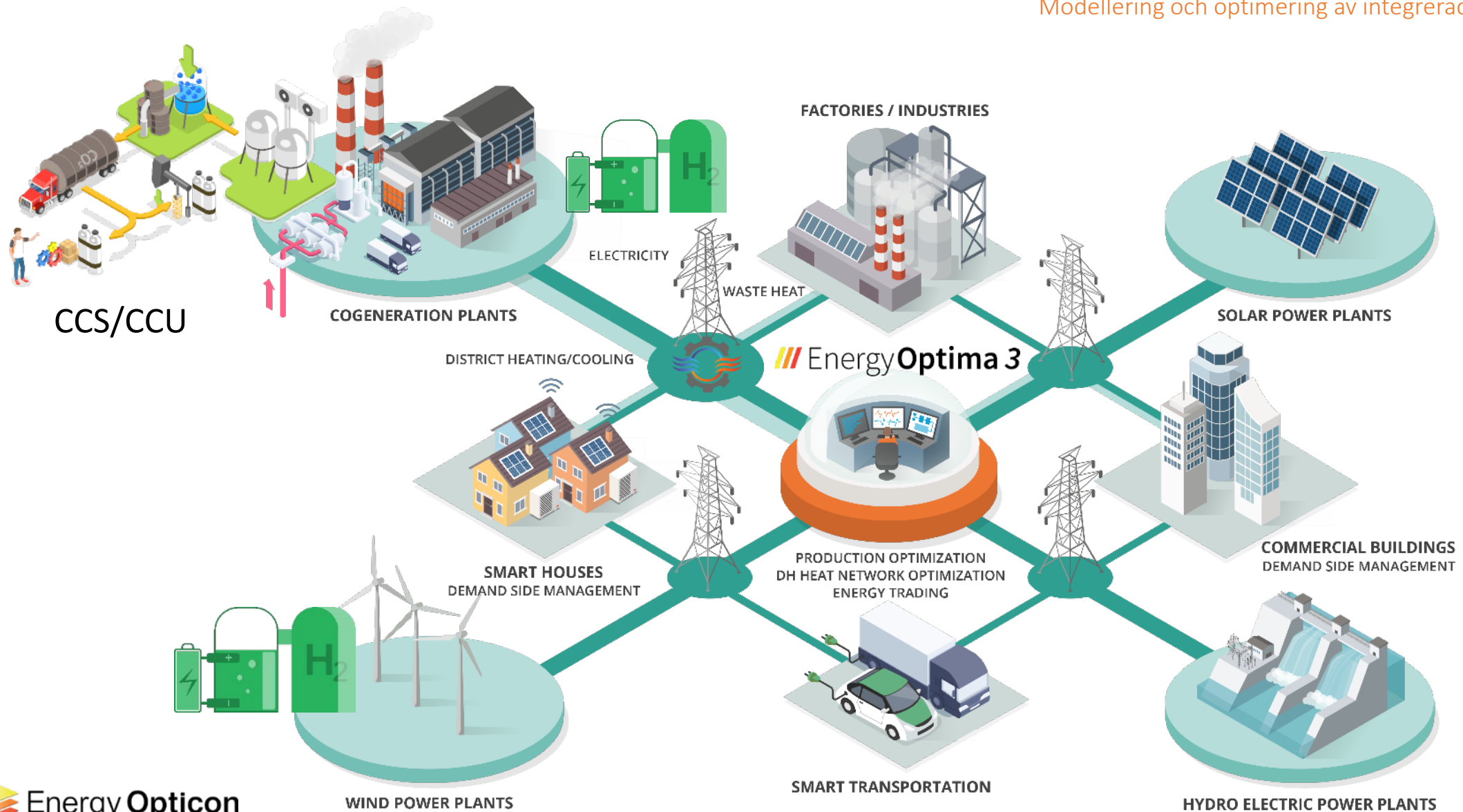
Optimering av lokala elnät och kritiska punkter (övervakning, elbalans)

Investeringsberäkningar och simuleringar (nya enheter, CO₂, bränslen, H₂, CCS/CCU etc.)

Avancerade import och rapportering

Totaloptimering av integrerade energisystem

Modellering och optimering av integrerade energisystem



Avancerade algoritmer och AI

Modellering, simulering och optimering av integrerade energisystem

noll-ett kombinationer

- **2** produktionsenheter
- **3** h produktionsplaner
- **0** = enhet körs inte **1** = enhet körs

Möjliga kombinationer:

2 (Produktionsenheter) x (Timmar) **3 timmar** = $2^{2 \times 3} = \mathbf{64}$ (se ovan)

6 timmar

= $2^{2 \times 6} = \mathbf{4\ 096}$

12 timmar

= $2^{2 \times 12} = \mathbf{16\ 777\ 216}$

24 timmar (10 produktionsenheter)

= $2^{10 \times 24} = \mathbf{1.8 * 10^{72}}$

Timme 0	Timme 1	Timme 2	Timme 3	
Start	00	00	00	
			01	
			10	
	00	01	00	11
				01
				10
	00	10	00	11
				01
				10
	00	11	00	11
				01
				10
01	00	00	11	
			01	
			10	
			11	
01	01	00	Etc.	
			01	
			10	
			11	
10	00	00	Etc.	
			01	
			10	
			11	
11	00	00	Etc.	
			01	
			10	
			11	

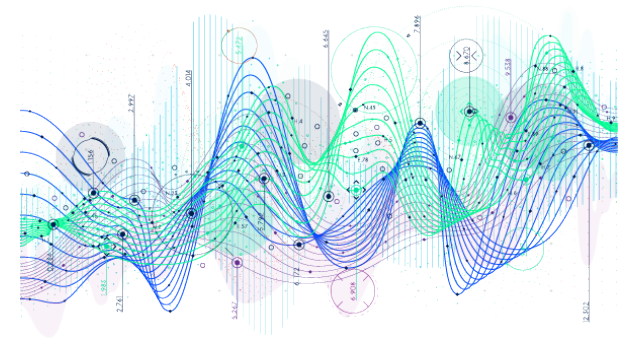
Och så vidare

Avancerade algoritmer och AI

Modellering, simulering och optimering av integrerade energisystem

AI, machine learning och statistiska metoder

- En realistisk modell av hela energisystemet skapas i en digital tvilling. Tekniska och ekonomiska indata matas in. Mätdata och prognoser kopplas också till modellen.
- Träning av data för prognoser. Statistiska modeller och AI-modeller låter optimeringarna lära sig och förbättra sig genom ny input och jämförelse med historik från tidigare år.
- Optimeringar med Mixed Integer Programming
- Onlinekorrigerigering av prognoser mot lokala mätvärden





Innovation

Outnyttjad potential i fjärrvärmenät

(Optimering av framtemperaturer och detaljerad simulering av fjärrvärmenät)

Varför optimera framledningstemperaturen?

Möjligheter & Vinster

Outnyttjad potential i existerande fjärrvärmenät

Sänka drifts-
kostnader
och förluster
i nätet

Sänka CO₂-
utsläpp

Sänka fram-
temperaturen
i fjärrvärme-
nätet

Kapa
lasttoppar,
jämnare flöde
i nätet

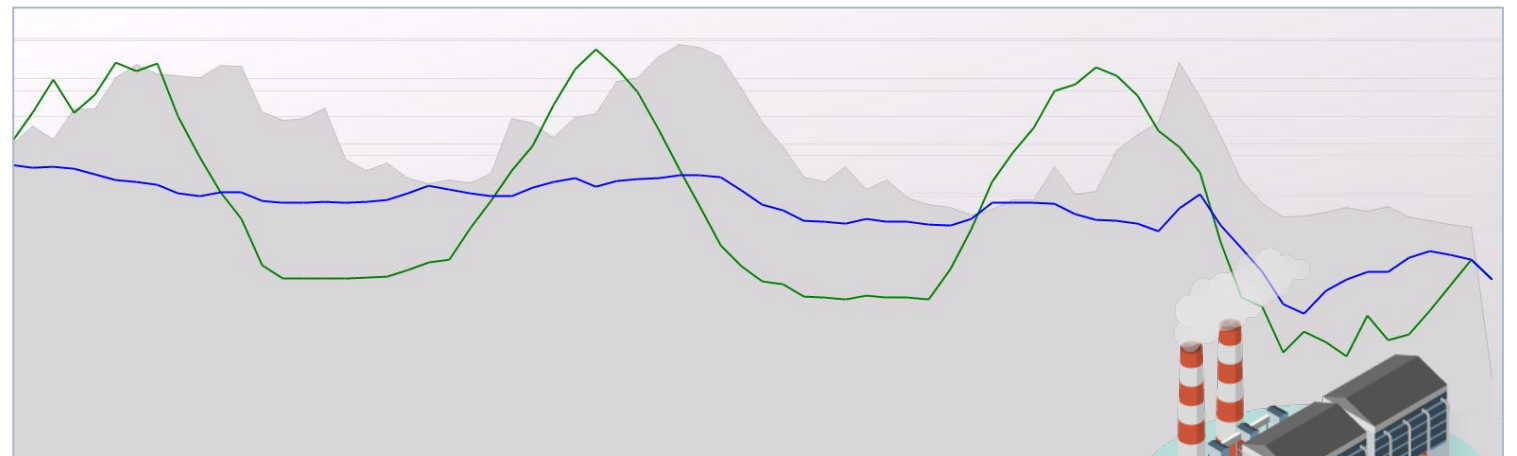
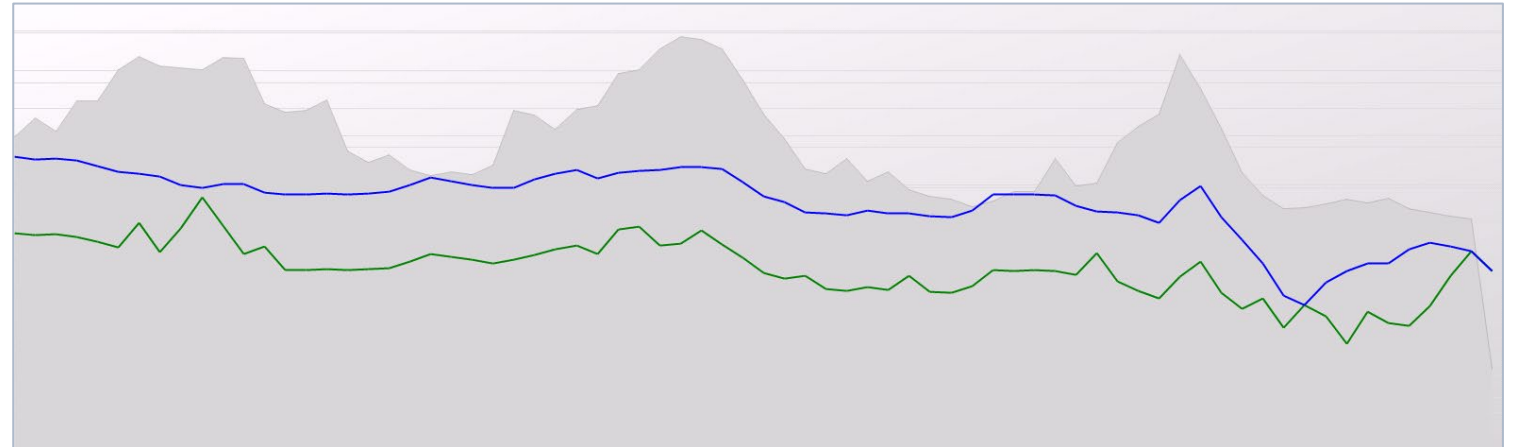
Öka
verkningsgrad
på turbiner

Öka intäkter
från elhandel

Överföringsbegränsningar

Resultat.

- Fjärrvärmelast
- Original temperaturkurva
- Optimerad temperaturkurva

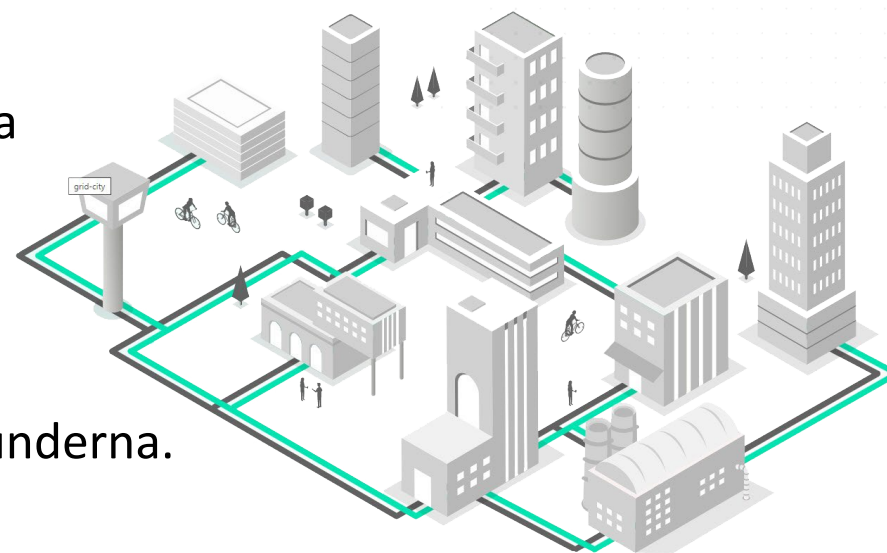


Detaljerad simulering av fjärrvärmenät

Jobba smartare med fjärrvärmenät

Innovativa algoritmer och digital tvilling för en bättre hantering av fjärrvärmenät:

- ✓ Högre effektivitet och förtroende för utformningen av nya termiska system.
- ✓ På ett enkelt sätt utvärdera, utmana och förbättra befintliga strategier för nätverkskontroll.
- ✓ Testa nya konfigurationer, t.ex. anslutning av ytterligare slutanvändare till ett fjärrvärmenät.
- ✓ Förenera energieffektivitet och värmeleveranssäkerhet för kunderna.
- ✓ Spåra och minska energiförluster i nätet
- ✓ Input och förbättrad funktionalitet för optimering av och sänkning av framtemperatur
- ✓ Robusta och snabba beräkningsmetoder baserade på fysiska lagar.





Innovation

e-Flex Digital plattform för handel
och styrning av energi

Utveckling av morgondagens flexibla energisystem

Svenskt samarbetsprojekt

Projektbeskrivning

- **Skapa ett mer robust**, miljövänligt och ekonomiskt optimerat energisystem
- **Nya affärsm modeller** med dynamiska prismodeller som skapar incitament till förändrat beteende
- **Digital plattform för totaloptimering** av kunds samtliga energikällor (fjärrvärme, fjärrkyla, värmepumpar etc.)
- **Pilot på 5 testobjekt** på sjukhusområdet i Lund samt 50 byggnader i Eslöv Bostads ABs bestånd
- **Replikerbar lösning**

e-Flex

Digital plattform för handel och styrning av energi



Projektgrupp:



Kraftringens drivkrafter för medverkan

e-Flex – Digital plattform för handel och styrning av energi

Stärkt kunddialog

**Minska / skjuta på
utbyggnadsbehovet**

Ökad robusthet

Stärkt konkurrenskraft

Bättre resursutnyttjande

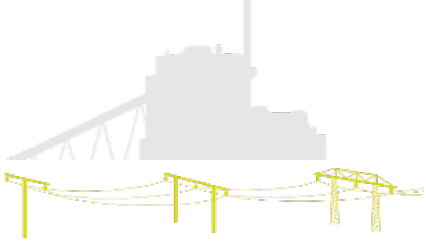
Minskad spetslastproduktion

Totaloptimering

Produkt- och affärsutveckling

**Driva utvecklingen inom hållbar
energi framåt**

Energisystemdata



- Fjärrvärme & Fjärrkyla
- Elnätsdata
- Nordpool spot

Den digitala plattformen



- Dagen-före-prognoser
- Styrning på ekonomi eller miljö
- Automatisk optimerad körplan

Byggnadsdata



- Energidata
- Energiutrustning och ventilation
- Prognos värmeflexibilitet

Optimerat energisystem



- Ekonomi
- CO₂
- Primärenergi
- Kombination

- Utvärdering
- Visualisering
- KPI

Funktionalitet för e-Flex

Svenskt samarbetsprojekt (delvis sponsrat av Energimyndigheten)

Energiflexibilitet (pilot)



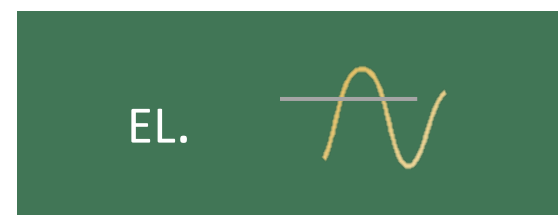
- ✓ Reducerade energikostnader
- ✓ Energisystemoptimering
- ✓ Rätt energikälla vid rätt tidpunkt

Värmeflexibilitet (pilot)



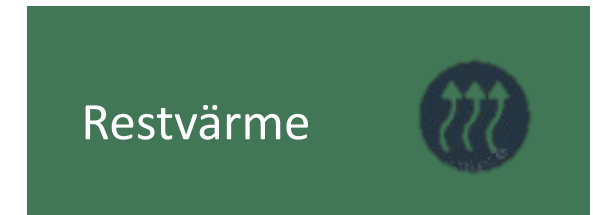
- ✓ Optimerad produktion
- ✓ Reducerade energikostnader
- ✓ Minskat utbyggnadsbehov av spetslast

Nedstyrning eleffekt (pilot)



- ✓ Minskad risk övertrassering
- ✓ Frigörande av eleffekt
- ✓ Minskat utbyggnadsbehov av elnät

Tillvaratagande av restvärme



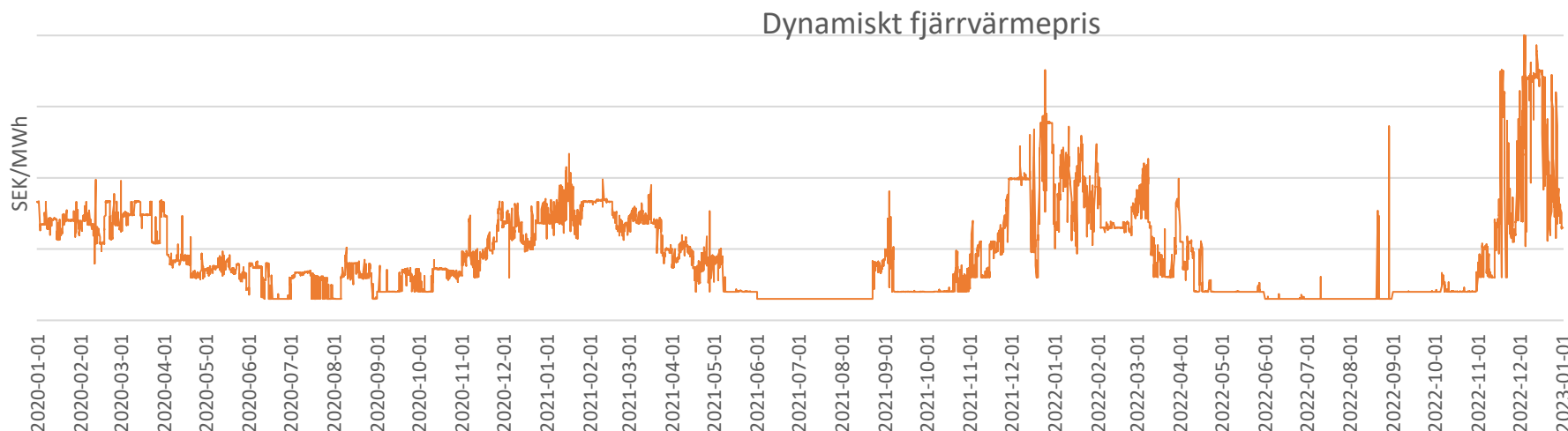
- ✓ Rörlig ersättningsmodell
- ✓ Spillvärmemottagande vid rätt tidpunkt
- ✓ Ökat resursutnyttjande

Dynamiska styrsignaler (fjärrvärme, fjärrkyla)

Förutsättningar

- Rörligt på timnivå
- Baseras på marginalproduktionskostnad
- Kostnadsneutralitet mot nuvarande modell vid oförändrat beteende
- Syfte dock att ändra beteende (energiflexibilitet, värmeflexibilitet)
- Kunden köper rätt energislag vid rätt tidpunkt

Skapar förutsättningar för kunden att vara flexibel

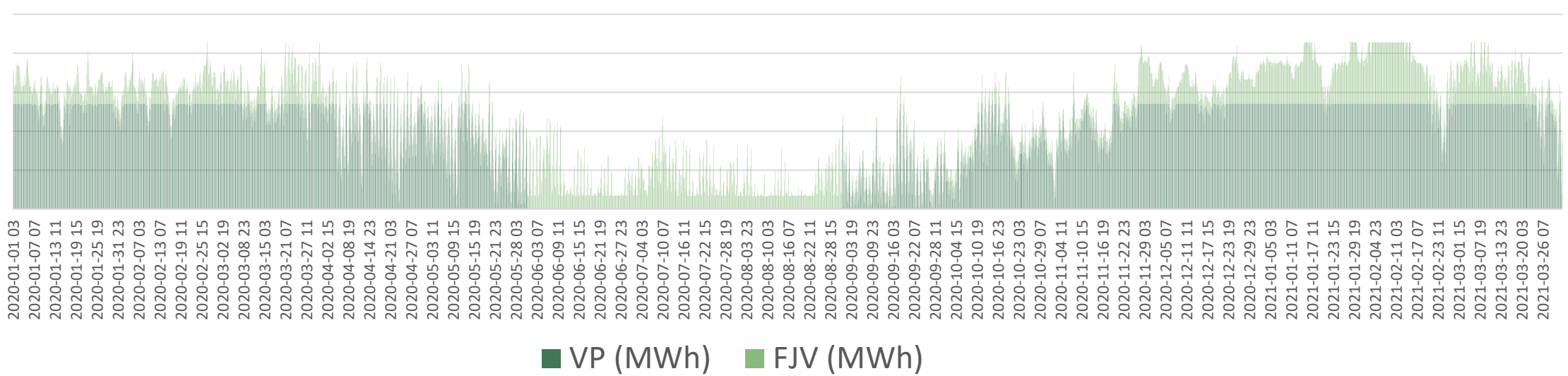


Energiflexibilitet

Resultat

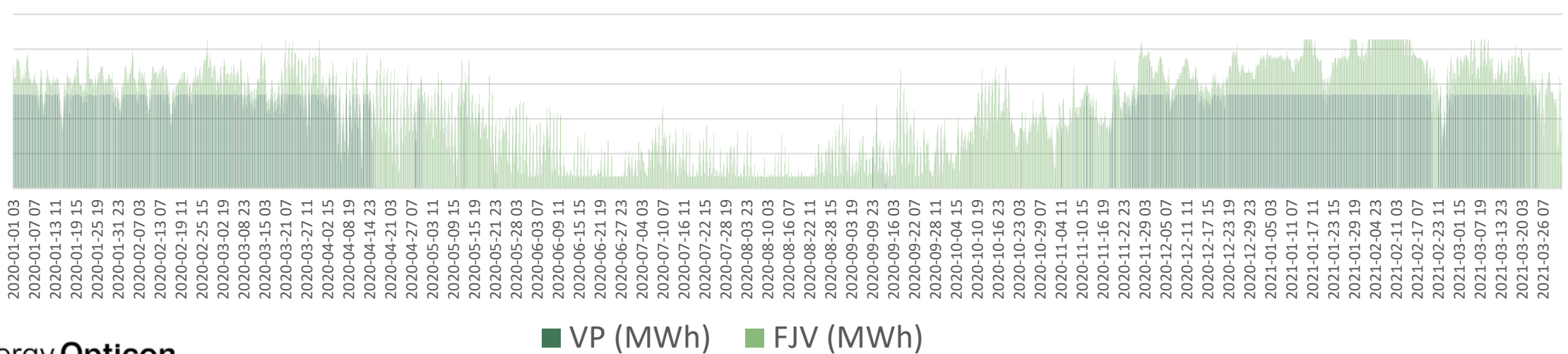
Värmeeffektbehov (MW)

Befintlig körstrategi



Värmeeffektbehov (MW)

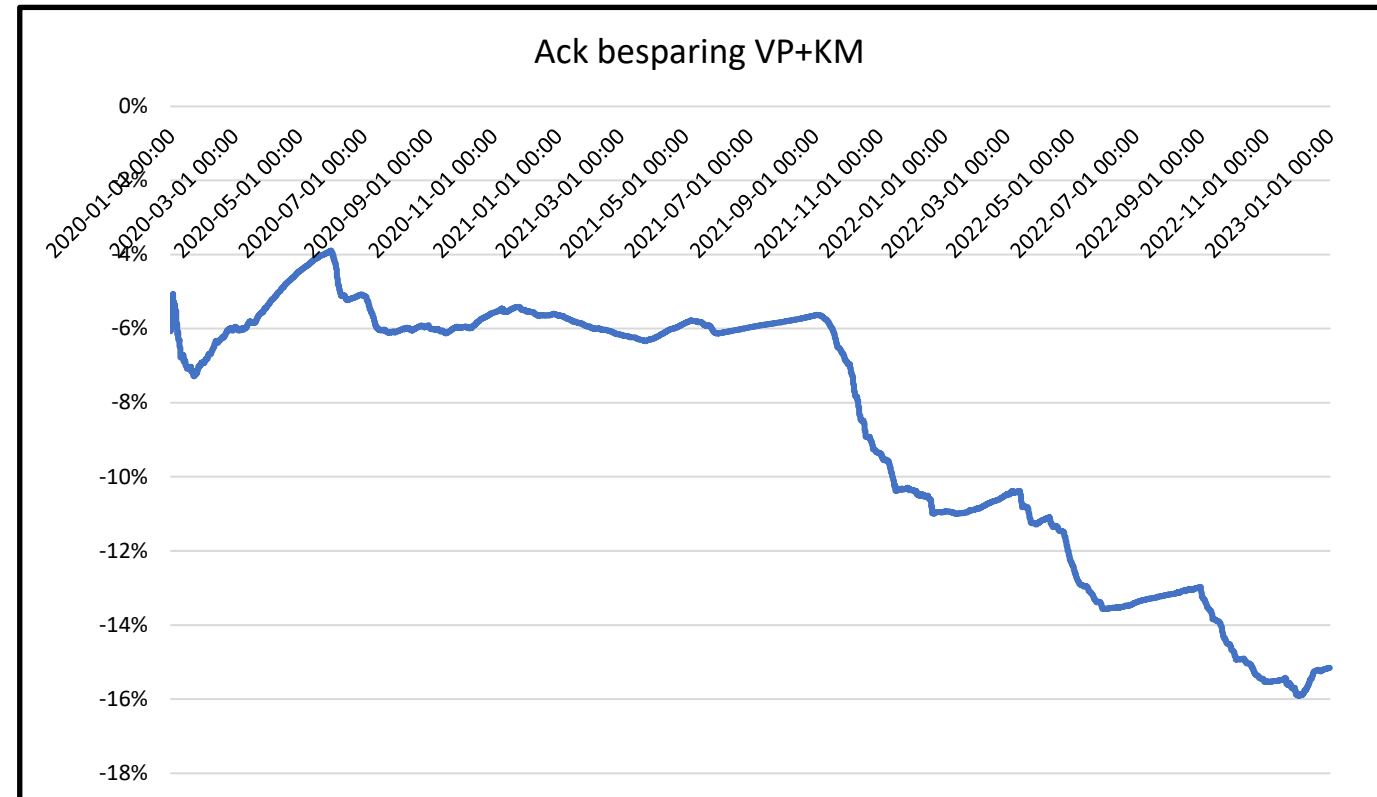
Ny dynamisk körstrategi, 2020



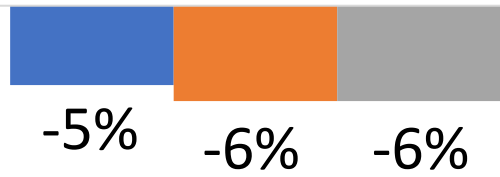
Vinstpotential för kund

Fördelar för fastighetsbolag med e-Flex

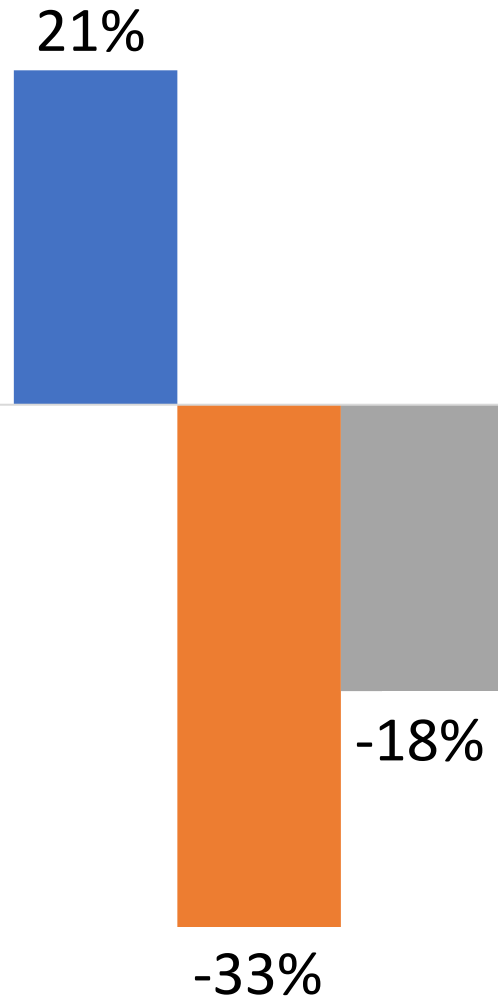
- Fastighetsägare som är anslutna till e-Flex får ett automatiskt system som ger:
 - ✓ Minskade kostnader
 - ✓ Minskad klimatpåverkan
 - ✓ Förbättrad övervakning



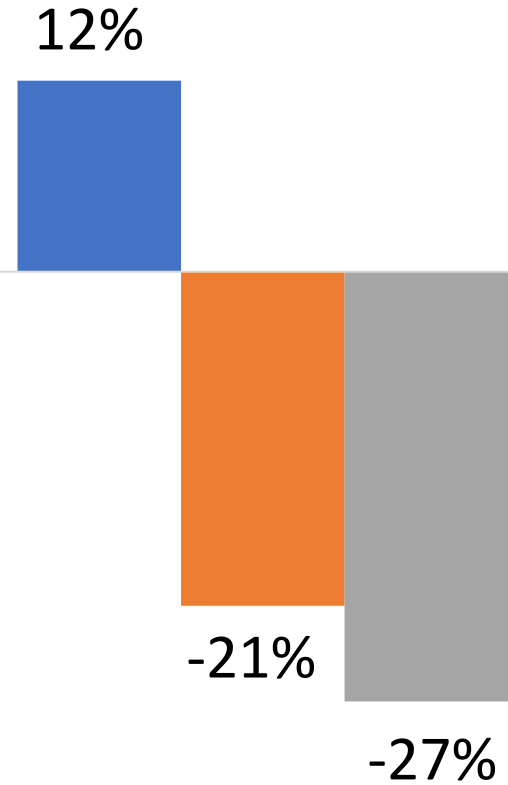
Finansiell optimering



Optimering minskade CO2-ekvivalenter



Optimering minskad PEF



- SEK
- CO2-ekv.
- PEF



Machine Learning



Innovation

Långtids investeringsberäkningar

Långtids investeringsberäkningar

Lönsamma framtidsinvesteringar

Långsiktiga beslut som kan förbättra energibolagens ekonomi

- ✓ Simulering av olika produktionsscenarier och kostnader,
- ✓ Simulering och optimering av installation av ny teknik, som vätgas-system, CCS/CCU mm.
- ✓ Dimensionering av nya enheter,
- ✓ Bränsleplanering, revision och underhållsplanering,
- ✓ Kostnadsplanering för CO₂-utsläpp,
- ✓ Kontrakt för bränsle- och energiförsörjning,
- ✓ Beräkning av ROI och underlag för investeringsval.



Optimal dimensionering av nya energisystemenheter

Lönsamma framtidsinvesteringar

Optimering av storleken på planerade nya enheter - en viktig funktion för korrekt beslutsfattande.

Fördelar:

- Stöd för energiproducenter med förstudier och säkrare investeringsplanering.
- Förslag på optimal storlek och funktionalitet.
- Hitta den bästa lösningen och ekonomin för utbyggnad av det befintliga energisystemet.
- Man slipper trial and error.



Analys för **vätgasproduktionssystem** med optimal storlek på elektrolysator, vätgaslagring och elnätsanslutningskapacitet

Tack för att ni lyssnade!

- Optimera produktion – distribution – efterfrågan
- Flexibla och integrerade energisystem

Pia Malmström Lawson, Energy Opticon
pia.malmstrom@opticon.se

www.energyopticon.com

