

Energifleksibilitet i bygninger – er det besværet værd?

Analyse af potentiale og implementering af
energifleksibilitetsløsninger i større bygninger

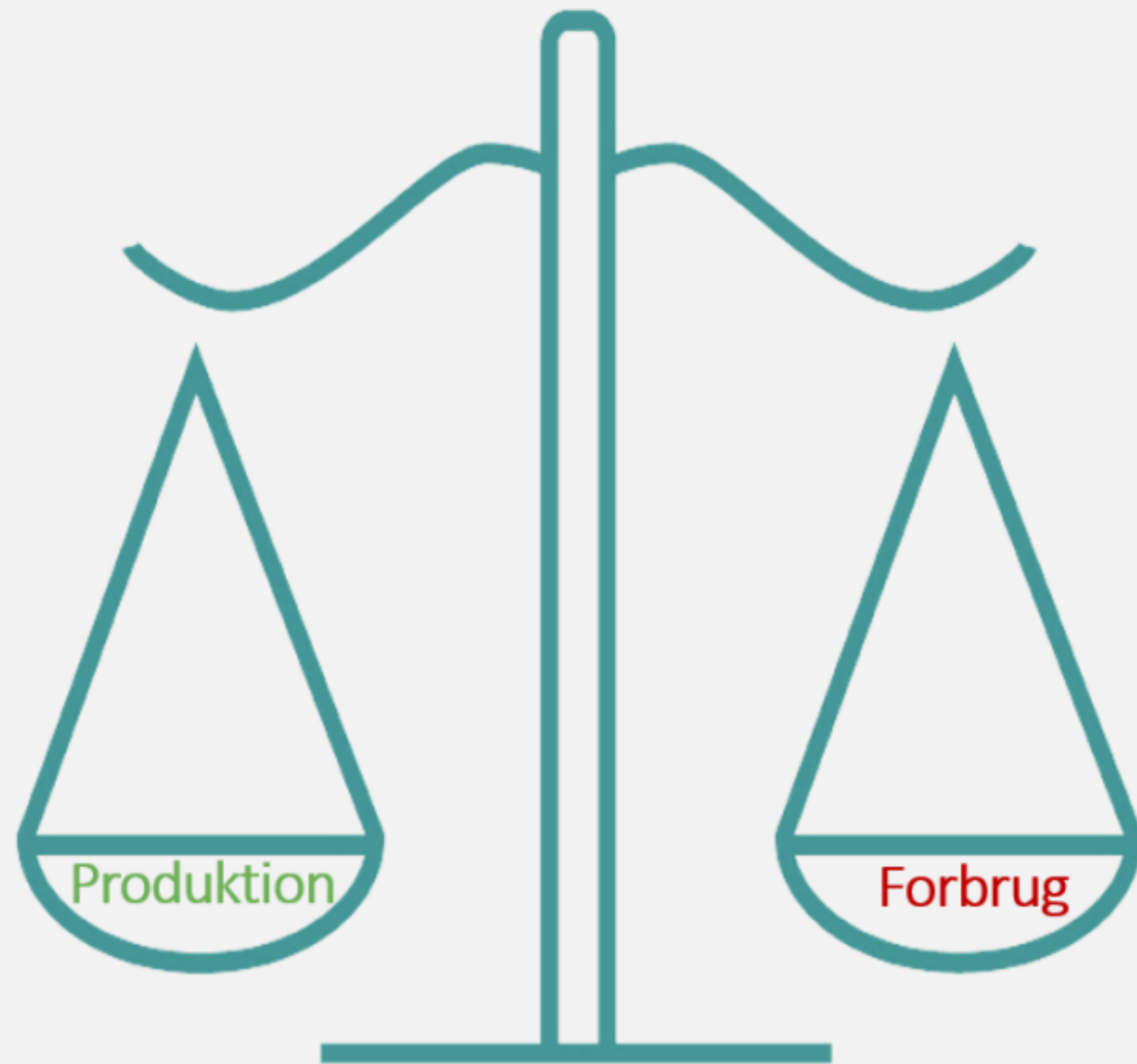
KAFFEMØDE – 18. DECEMBER 2024

Christian Holm Christiansen, Teknologisk Institut

cnc@teknologisk.dk

Indhold

- Marked for energifleksibilitet
- WBDK-projektet
- Databehandling og -analyse
- Case - skoler
- Potentiale
- Opsummering



Markedet for energifleksibilitet

3 typer markeder – forskellige behov:

1. Elmarkedet (spotmarkedet)
2. **Balancemarkedet**
3. Lokale fleksibilitetsmarkeder

Balancemarkedet:

Opregulering	Mere produktion af strøm	Reduktion af elforbruget
Nedregulering	Mindre produktion af strøm	Forøgelse af elforbruget

Systemydelse:



<https://energinet.dk/el/systemydelser/introduktion-til-systemydelser/oversigt-over-systemydelser/>

Systemydelsesleverandører:

Frivillig liste

Betaling:

Rådighedsbetaling og/eller energibetaling

Mindste budstørrelse:



<https://energinet.dk/el/elmarkedet/aktor-pa-balancemarkedet/oversigt-over-danske-systemydelsesleverandorer/>

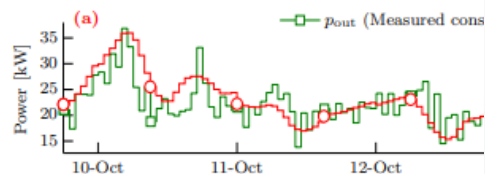
Akter
CENTRICA
COPENHAGEN ENERGY TRADING
DANSKE COMMODITIES
ENERGI DANMARK
EWII
FLOWER
HOFOR
HYBRID GREENTECH
NORDIC GREEN SOLUTIONS APS
NTENERGY
P2CC
PHLIT APS
SC NORDIC
SYMPower DENMARK A/S
TWIG
VALUE

På vej mod energifleksibilitet i bygninger

Pilotprojekter og faktisk implementering

19th IFAC World Congress
Cape Town, South Africa. August 24-29, 2014

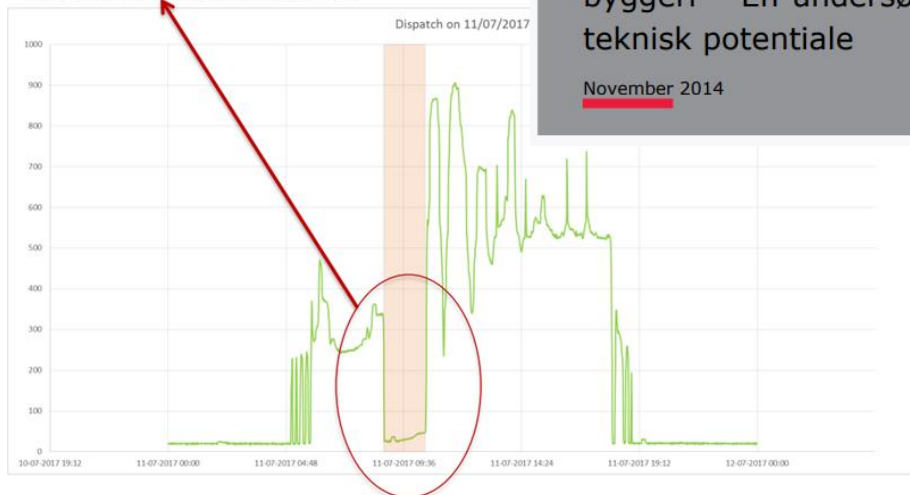
DEMO: Aggregering af 54 varmepumper



<https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/209516180/Ifac2014AggregationDemo.pdf>

Rosengårdcentret - Odense

Air conditioning – 0,6 MW available
Participation in up-regulation 11. July 2017



Energifleksibilitetsmuligheder
og termisk kapacitet i kontor-
byggeri – En undersøgelse af
teknisk potentiale

November 2014

Energi Danmark

Salling Group kobler 500 Netto-butikker på Flex Platformen

3.11.2022 06:00:00 CET | [Salling Group](#) | Pressem



Som første dagligvarekæde i verden
butikker til rådighed for forbrug
deres elforbrug i forhold til ud



KØBENHAVNS KOMMUNES GUIDE TIL ARBEJDET MED FLEKSIBEL ENERGI- OPTIMERING



https://cphsolutionslab.dk/media/pages/news/stort-potentiale-i-optimering-af-energi-med-kunstig-intelligens/1028152408-1696497216/signaturprojektet_fin.pdf

Hvornår er bygninger interessante for systemydelsesleverandørerne?

Et par nøgletal fra systemydelsesleverandørerne:

- Bygningen (eller porteføljen) skal have et elforbrug på **500.000 kWh årligt**
- Ønske om **100-150 kW** i aktiverbar elektrisk effekt i bygningen - største krav i DK1

Så der er en kommerciel grænse, som i sidste ende handler om forholdet mellem, hvad der skal investeres for at integrere bygningen (soft- og hardware) og den indtægt det er muligt at generere, når bygningen aktiveres i balancemarkedet.

- Tilbagebetalingstider i størrelsesordenen 1-3 år nævnes (men markedsafhængigt)

Andre implementeringsforhold:

- "Du bestemmer og sætter grænserne for, hvor meget og hvornår vi må aktivere"
- "Let adgang til bygningsautomatik (CTS/BMS) en fordel"



Kilde: Energinet.dk

We Build Denmark (WBDK)-projekt om energifleksibilitetsløsninger i større bygninger

- Det overordnede formål med projektet er at etablere et grundlag, der kan forbedre beslutningsprocesserne om implementering af energifleksible løsninger i offentlige- og private bygningsejeres bygningsporteføljer.
- Projektet har fokus på en veldokumenteret potentialeafdækning, segmenteret på bygningstyper og deres funktion og baseret på et stort datagrundlag for energiforbrug og bygningskarakteristika
- Der beskrives og formidles desuden case-scenarier for bygningssegmenterne med implementeringsløsninger, der er målrettet bygningsejere, administratorer og andre interessenter i ejendomsbranchen.
- Virksomheder, der indgår i projektet:
 - Center Denmark
 - Power to Climate Change
 - Climify



Indsatsen er finansieret af:



WBDK-projekt - Hvilke bygningstyper skal vi fokusere på?

GRUPPE 1:

120	Fritliggende enfamilieshus (parcelhus)
140	Etagebolig-bygning, flerfamiliehus mv.
321	Bygning til kontor
322	Bygning til detailhandel
421	Grundskole
441	Daginstitution

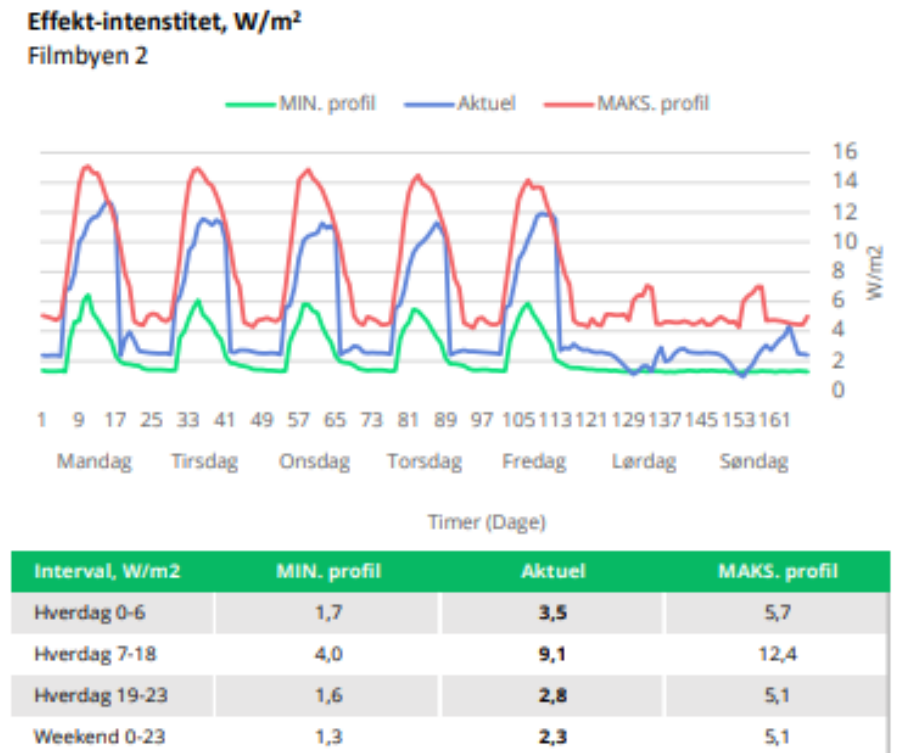
GRUPPE 2:

234	Bygning til håndtering af affald og spildevand
324	Butikcenter
331	Hotel, kro og konferencecenter med overnatning
532	Svømmehal
XXX	Skøjtehal/Isstadium?

BBR-Anvendelseskoder

WBDK-projekt - Hvad vil vi gerne undersøge?

- Årligt elforbrug
- Forhold mellem årligt elforbrug og areal
- Ugeprofiler (el-effekt):
 - Brugstider
 - Årstidsvariationer
- Gode erfaringer med ugeprofiler fra Bygningshub-projektet:
<https://www.teknologisk.dk/bygningshub-data-til-den-groenne-omstilling/introduktion/46270>
- Tilslutningseffekter i forhold til maks. el-effekt målt
- Og meget andet
- Dataværktøj: 



WBDK-projekt: Datasæt fra Center Denmark



Home > Group

AboutDatasets

Mapping:Building/MeterPoint ...

Mapping: Meter Point/ Weathe...

Masterdata: Heat Meter Point V...

Masterdata: Meter Point V.2 - ...

Masterdata: Building V.3 - WeB...

Mapping: Meter Point/Connecti...

Fast Containment Reserves DK1...

Electricity Consumption V.2 - W...

Fast Frequency Reserve DK2 V.1

Heat Consumption V.1 - WeBuild

Elspot Prices V.2

CO2 Emission V.1

Frequency Containment Reserv...

Weather data V.1 - WeBuild

Masterdata: Heat Meter Point V.1 - WeBuild

Column
access_address

OperatorValue
equals

50d26b48-6a03-5696-a6t

—

Auto-update

UTC

Metadata

API

+

SearchDownload

Items per page: 101 – 2 of 2<>

WBDK-projekt: Pseudo-anonymisering af data

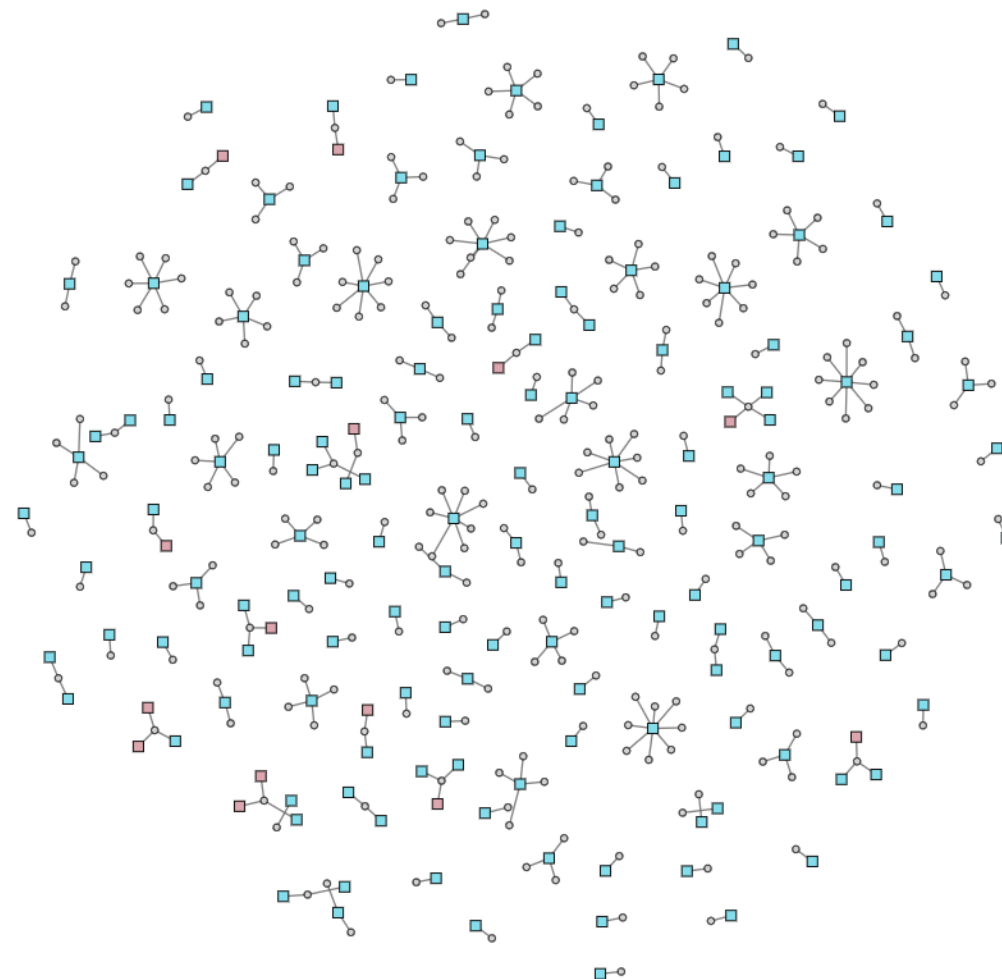
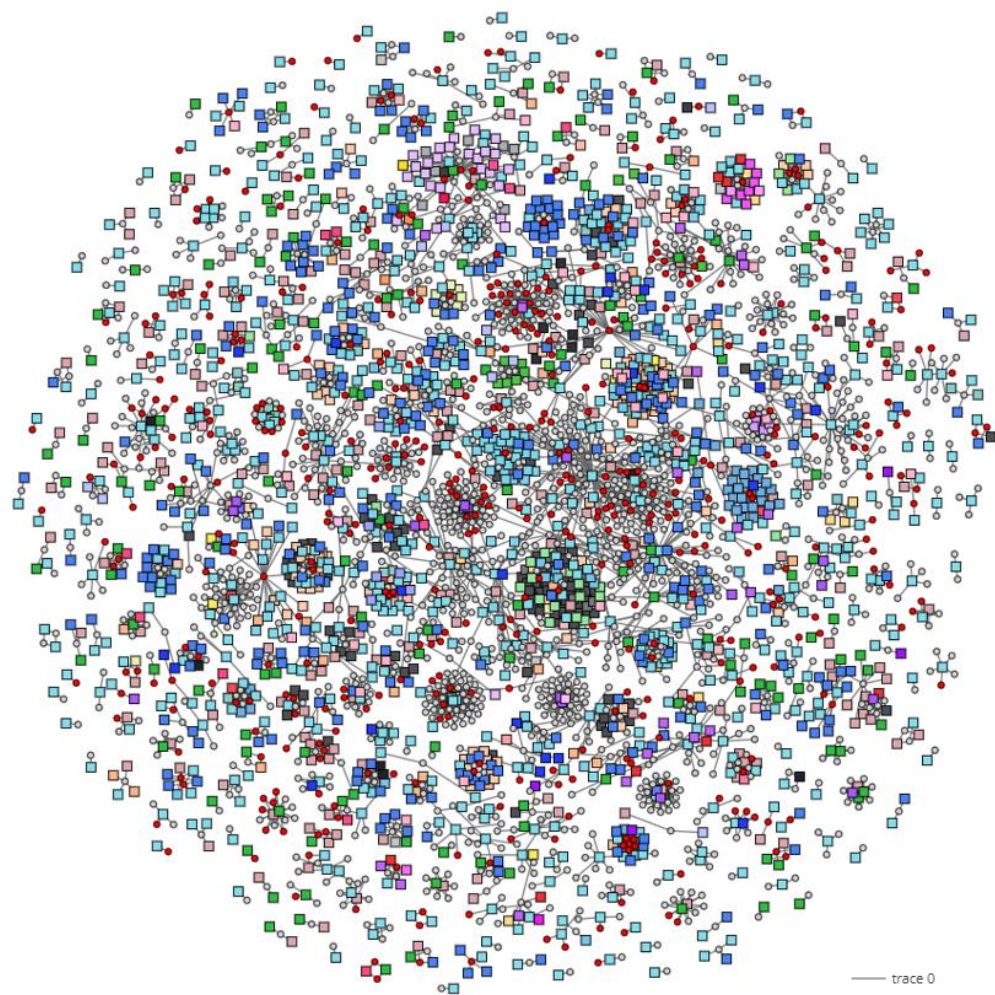
- Fortrolighedsaftale (NDA) mellem Center Denmark og Teknologisk Institut
- Anonymisering ved årsintervaller

bbr_building_use_code	Not defined	<1950	1950-1969	1970-1994	1995-2010	>2010
120	407	8615	11081	12471	4459	3734
140	8	32	103	77	23	40
321	12	65	40	130	135	55
322	3	34	49	101	99	52
421	37	54	64	55	52	21
441	58	32	37	82	70	38

- "Anonymiserede arealer": Tilfældig støj i et interval (valgt på baggrund af diskussion af flere forskellige muligheder)
 - Hvis arealet er under 1000, så laves det tilfældigt støj mellem +- 5 (fx 55 m2 bliver til et tilfældigt tal mellem 50 og 60.)
 - Hvis arealet er over 1000, så laves det tilfældigt støj mellem +- 50 (fx 1100 m2 bliver til et tilfældigt tal mellem 1050 og 1150.)

Databehandling og -analyse: Sortering

Målerdata for anvendelseskode 321 - Bygning til kontor



— trace 0

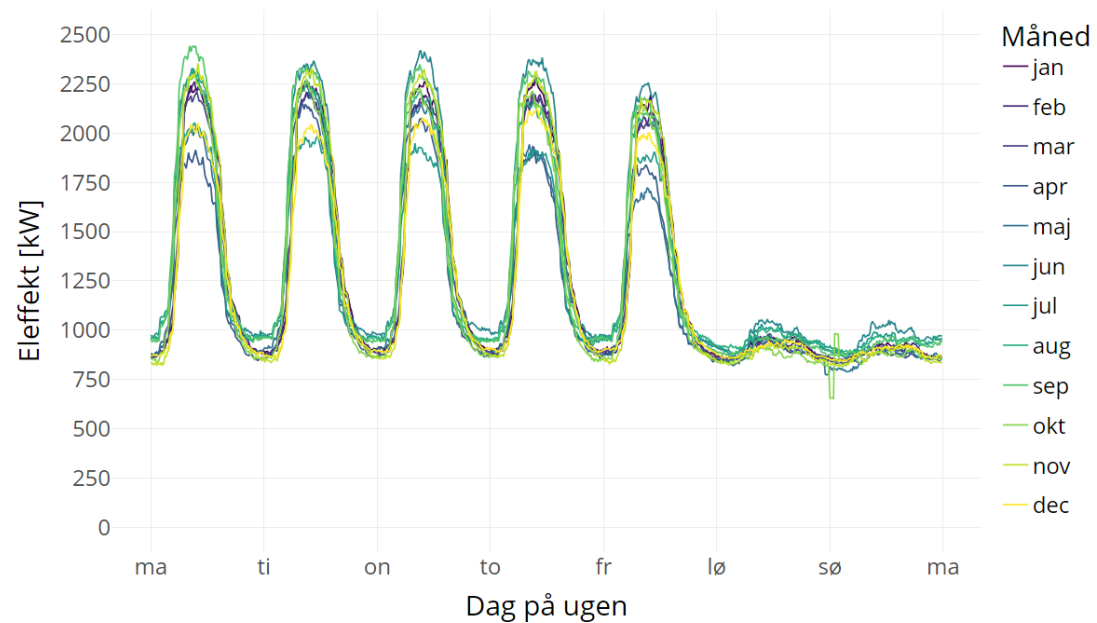
■ (UDFASES) Bygning til kontor, handel, lager, herunder offentlig administration

■ Bygning til kontor

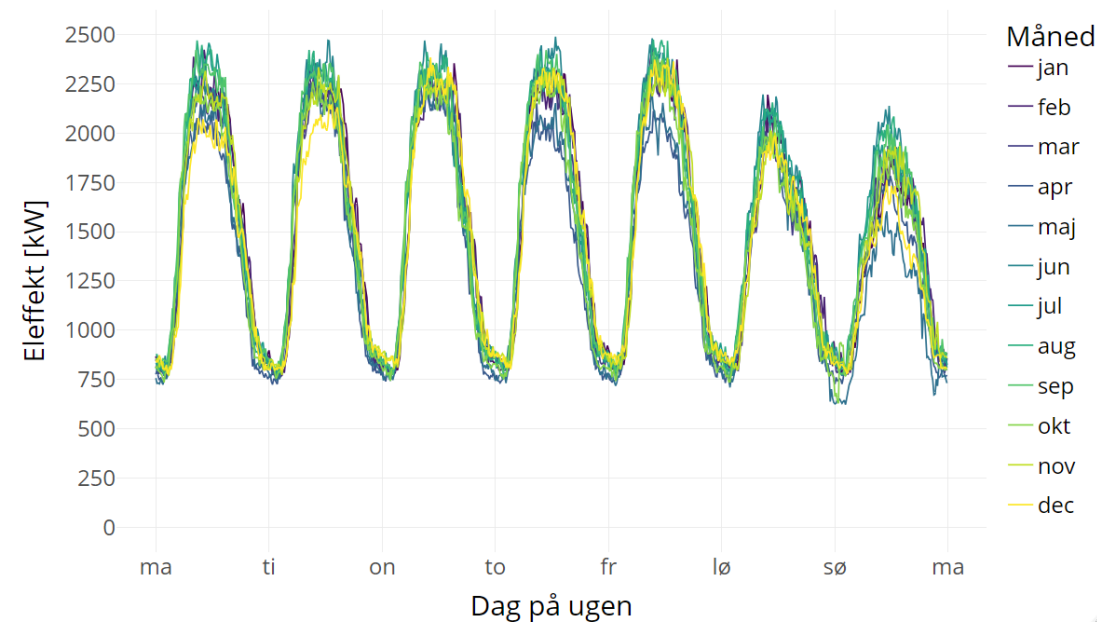
○ Gyldig elmåler

Databehandling og -analyse: Ugeprofiler

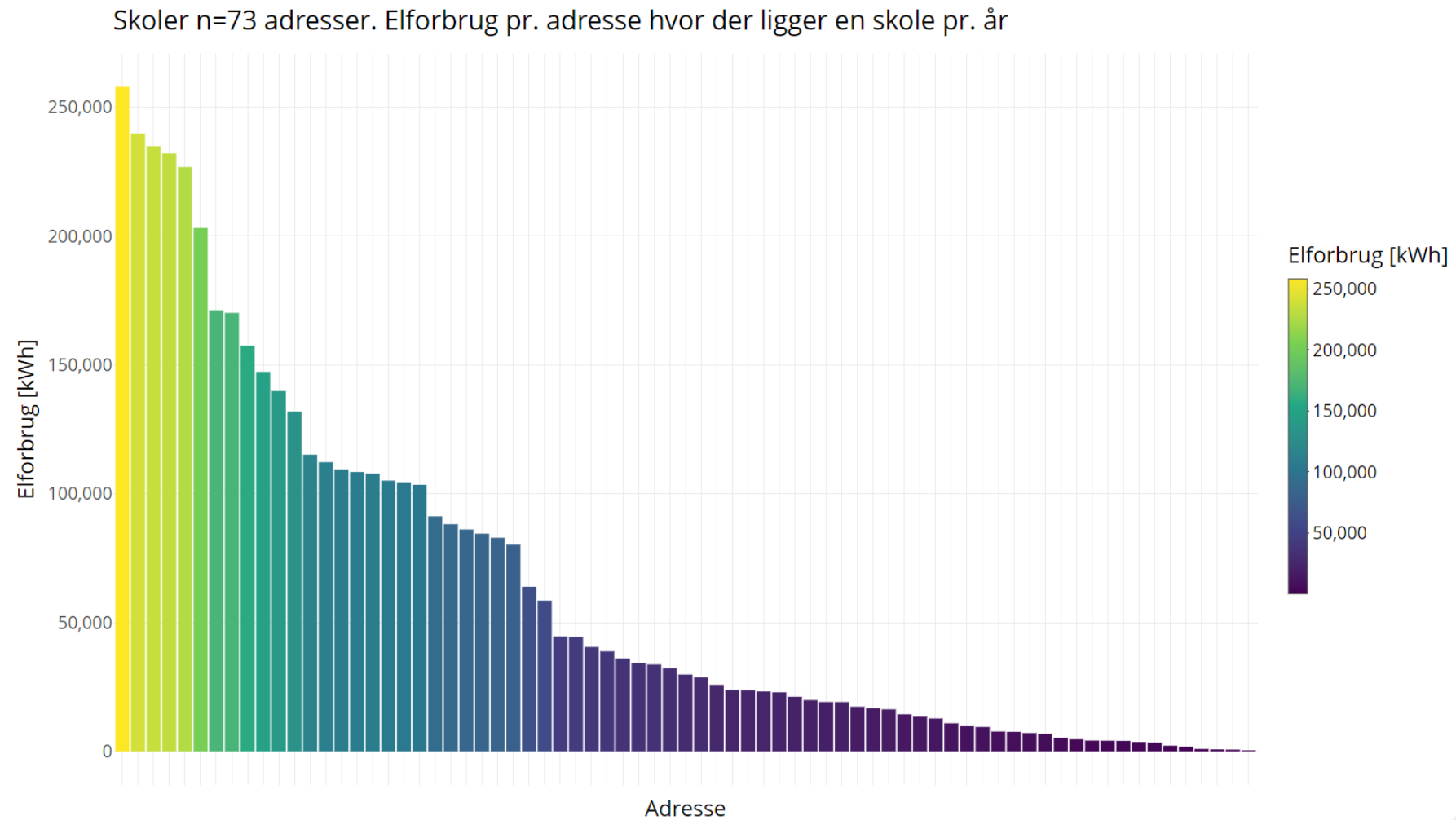
Kontor n=156 bygninger. Ugeprofil pr. måned



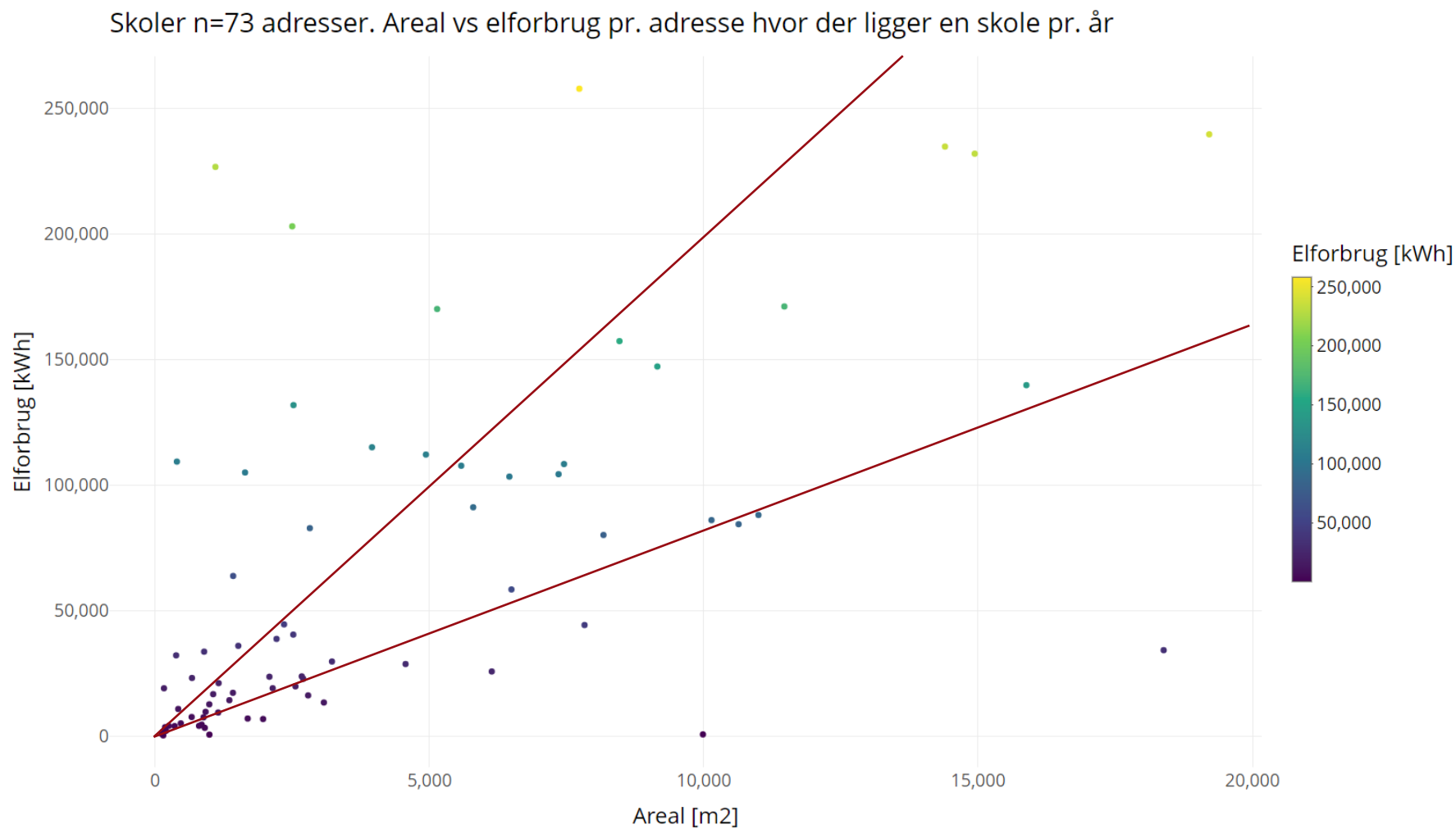
Detailhandel n=124 bygninger. Ugeprofil pr. måned



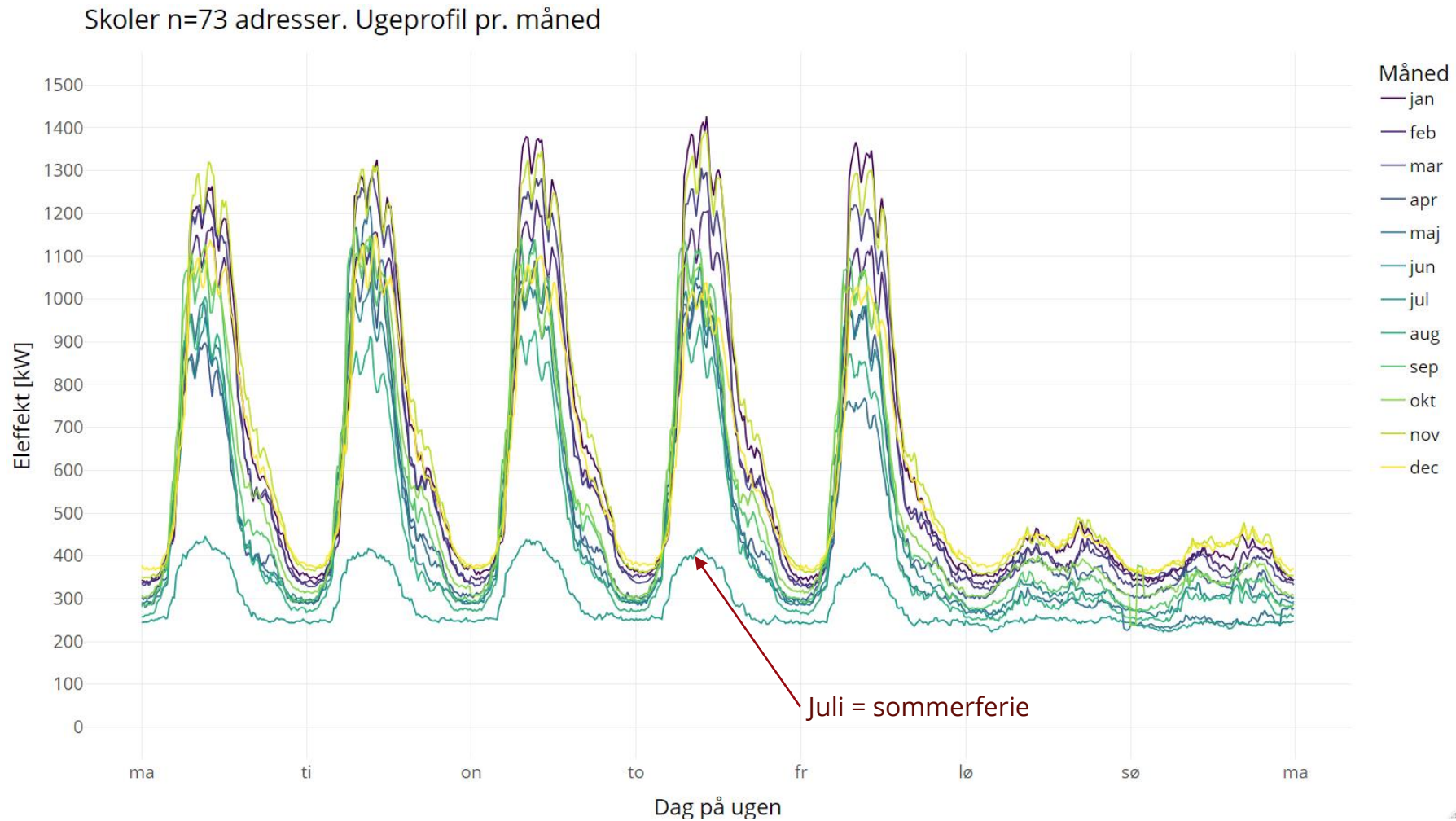
Case – Skoler: Årsforbrug



Case – Skoler: Årsforbrug og areal

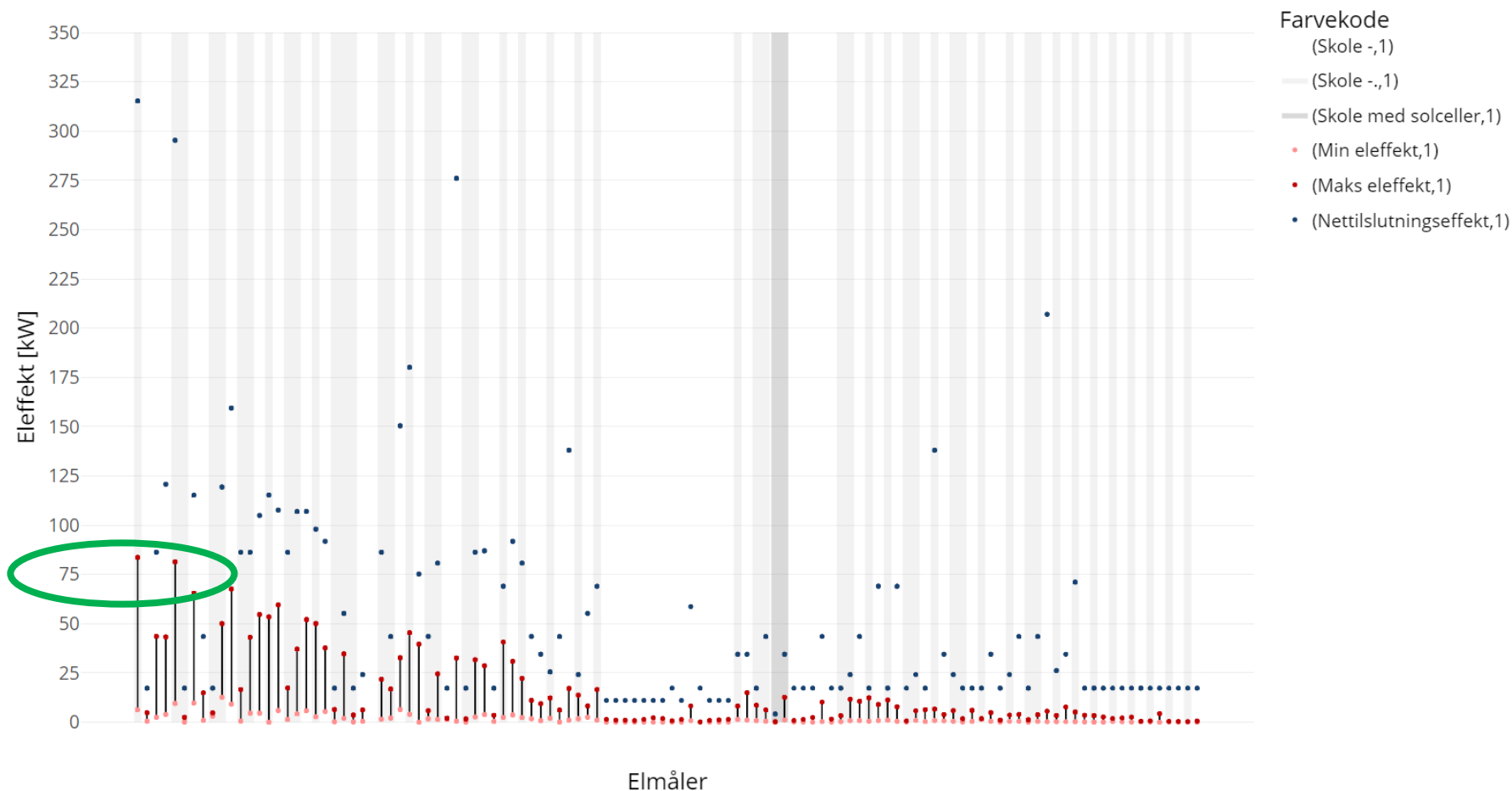


Case – Skoler: Ugeprofiler



Case – Skoler: Tilslutningseffekter og maks. el-effekt

Skoler n=113 elmålere. 15 min gns. min. og maks. eleffekt pr. elmåler og nettilslutningseffekt



Potentialer: Estimering af el-effekt for ventilationsanlæg på skoler

Estimat på
baggrund af
energimærke

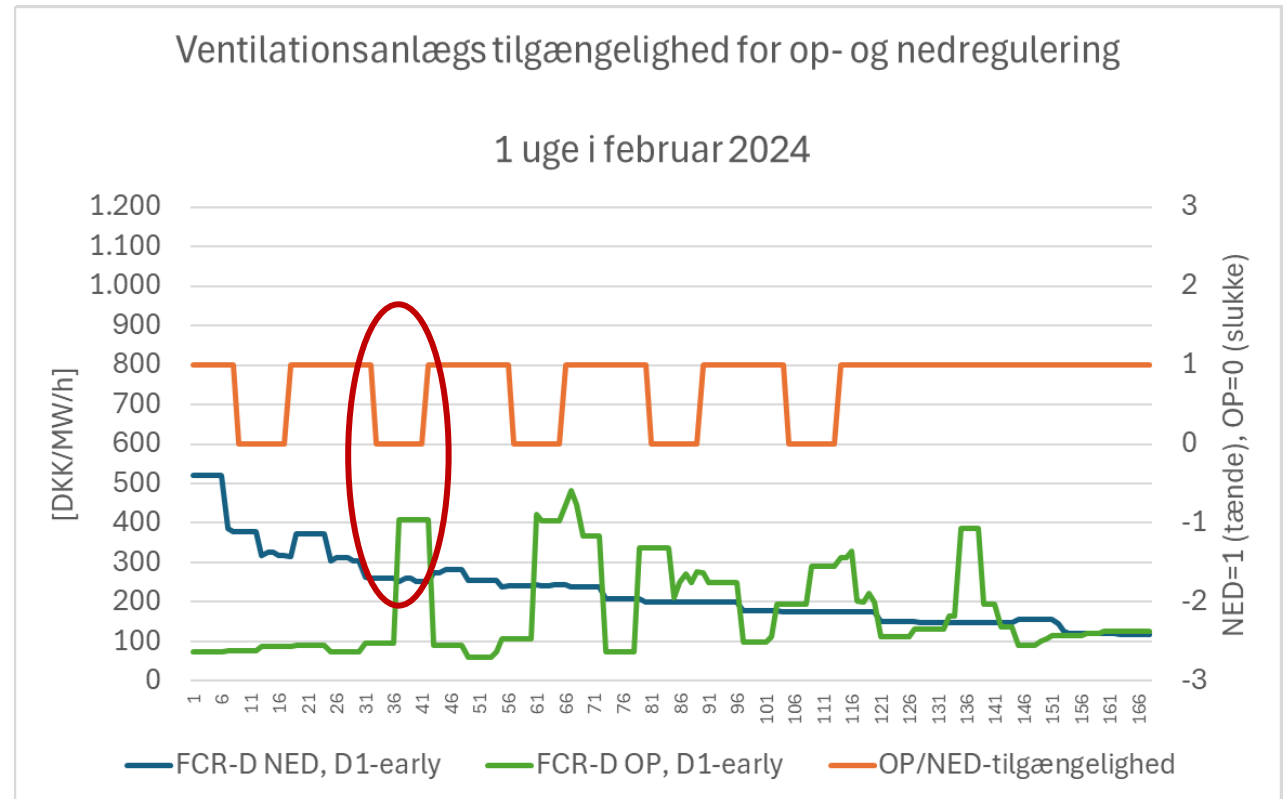


Bygning	Erhvervsareal	Anlæg	Fabrikat	Luftskifte	SEL	Luftskifte	Effekt-intensitet	Effekt
Nr.	m ²	-	-	l/s/m ²	kJ/m ³	m ³ /s/m ²	W/m ²	kW
1	2654	VE01	SG	1,8	2,1	0,0018	3,78	10,0
1	624	VE01A	SG	1,8	2,1	0,0018	3,78	2,4
2		VE02	SG	1,2	2,1			
2		-	Naturlig					
2		VE04	SG	1,2	2,1			
2		VE05	SG	1,2	2,1			
2	3043	VE09	SG	1,2	2,1	0,0012	2,52	7,7
3		VE06	SG	1,2	2,1			
3	2766	VE07	SG	1,2	1,2	0,0012	1,44	4,0
5	983	(VE01)	SG	1,8	1,8	0,0018	3,24	3,2
6	263	-	Naturlig					
7	433	-	Naturlig					
8	235	(VE07)	SG	1,2	1,2	0,0012	1,44	0,3
Total	11001	8						27,6

Alle ventilationsanlæg er tilsluttet CTS-anlæg

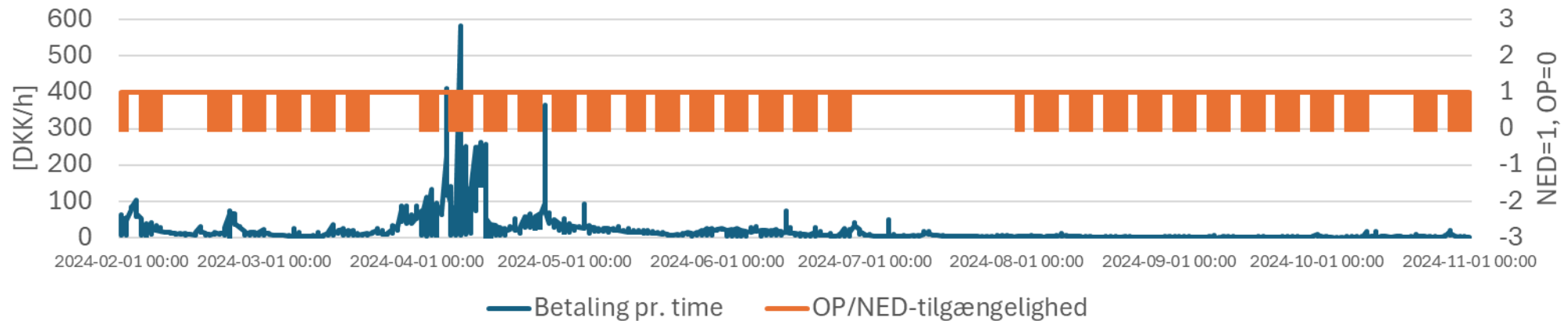
Potentialer: FCR-D og brugstid for ventilationsanlæg på skole

- FCR-D, som kan aktiveres i DK2 (Østdanmark), er den systemydelse det umiddelbart er lettest at aktivere for ventilationsanlæg
- Afregning for at stå til rådighed
- Skal kunne aktiveres relativt hurtigt (på nogle få sekunder)
- To forskellige ydelser:
 - Opregulering (anlægget slukkes), **FCR-D OP**
 - Nedregulering (anlægget tændes), **FCR-D NED**
- **Aktiveres under 1% af tiden**
- **90% af aktiveringen er under 3 minutter**

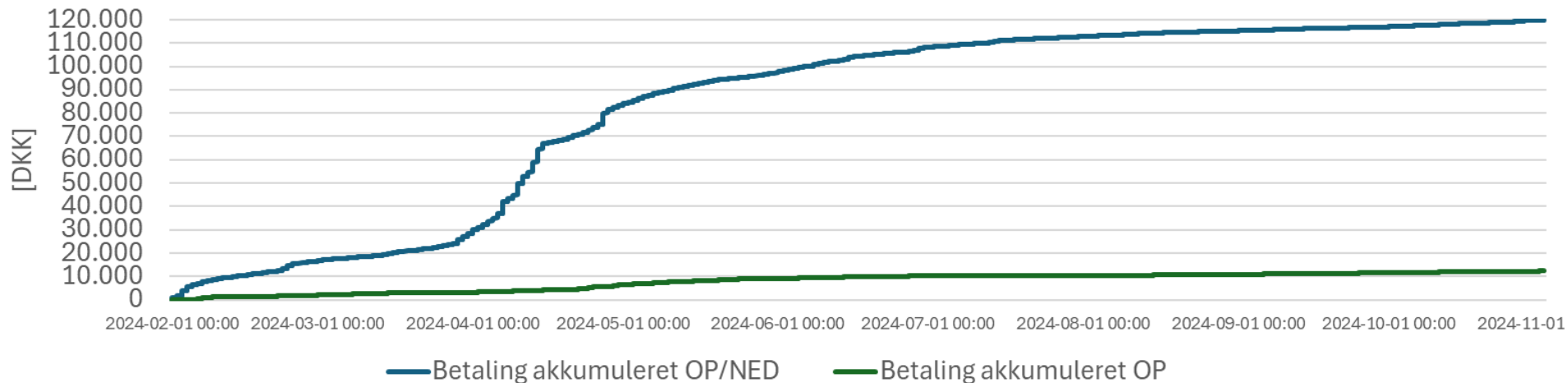


Potentialer: FCR-D OP og NED - Tilgængelighed og betaling for 0,1 MW

0,1 MW fra skoler med ideelt tilgængelighedssignal og optimal betaling for FCR-D OP/NED
- Februar til oktober 2024 (9 måneder)



0,1 MW fra skoler med ideelt tilgængelighedssignal og optimal betaling for FCR-D OP/NED
- Februar til oktober 2024 (9 måneder)



Opsummering

Muligheder

- Der er flere systemydelsesleverandører at vælge imellem
- Flere bygninger eller hele bygningsporteføljer kan puljes
- Kan længere tilbagebetalingstider accepteres (end 1-3 år) ikke nødvendigvis en barriere
- Bygningsinstallationer som ventilations-, køle- og solcelleanlæg er der allerede – kræver ikke nye investeringer
- Andre muligheder, når flere forskellige typer installationer puljes (aggregeres) og når bygningens termiske masse kan udnyttes
- CO₂-fortrængning (avoided)

Barrierer

- Maks. el-effekt i mange bygninger er relativ lav og ikke altid attraktivt for leverandøren
- Behov for at tilpasse/opgradere bygningsautomatik, så det kan lade sig gøre
- Startomkostning skal dækkes af indtægter fra systemydelser i et konkurrencepræget marked
- Der investeres i store batterier og el-patroner rundt om i Danmark, som kan levere flere forskellige systemydelser
- Større vækst i markedet for "lange" ydelser (>1h) end i de "korte" ydelser som fx FCR-D
- CO₂-fortrængning (avoided) tvivlsom i "bygningens" ESG-regnskab?

Opsummering

Dataanalysen

Bygningssegment	Gennemsnitligt elforbrug [kWh/år]	gns. min. eleffekt [kW]	gns. maks. eleffekt [kW]
Skoler	62.516	1,4	14,8
Hotel, kro eller konf.	66.994	3,6	16,6
Kontor	71.077	2,3	11,7
Svømmehal	103.182	0,2	29,5
Detailhandel	106.175	2,8	20,0

Tak for opmærksomheden

Rapport afleveres i januar 2025

?

