



JOHAN GRANSTRÖM & EMAD AL-HAMRANI

Komatsu Forest One Simulering

En case study på framtidssäkrad fabrik

OPTIMAX® SiteEMS

Agenda

- Trender energimarknaden
- Batterilager
- Ingångvärden och uppsättning simulering
- Findings och ytterligare möjligheter
- Optimax simuleringsdemo



Trender energimarknaden

The global energy transition

A CHANGING LANDSCAPE
FOR ENERGY INDUSTRIES



National & international climate change policies

Governments enforce the energy transition from fossil-based to **zero-carbon** to reduce energy-related CO₂ emissions.



Increased demand for electricity

Population growth, higher household incomes, the electrification of transport and more digital connected devices lead to **higher demand**.



Decreased costs of renewable energy sources

Renewables will be a less expensive source of new electricity and even **less costly** than conventional power.

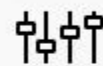
Power Megatrends

Technological, environmental and social trends impacting the world of power

- New investments in mature markets
- Heavy impact on grid stability
- New standards required for grid connection



Transition towards
renewables



Flexibility &
sustainability

- Flexibility to include renewables
- Demand for analytics to improve sustainability and ability to operate

- Peaker gas will increase in importance
- Heavy shrink of coal plants



Conventional as
backbone



Hydro: Queen
among renewables

- ~60% of the total renewable power
- Growth through added capacity to existing hydro plants

- Heavy investments to installed base
- Decade-long expertise leaving the industry
- Recruitment is sometimes problematic



Aging infrastructure &
workforce



Cost of electricity
to decrease

- Increased importance of fuel consumption and optimization of operation and maintenance
- Reuse of equipment with new functions e.g. synchronous condensers

Kraftigt tillväxt av distribuerade tillgångar

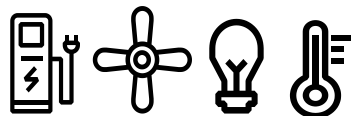
Klimatutmaningen och teknikutvecklingen driver på



Kraftproduktion

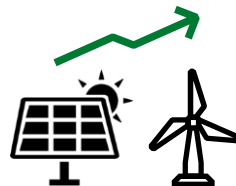


Energilager

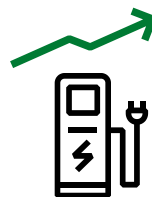


Flexibel efterfrågan

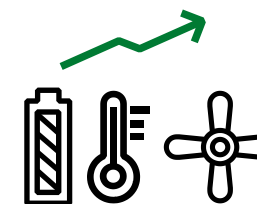
Ny teknologi har introducerats för att hjälpa konsumenter och producenter att möta respektives energimål



Intermittent energiproduktion orsakar obalans mellan tillgång och efterfrågan



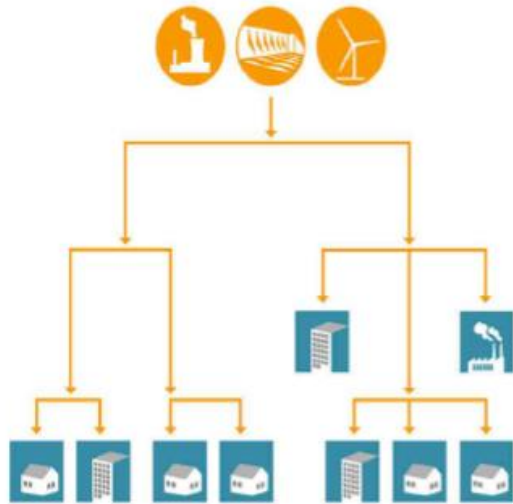
Elektriska fordon kan skapa oönskade effekttoppar i nätet



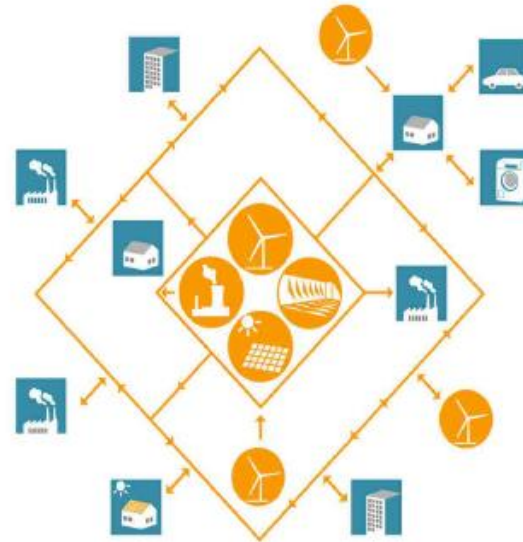
Ökat behov av avancerade lösningar för optimering och koordinering av flexibla tillgångar

Evolution på energimarknaden

En infrastruktur under stor förändring



Energileverantörer förändrar affärsmodellerna. Det pågår ett skifte från den traditionella affären där man säljer bulk.

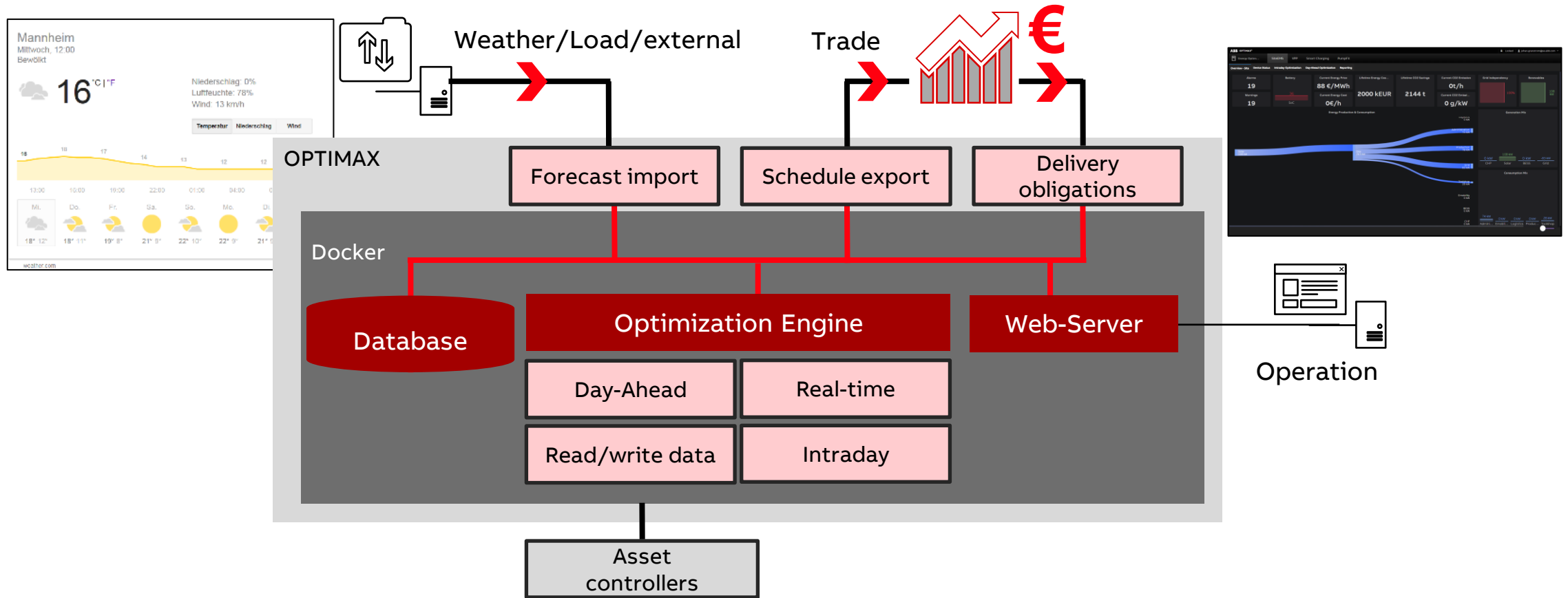


Genom innovation, nya affärsmodeller och policies skapas ett dubbelriktat flöde av energi och information.



Lösningar för kontroll och optimering behövs för att kunna vara en effektiv aktör på marknaden.

ABB Ability OPTIMAX® Platform





Batterilager

Varför energilagring?

Vilken nytta har energilager för nätet och industrin?



Energilagring ökar nätets effektivitet på alla nivåer genom:

- Tillhandahåller smidig nätintegrering av förnybar energi genom att minska variation på nätet
- Lagra överflödig energi från förnybara källor för att förse på nätet när efterfrågan är som störst
- Jämna ut toppar i efterfrågan på energi och därmed även minska belastningen på nätutrustning
- Tillhandahålla infrastrukturstöd när belastningen ökar i takt med ökad användning av elfordon
- Minska eller eliminera effektagifter relaterade till topplast
- Upprätthålla balans mellan generering och efterfrågan

Energilagring med batteri

Vad är Battery Energy Storage Systems (BESS)?

BESS exempel



Vad är Battery Energy Storage Systems (BESS)?

Battery Energy Storage System (BESS)

- Är ett system för att lagra energi i batterier och använda energin vid ett senare tillfälle
- Ett typiskt system består av batterier, ett batterihanteringssystem, en omriktare, ställverk, transformator och ett kontrollsystem
- Ofta kombinerat med förnybara energikällor för att lagra energin när det produceras mest och sedan använda energin vid behov

ABBs produktnamn är Energilagringsmoduler (Energy Storage Modules eller ESM)

— Typiska applikationer för energilager

Energilagringsmodul

Applikationer och fördelar

Lastutjämning

- Lastförskjutning från höga toppar till låga i efterfrågan
- Minskar överbelastning och förluster i distributionen
- Skjuter upp investeringar för uppgraderingar i nätet

Kapacitetförstärkning

- Ökar förnybar energi och tillförlitlighet i nätet
- Stödjer frekvensen och spänningen i nätet även när efterfrågan och sol-/vindproduktion fluktuerar
- Möjliggör överensstämmelse med nätkoder

Topplastreduktion

- Plattar ut effekttoppar och minskar därmed avgifter relaterat till toppar
- Blir oberoende av nätkapaciteten under toppefterfrågan – ström tillgänglig från batterier när du mest behöver det
- Minskade driftkostnader

Elkvalitet

- Skydda last nedströms mot kortvariga företeelser
- Reaktiv effektkompensation och förbättrad belastningsfaktor
- Aktiv harmonisk filtrering
- Balansera ström mellan faser

Frekvensreglering

- Ökar tillförlitlig drift av nätet
- Stödjer decentraliserade mikronät
- Minskar behovet av ytterligare produktionsanläggningar (dyra att driva och underhålla)

Driftreserv

- Minimerar effekterna av strömbavbrott
- Reservkraft för kritisk last
- Minskar behov av produktionskällor att vara online och användas (längre drift- och underhållskostnader och utsläpp)

Energilagringsmodul

Applikationer och fördelar

Fördelar i flera applikationer

- Användare kan dra nytta av flera applikationer av sin energilagring
 - Bostads-/kommersiella användare som integrerar energilager med solceller för lastutjämning och frekvensreglering kan dra nytta av tillgängligheten av reservkraft
 - Kraftverk kan dra nytta av frekvensreglering och andra kompletterande tjänster
- ESM kan också erbjuda olika applikationer under olika tider på dygnet
 - Kapacitet lagrad i ESM för förnybar ramphastighet kan användas som reservkraft när det inte är någon sol
- Kommersiell återbetalning kommer även att öka med kombinationen av applikationer och fördelar

Applikationer	Industri, kommersiell och bostäder	Förnybara integratorer	Transmissions- och distributionsoperatörer	Kraftverk
Lastutjämning	✓	✓	✓	✓
Topplastreduktion	✓		✓	
Frekvensreglering		✓	✓	✓
Ramphastighet kontroll/kapacitetförstärkning	✓	✓	✓	
Effektkvalitet	✓		✓	✓
Driftreserv/reservkraft				

Lastutjämning

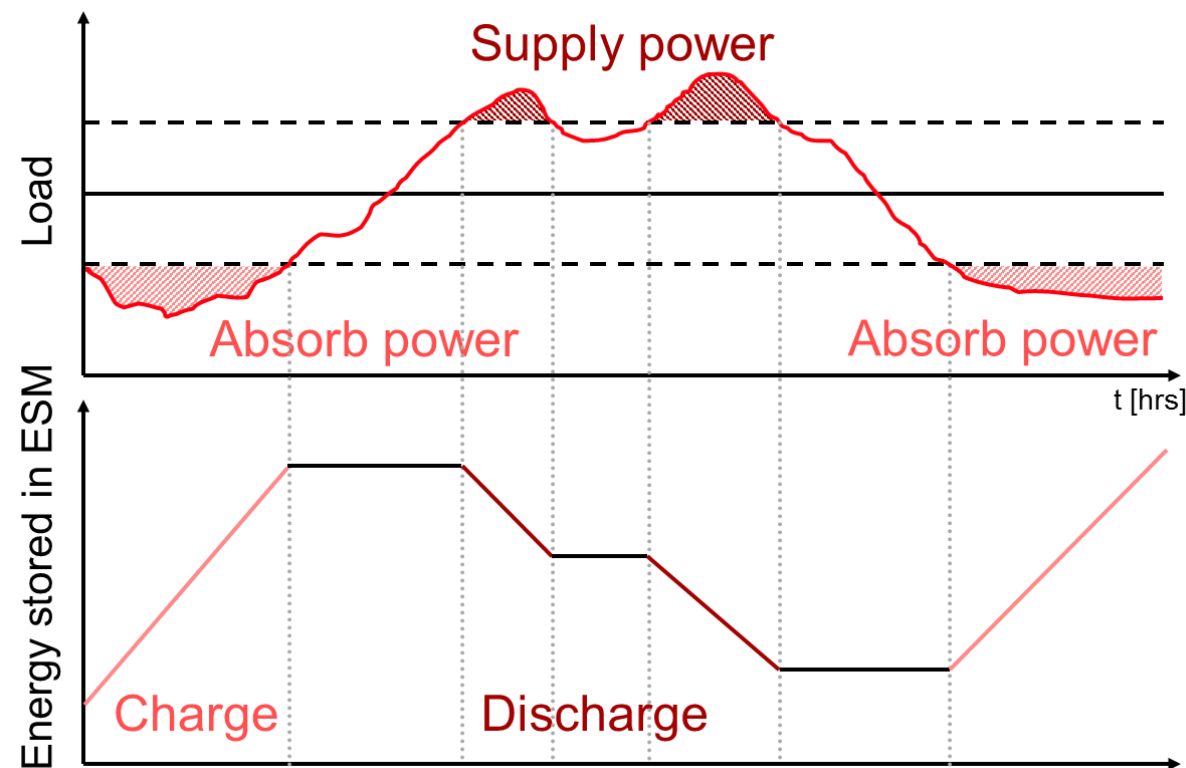
Applikationer och fördelar

Lastutjämning

- Lastutjämning innebär lagring av energi under perioder med låg last för att leverera under perioder med hög efterfrågan
- Under perioder med hög efterfrågan levererar energilagringsmodulen el, vilket minskar belastningen på distributionsnätet och **less economical peak-generating facilities**.
- Genererad last skiftas från hög efterfrågan till perioder av mindre efterfrågan och jämnar därmed ut lasten

Fördelar

- Skjuter upp investeringar i nätuppgraderingar eller i form av ny produktionskapacitet
- Minskad T&D **congestion**
- Tidsförskjutning för förnybar energi



Topplastreduktion

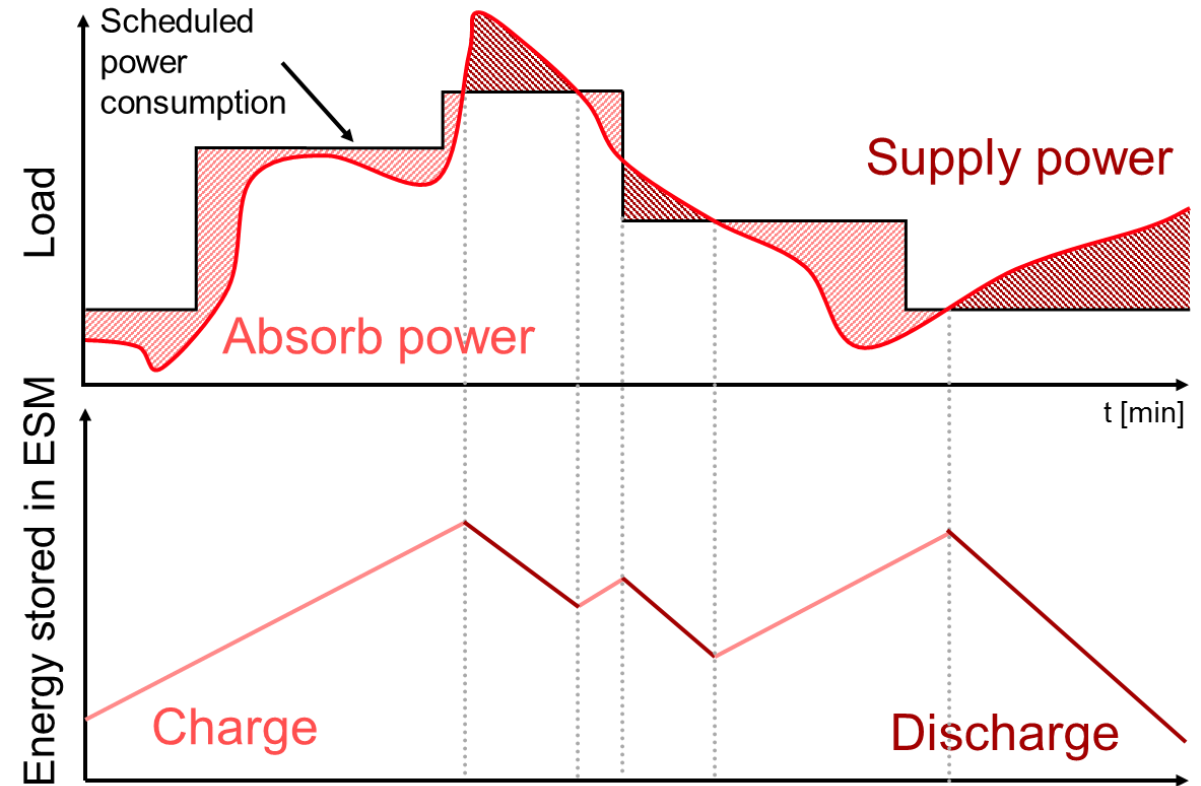
Applikationer och fördelar

Topplastreduktion

- Att minska effekttoppar är liknande till lastutjämning, men används med syftet minska driftkostnader
- Installationer för reducerade effekttoppar ägs oftast av elkonsumenten snarare än elnätsägaren
- Målet är att undvika avgifter när det är hög efterfrågan på el

Benefit

- Kunder kan minska elkostnader genom minskade avgifter från effekttoppar
- Kraftverk kan minska driftkostnader relaterat till en hög efterfrågan



Stödtjänster

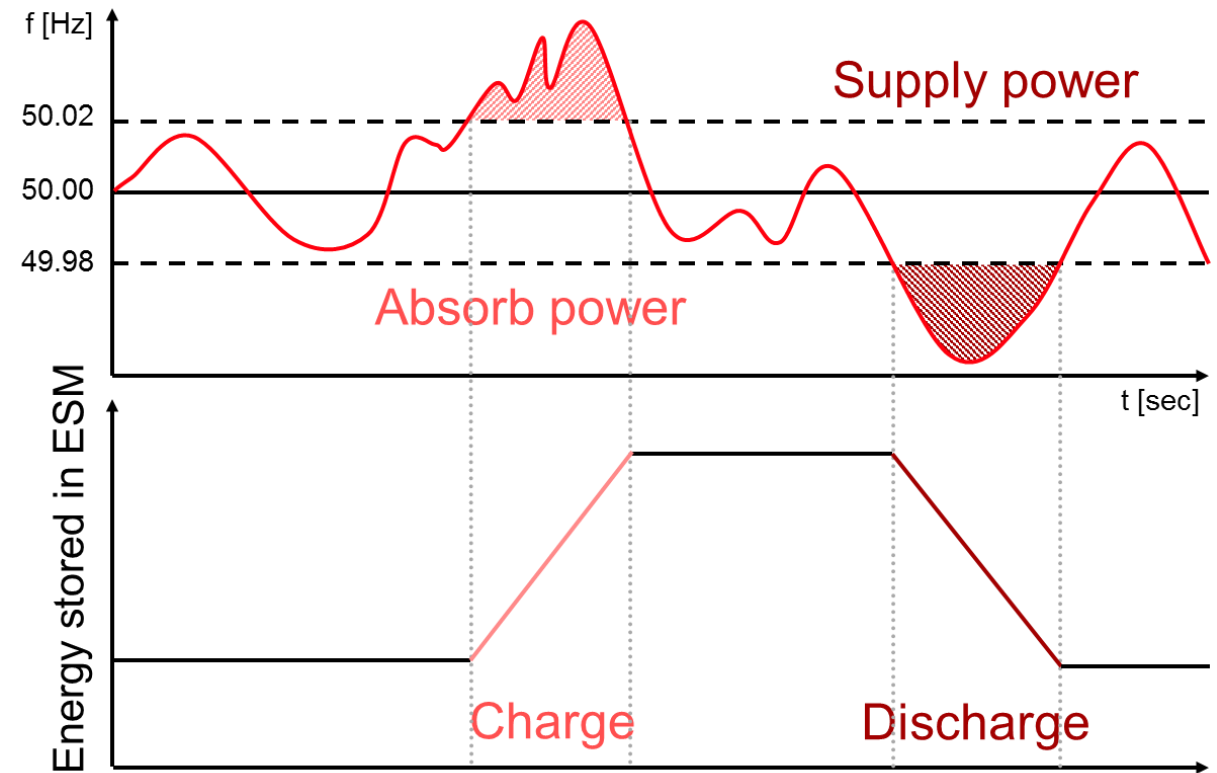
Applikationer och fördelar

Frekvensreglering

- Energilagringsmodulen laddas och urladdas som svar på en ökning respektive minskning av nätfrekvensen.
- Detta tillvägagångssätt för frekvensreglering är ett effektivt alternativt på grund av den korta svarstiden samt utsläppsfria drift.

Fördelar

- Ökar tillförlitlig drift av nätet
- Minskar behovet av ytterligare produktionsanläggningar (som är dyra att driva och underhålla)



Kapacitetsförstärkning

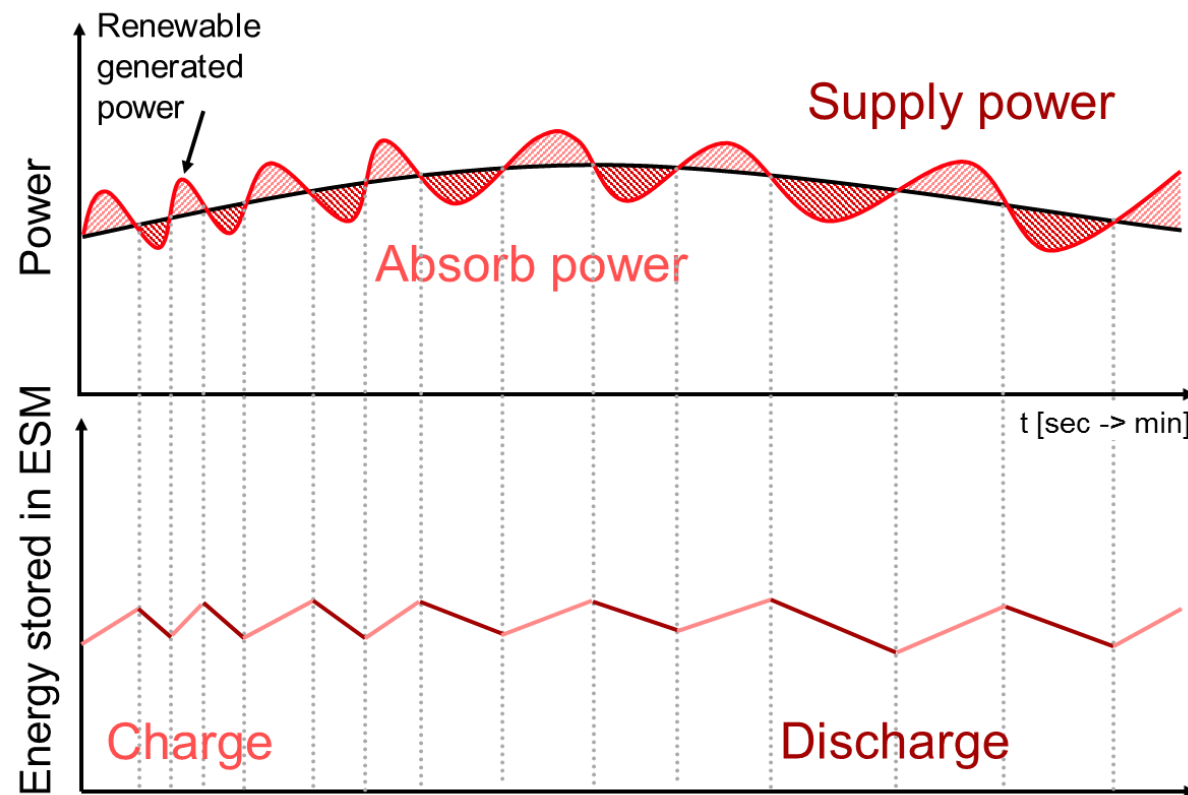
Applikationer och fördelar

Kapacitetförstärkning

- Energin från förnyelsebara kraftverk är varierande och intermittent, såsom från sol eller vind, detta kan genom kapacitetsförstärkning hållas vid jämn nivå under en tidsperiod
- Energilagringsmoduler slätar ut utflödet och reglerar ramphastigheten (MW/min eller kW/min) för att eliminera snabba spännings- och effektsvängningar på elnätet

Fördelar

- Ökar nätets tillförlitlighet
- Förbättrar effektivitet på förnybara anläggningar
- Möjliggör överensstämmelse med nätkoder



Elkvalitet

Applikationer och fördelar

Elkvalité

- Energilagret hjälper att skydda nedströmsbelastningar mot kortvariga händelser som direkt påverkar kvaliteten på den levererade strömmen.
- Energilagring med reaktiv effekt kan ge spänningsstöd och svara snabbt på spänningsstyrningar.

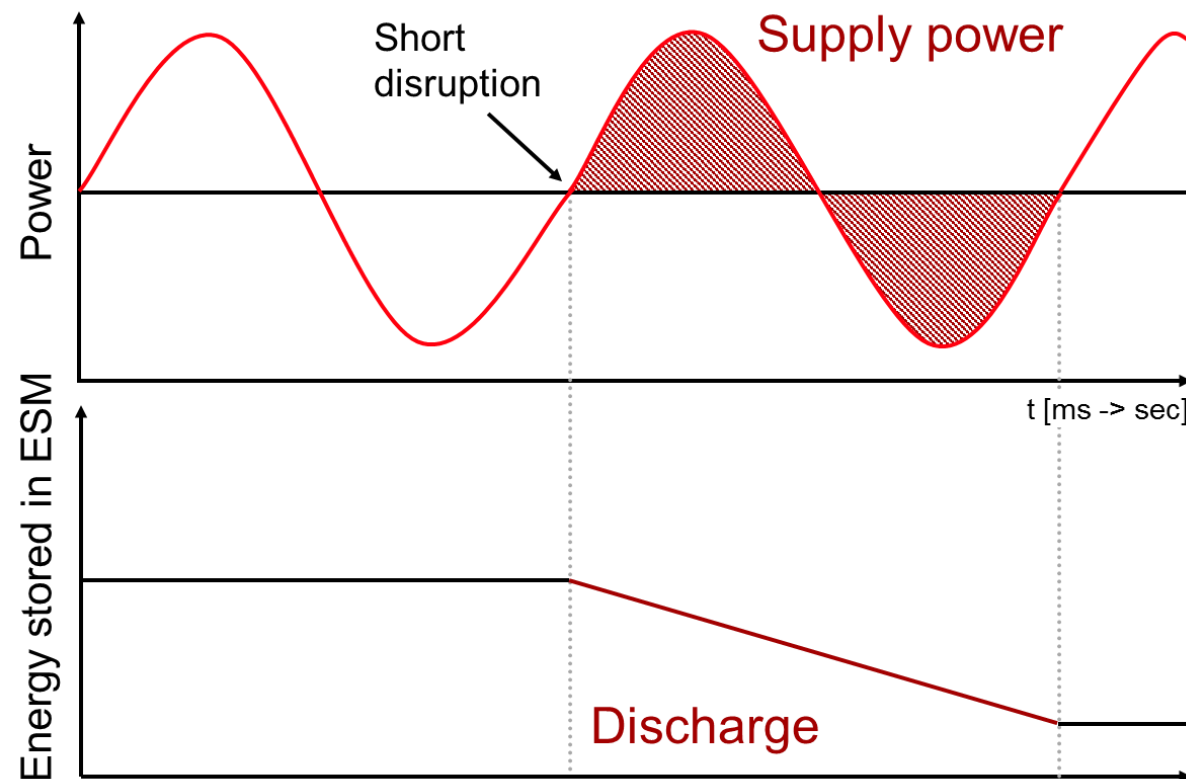
Fördelar

Harmonisk reducering:

- Energilagring som aktivt filter med övertonskompensation upp till femttonde överton. Minskning av THD.

Lastutjämning:

- Balansera strömmen mellan faserna



Reservkraft

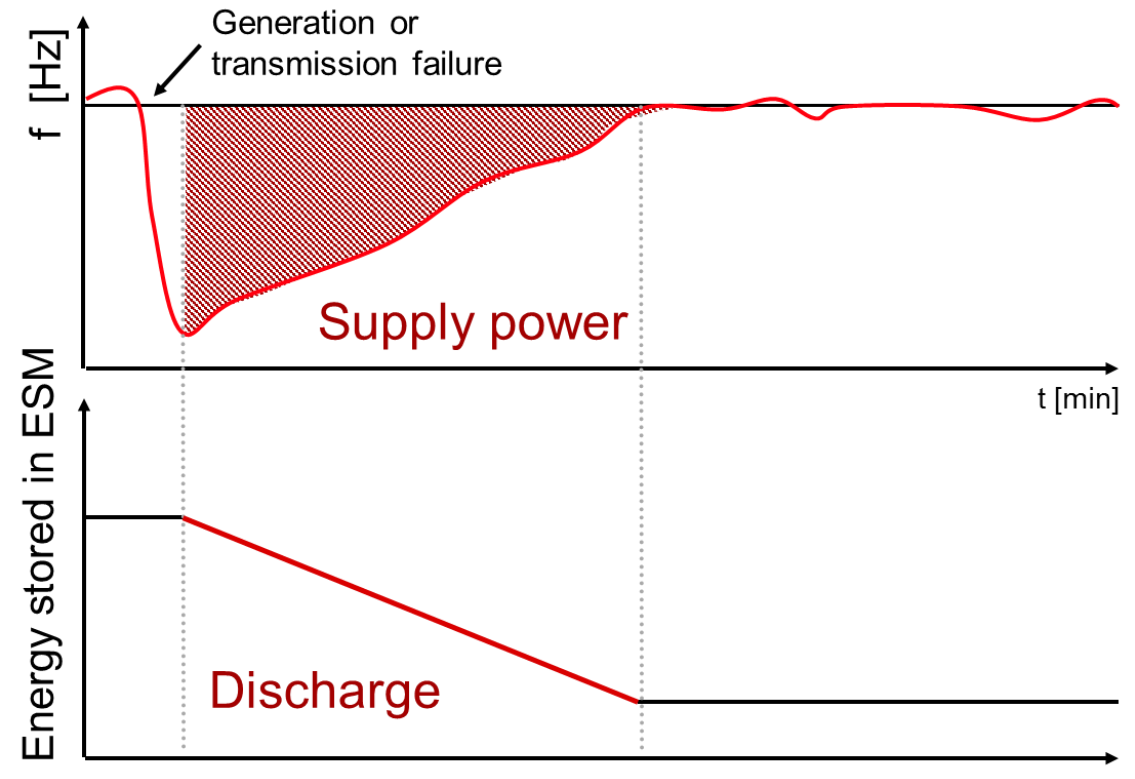
Applikationer och fördelar

Driftreserv

- Energilagringsmodulerna kan respondera inom millisekunder och leverera ström för att upprätthålla kontinuitet i nätet medan reservgeneratoren tas i drift
- Detta gör det möjligt för generatorer att arbeta med optimal effekt, utan att spara kapacitet för driftreserver
- Lagringsmodulen upprätthålls för att kunna svara på strömbrott och ge effektiv driftreserv

Fördelar

- Minimerar effekterna av strömbrott
- Minskar behovet av att produktionskällor är online och redo att användas (minskar driftkostnader och utsläpp)
- Fungerar som reservkälla



— Ingångsvärden och uppsättning simulering

Ingångsvärden till simuleringsverktyg

Elconsumption

- Baserad på 2021

Solcellsproduktion

- Baserad på 2021

Elpriset

- Baserad på 2021 spotpris
- Enligt Fyrfasen, samma inköp/försäljning

Nätnyttoersättning

- Enligt UE, 7,9 SEK/MWh

Elnätsanslutning

- Enligt UE, 4,2 MW

Batteri parametrar

- Min SOC 20%
- Max SOC 90%
- Laddningsverkningsgrad 95%
- Urladdningsverkningsgrad 90%

Simulering på OPTIMAX® SiteEMS optimering och visualisering.

Findings och ytterligare möjligheter

Optimax Dashboard – Energikonsumtion helår

Average Energy Price

453 SEK/MWh

BESS

50

SoC

Average power

Energy producers

303.89 kW

Solar

0 kW

BESS

103.07 kW

Grid

Energy consumers

406.96 kW

Energy

Generation Mix

2.65 GWh

Solar

0 kWh

BESS

3.81 GWh

Grid Buy

3.60 GWh

Grid Sell

Consumption

3.56 GWh

Generation Mix

Solar

percentage

75%

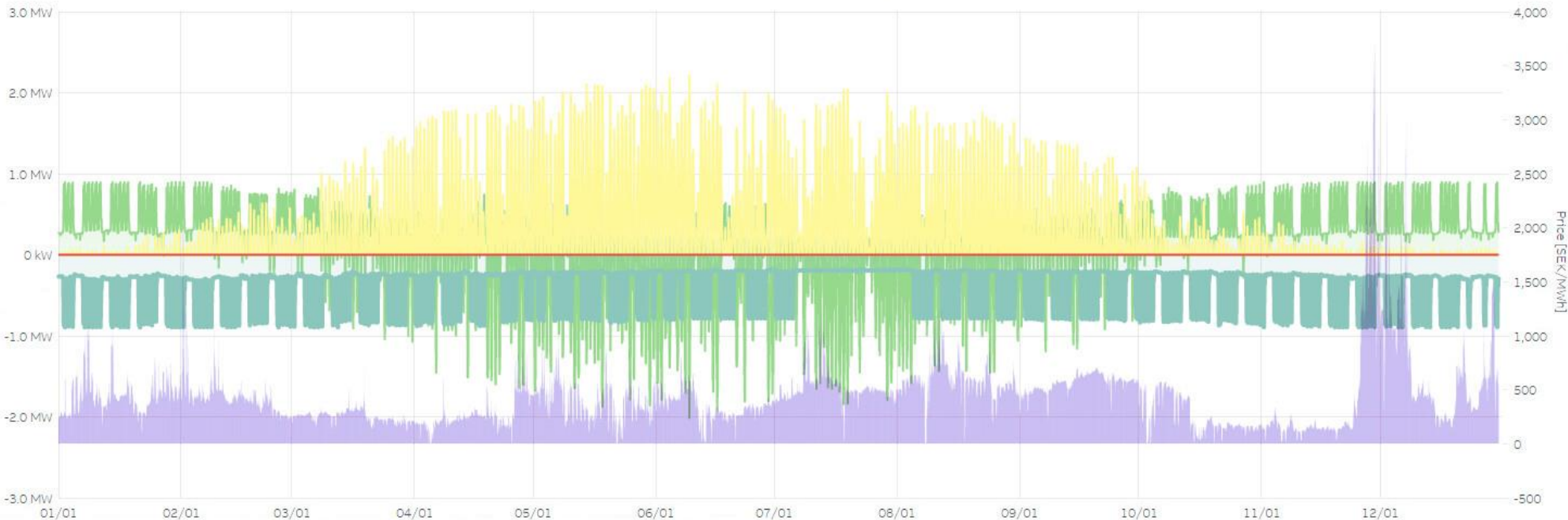
BESS

0%

Grid

25%

Energy Report without Optimization



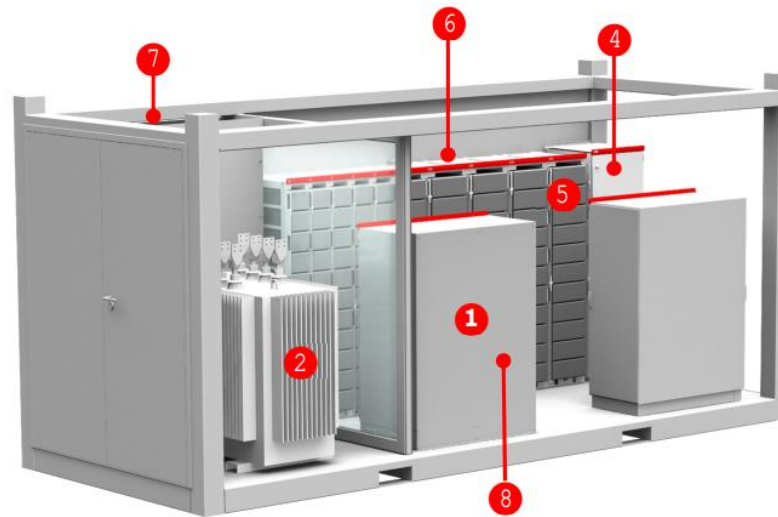
	min	max	avg
Grid	-2.017 MW	898 kW	103 kW
Solar	0 kW	2.211 MW	304 kW
Load	-898 kW	-184 kW	-407 kW
Price Buy (right-y)	-20	3,711	433
Price Sell (right-y)	-20	3,711	433
BESS	0 kW	0 kW	0 kW

ABB eStorage Flex 20-550

550kWh lagring, 480kW inverter



eStorage Flex
outside view

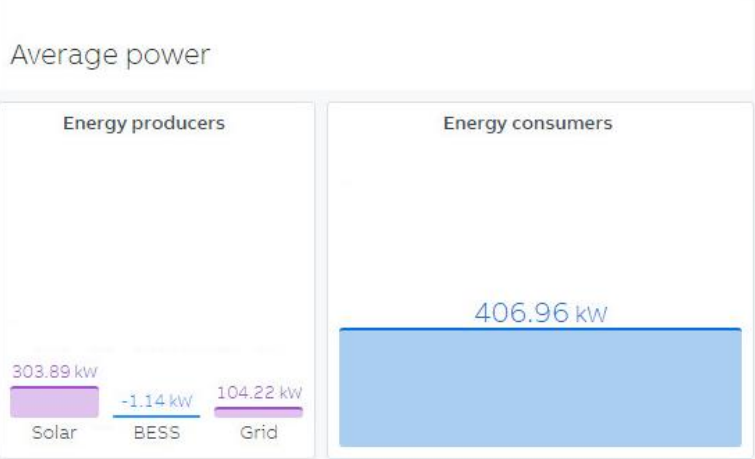


Integrated Equipment

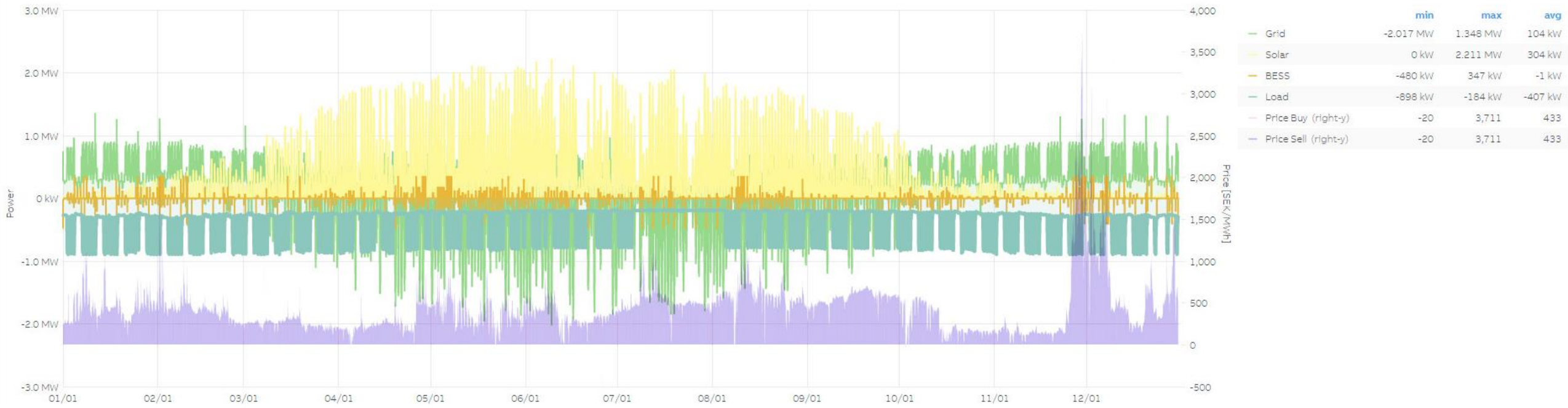
- 1 AC switchgear
- 2 Coupling transformer
- 3 Inverter
- 4 DC switchgear
- 5 Battery Modules + BMS
- 6 Fire suppression system
- 7 HVAC
- 8 eStorage OS

Optimax Dashboard med Flex20 550kWh/480kW

nverter

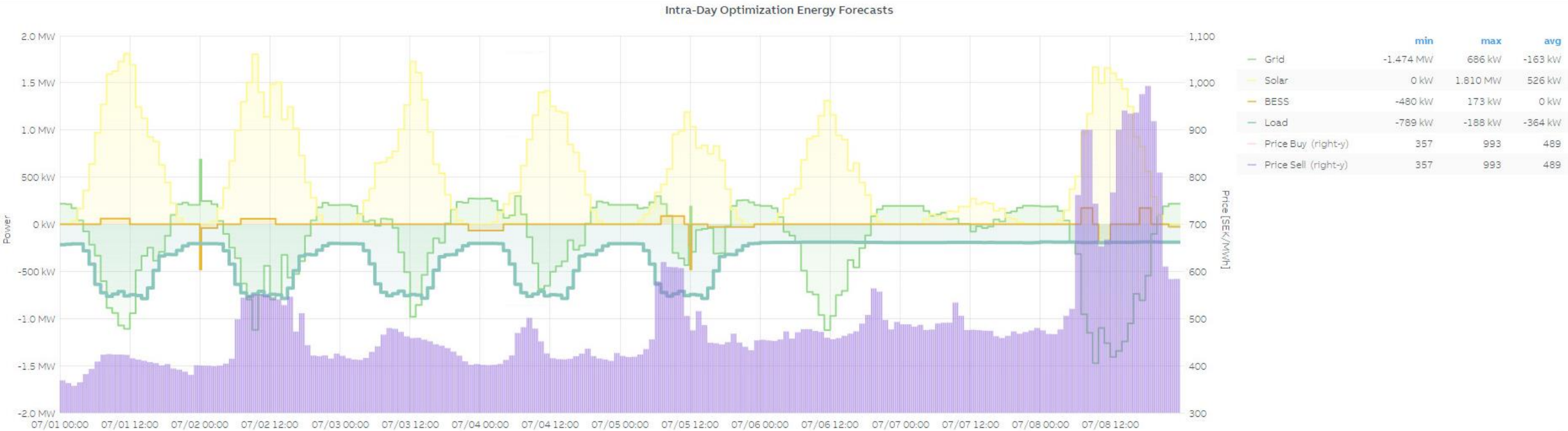


Intra-Day Optimization Energy Forecasts



eStorage Flex20, 550kWh/480kW

Exempel på sommarvecka, 1-8 juli





eStorage Flex20, 550kWh/480kW

Exempel på vintervecka, 23-30 november

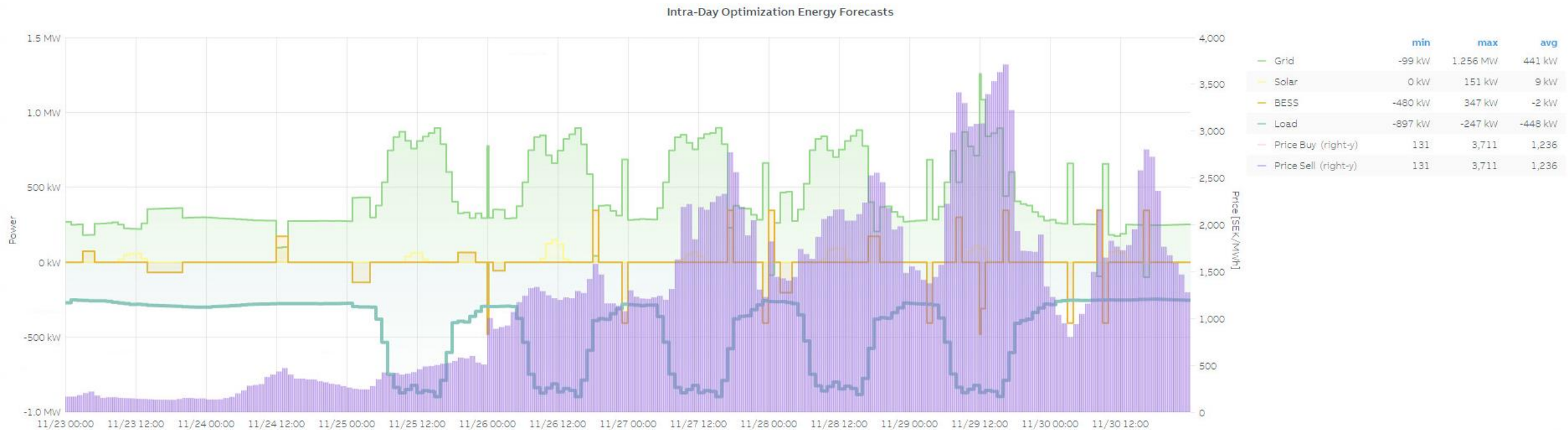


ABB eStorage Flex40

Lagringskapacitet 1MWh och 950kW respektive 1.55MWh och 1.3MW

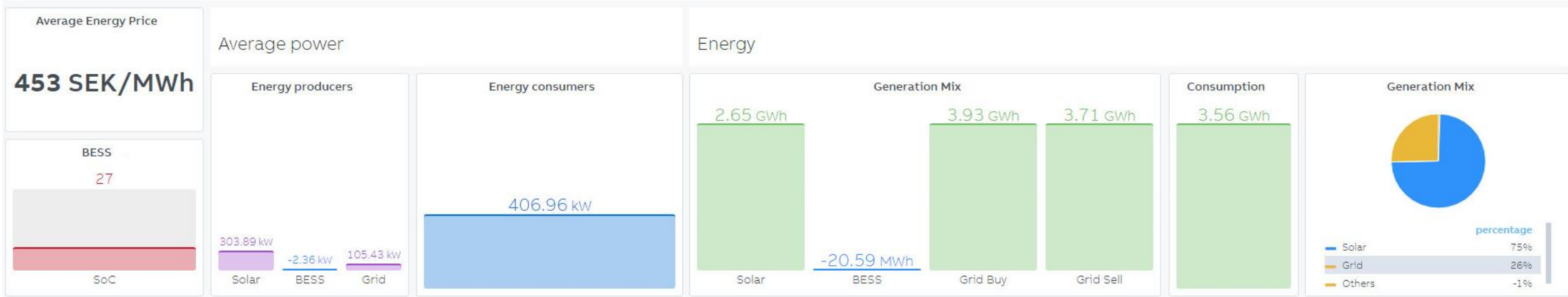


eStorage Flex
outside view

Integrated Equipment

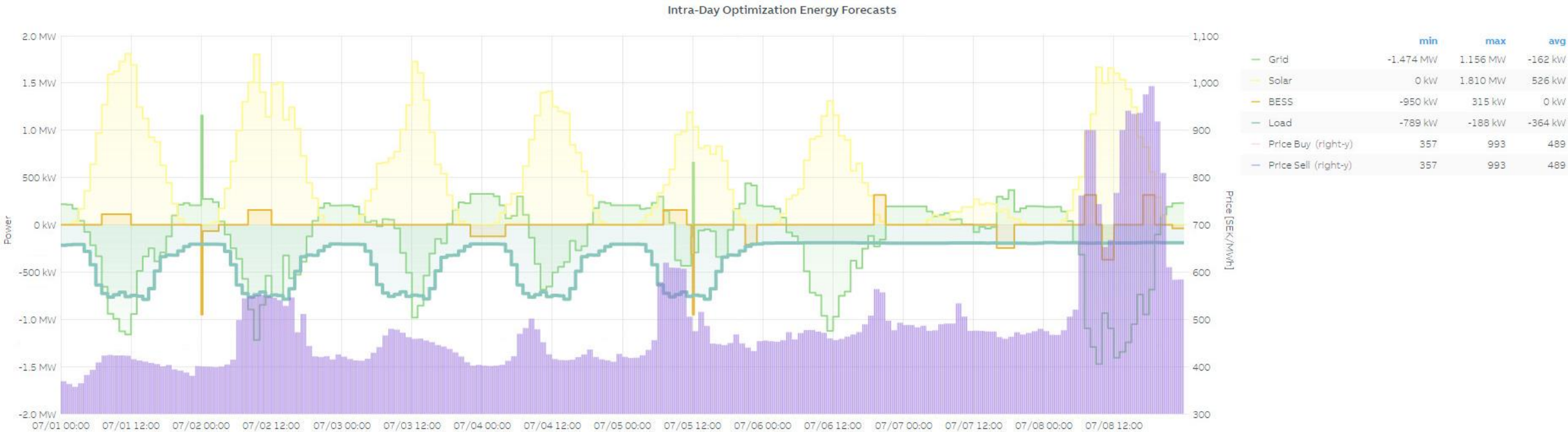
- 1 AC switchgear
- 2 Coupling transformer
- 3 Inverter
- 4 DC switchgear
- 5 Battery Modules + BMS
- 6 Fire suppression system
- 7 HVAC
- 8 eStorage OS

Optimax Dashboard – med Flex40 1MWh/950kW



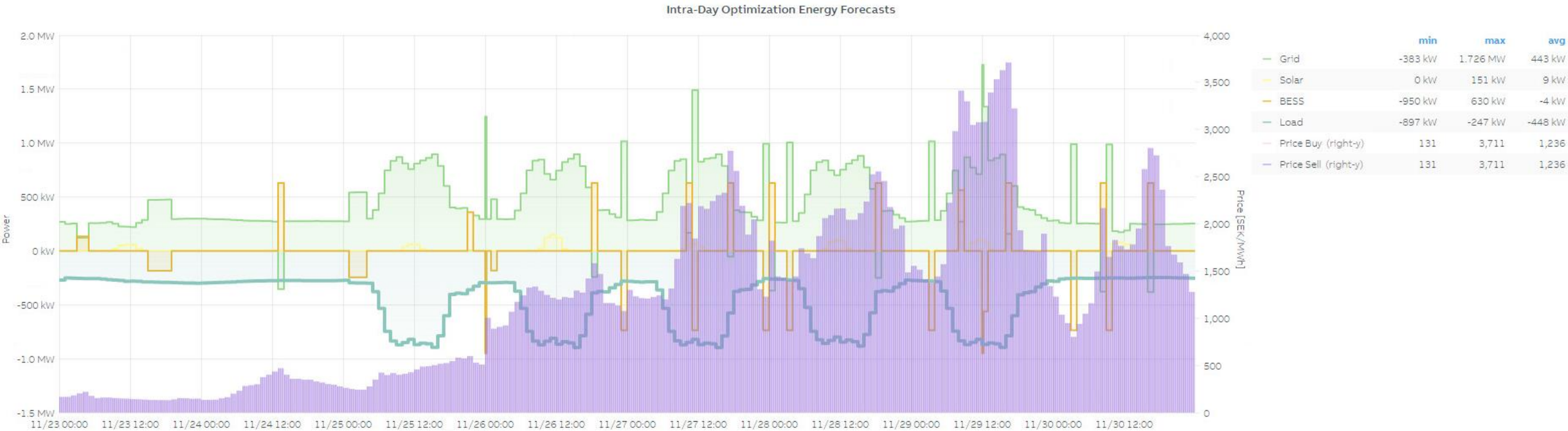
eStorage Flex40, 1MWh/950kW

Exempel på sommarvecka, 1-8 juli



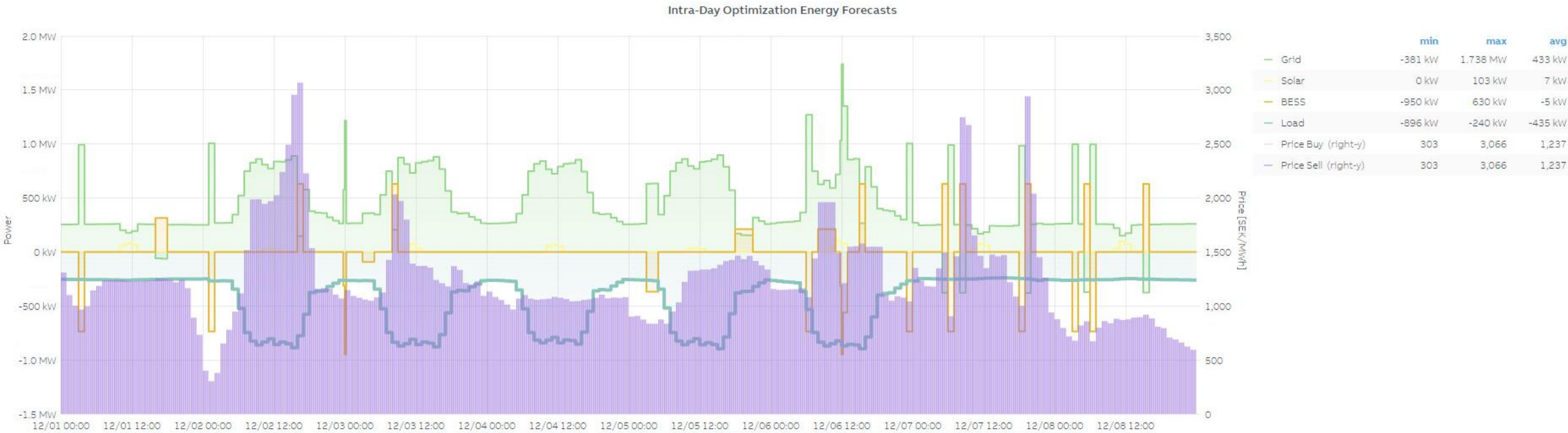
eStorage Flex40, 1MWh/950kW

Exempel på vintervecka, 23-30 november

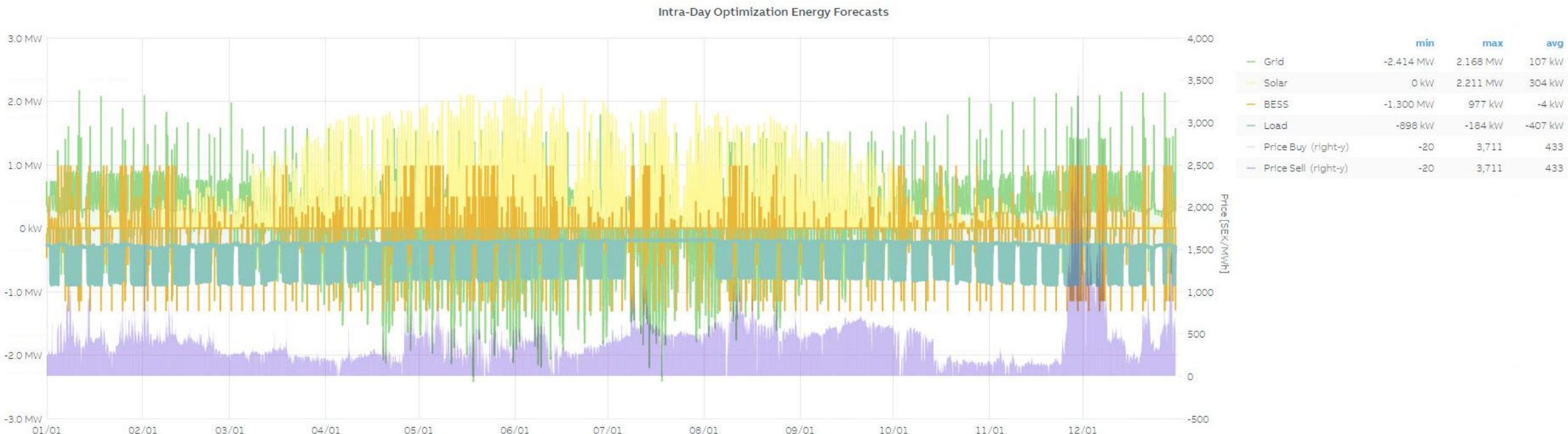
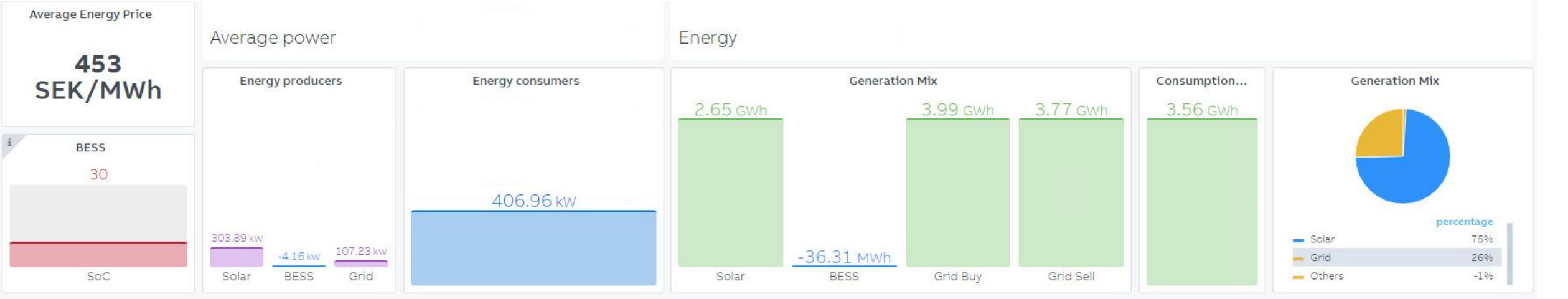


eStorage Flex40, 1MWh/950kW

Exempel på vintervecka, 1-8 december

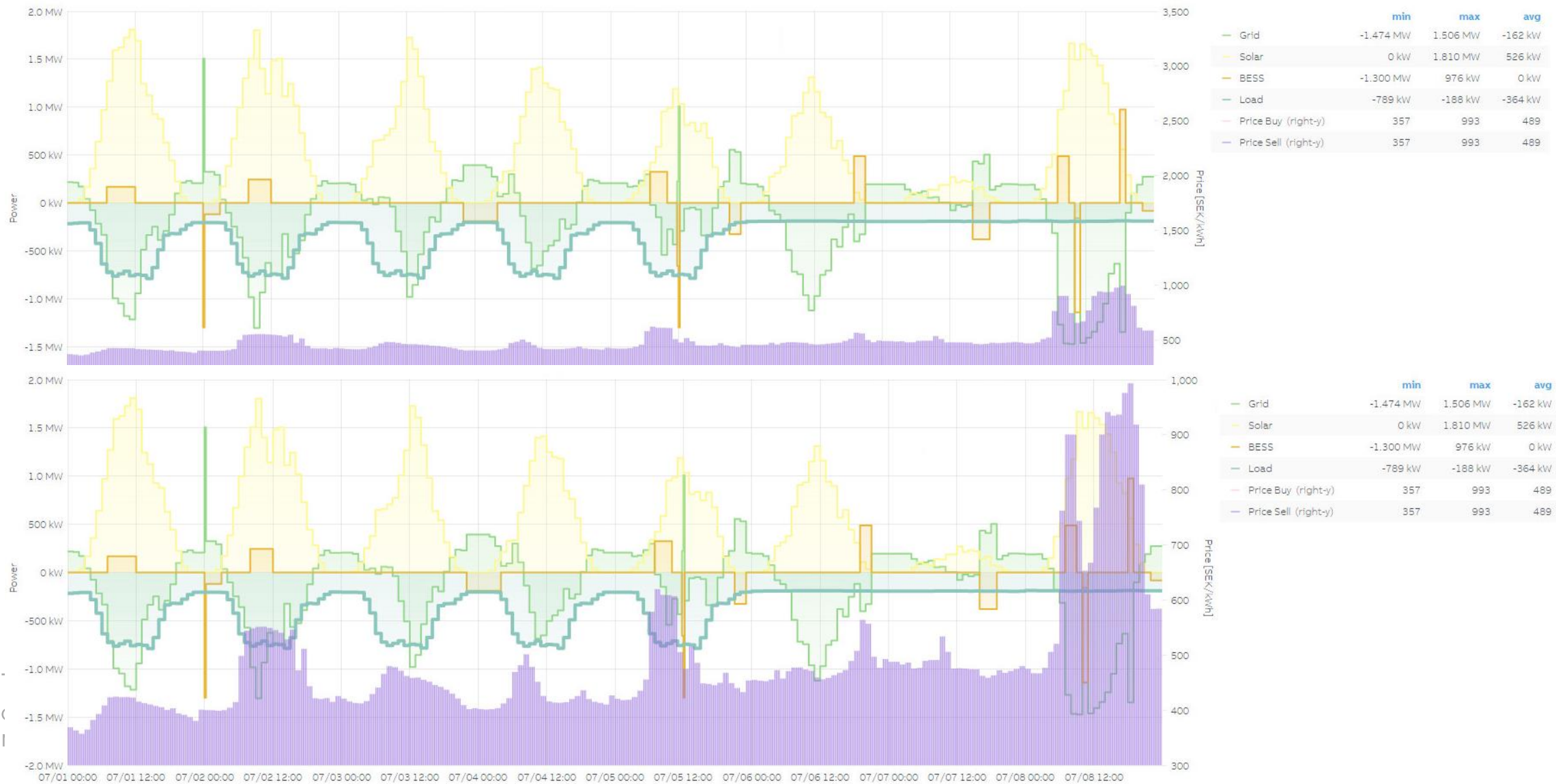


Optimax Dashboard – med 1,55MWh med 1.3MW



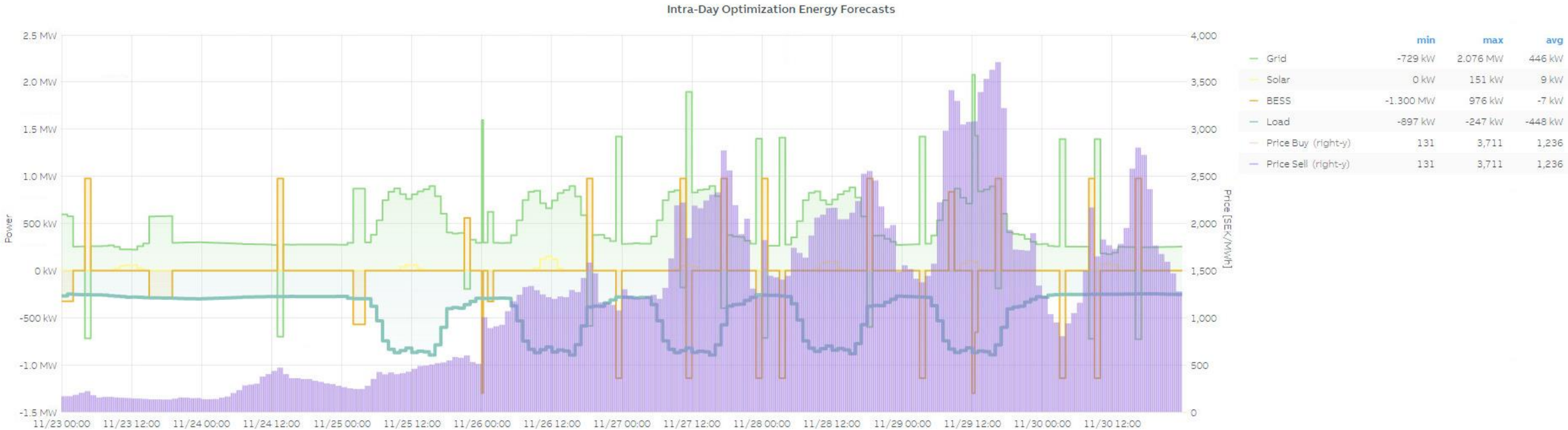
eStorage Flex40 1.55MWh/1.3MW

Exempel sommarvecka, 1-8 juli



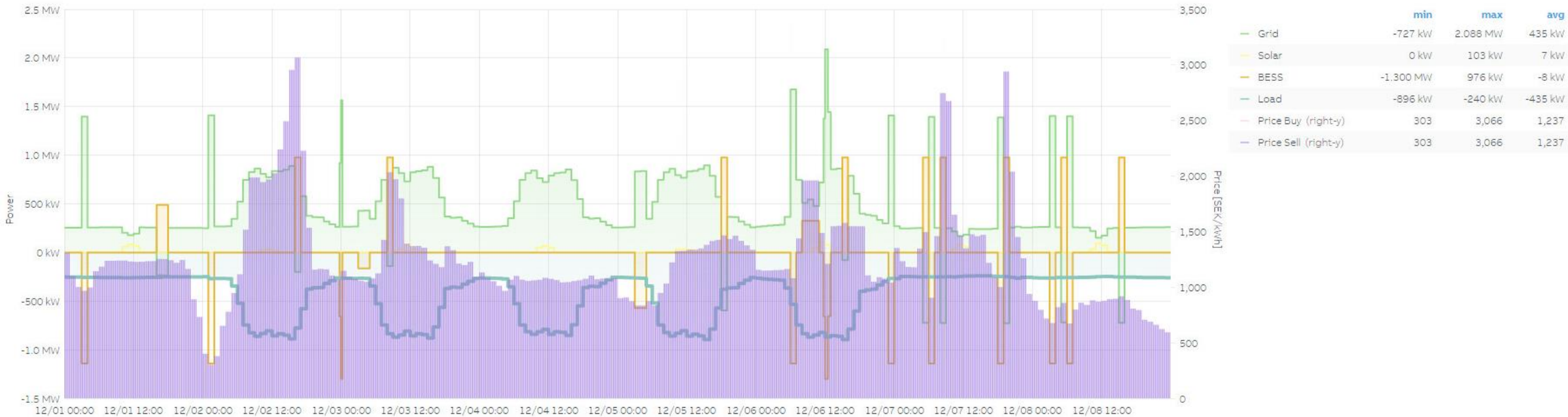
eStorage Flex40 1,55MWh/1.3MW

Exempel vintervecka, 23-30 november



eStorage Flex40 1.55MWh/1.3MW

Exempel vintervecka, 1-8 december



Resultat

Dagsläget

Total elkostnad (köp-sälj-nätnyttoersättning): 377 677 SEK

Varav Nätnyttoersättning: 10 440 SEK

eStorage 550

Total elkostnad: 347 107 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 283 SEK

Inkl. batteriförluster 15 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och batteri exkl. investeringskostnad
36 583 SEK/år (9,53%)

eStorage 1000

Total elkostnad: 324 769 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 481 SEK

Batteriförluster 31 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och batteri exkl. investeringskostnad
63 802 SEK/år
16,42%

eStorage 1550

Total elkostnad: 298 797 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 589 SEK

Batteriförluster 51 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och batteri exkl. investeringskostnad
96 105 SEK/år
24,34%

Resultat 1MWh vs 1,55 MWh vs 5 MWh

Dagsläget

Total elkostnad: 377 677 SEK

Nätnyttoersättning: 10 440 SEK

eStorage 1000

Total elkostnad: 324 769 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 481 SEK

Batteriförluster 31 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och
batteri exkl. investeringskostnad

63 802 SEK/år

16,42%

eStorage 1550

Total elkostnad: 298 797 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 589 SEK

Batteriförluster 51 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och
batteri exkl. investeringskostnad

96 105 SEK/år

24,34%

xxxx 5000 MWh med 3700kW

Total elkostnad: 134 443 SEK

Varav nätnyttoersättning: 16 680 SEK

Batteriförluster 185 MWh/år

Potentiell besparing med OPTIMAX och
batteri exkl. investeringskostnad

298 855 SEK/år

69,0%

Resultat CO2

Dagsläget

CO2 utsläpp enligt Renbloc historisk data från 2021 för KF One site som är från köpt el från nätet.

Genomsnitt Umeå 22,9g CO2e/kWh

Spann 18,57 – 25,38g CO2e/kWh

Genomsnitt Sverige: 30-50g CO2e/kWh

Genomsnitt EU: 350g CO2e/kWh

50 613 kg CO2e

Med att inkludera solcellsproduktion, LCA emissioner på 25g CO2e/kWh

86 116 kg CO2e

Med att exkludera det vi sålde till nätet, dvs. någon annan köper/står för "solcell LCA" och att räkna skillnaden på LCA när vi köpte el & sålde el för att ladda BESS

84 029 kg CO2e

eStorage 550

51 232 kg CO2e

86 265 kg CO2e

85 774 kg CO2e

eStorage 1000

52 301 kg CO2e

86 434 kg CO2e

85 844 kg CO2e

eStorage 1550

54 156 kg CO2e

86 698 kg CO2e

85 915 kg CO2e

Resultat CO2 1MWh vs 1.55MWh vs 5MWh

Dagsläget

CO2 utsläpp enligt Renbloc historisk data från 2021 för KF One site som är från köpt el från nätet.

Genomsnitt Umeå: 22,9g CO2e/kWh

Spann Umeå: 18,57 – 25,38g CO2e/kWh

Genomsnitt Sverige: 20-50g CO2e/kWh

Genomsnitt EU: 350g CO2e/kWh

50 613 kg CO2e

Med att inkludera solcellsproduktion, LCA emissioner på 25g CO2e/kWh

86 116 kg CO2e

Med att exkludera det vi sålde till nätet, dvs. någon annan köper/står för "solcell LCA" och att räkna skillnaden på LCA när vi köpte el & sålde el för att ladda BESS

84 029 kg CO2e

eStorage 1000

52 301 kg CO2e

86 434 kg CO2e

85 844 kg CO2e

eStorage 1550

54 156 kg CO2e

86 698 kg CO2e

85 915 kg CO2e

xxxx 5000 MWh med 3700kW

72 384 kg CO2e

88 484 kg CO2e

87 337 kg CO2e

Framtida möjligheter

Ytterligare intäktsströmmar och reducereing av kostnader

Reducera CAPEX/OPEX/CO2

- Minska behovet av att stärka upp nät
- Dela resurser "energigemenskap"
- Reducera överföringsförluster
- Reducera effektuttag
- Minska behovet av fossil reservkraft
- Öka självförsörjandegrad/resiliens

Frekvensreglering

- Stödtjänstemarknad 4,000 mSEK i SE
 - FCR-N
 - FCR-D Ned
 - FCR-D Upp
 - FFR
- Exempel FCR-N 2021: 354kr/MW
- 127-1,800kr/MW

Effekt- och flexibilitetsmarknad

- Ex. SthlmFlex jan-mars 2021
- 2276,4 MWh avropades
 - 485kr/MWh i snitt
 - 200-5,000kr/MWh



Simuleringsdemo

Simuleringsdemo

ABB