

Förstudie – Precima Productions via Framtidens Solel

2021-01-25



Rapportnamn	Förstudie Precima Productions via Framtidens Solel
Offentlighet	Fri att delas
Datum	2021-01-25
Uppdragsledare	Gustav Orrevad
Författare	Gustav Orrevad

Innehåll

Sammanfattning	4
1. Bakgrund	5
2. Genomförande	5
3. Sammanslagning av anslutningspunkter	6
3.1 Bakgrund	6
3.2 Elnätskostnader	6
3.3 Elhandel	7
3.4 Sammanfattning Elnät- och Elhandelskostnader	7
3.5 Egenförbrukning	7
4. Alternativ teknisk lösning	10
4.1 Standardlösning Strängväxelriktare	10
4.2 Midsummer + Ferroamp	10
4.3 Kostnads kalkyl	12
5. Batterilager	12
5.1 Driftstrategier	13
5.2 Mätdata	13
5.3 Analys av mätdata och intäktskalkyler	13
5.4 Insikt, Dimensionering av batteri för driftstrategi effektkapning	18
5.5 Kostnads kalkyl	19
5.6 Kostnads- och intäktskalkyl Batterisystem	20
5.7 Ökad andel egenförbrukning med 81 kWh batteri	21
6. Slutsats	21
6.1 Mervärden Ferroamp	22

Sammanfattning

Precima Production har avsikt att investera i en solcellsanläggning på taket till deras fabrik i Flen. Precima Production har ingått en avsiktsförklaring att anlita Midsummer som totalentreprenör för byggandet av en 161 kW stor solcellsanläggning, där Midsummers egentillverkade solcellspaneler "Bold" har offererats som en del av den tekniska lösningen.

Sweco har anlåtats av Energikontoret i Mälardalen inom ramen för projektet "Framtidens solel". Swecos uppdrag inom projektet har varit att som oberoende expert utföra en förstudie som ger svar på *om* Precima Productions tänkta solcellsanläggning i kombination med en sammanslagning av fastighetens anslutningspunkter och installation av ett batterilager kan ge skalfördelar ur ekonomiskt perspektiv, vilka dessa skalfördelar är och skalfördelarnas respektive påverkan på en investeringskalkyl.

Sweco har kommit fram till att en sammankoppling av anslutningspunkterna leder till minskade kostnader och ökade intäkter omkring 24 500 SEK/år exkl. moms. i form av minskade elnätskostnader, minskade elhandelskostnader och ökad egenförbrukning av producerad solel.

Sweco har kommit fram till att de 2 batterilagerlösningar som analyserats, med dagens förutsättningar, inte kommer återbetala sig inom den tekniska livslängden för systemen.

1. Bakgrund

Precima Production har avsikt att investera i en solcellsanläggning på taket till deras fabrik i Flen. Precima Production har ingått en avsiktsförklaring att anlita Midsummer som totalentreprenör för byggandet av solcellsanläggningen, där Midsummers egentillverkade solcellspaneler "Bold" har offererats som en del av den tekniska lösningen.

Midsummers initiala projektering har utgått från att 161 kWp solceller installeras på fastighetens tak, där 2 st 60 kW-strängväxelriktare installeras och kopplas en vardera till de 2 anslutningspunkter i fastigheten med störst årlig elförbrukning.

Sweco har anlåtats av Energikontoret i Mälardalen inom ramen för projektet "Framtidens solet". Från Framtidens Solels hemsida går att utläsa att projektets syfte "...är att markant öka investeringstakten i solet i små och medelstora företag i Östra Mellansverige och därmed bidra till minskade koldioxidutsläpp och ökad konkurrenskraft för näringslivet i regionen."

Swecos uppdrag inom projektet har varit att som oberoende expert utföra en förstudie som ger svar på om Precima Productions tänkta solcellsanläggning i kombination med en sammanslagning av fastighetens anslutningspunkter och installation av ett batterilager kan ge skalfördelar ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv samt ur perspektivet kring klimatnytta, och *vilka* dessa skalfördelar är och skalfördelarnas *påverkan*.

2. Genomförande

Delmoment som utförts inom detta uppdrag som förstudien besvarar

- sammanställning av hur en sammanslagning av anslutningspunkterna påverkar de årliga elnätskostnaderna.
- sammanställning av hur en sammanslagning av anslutningspunkterna påverkar andelen egenförbrukning av producerad solet och investeringskalkylen.
- översyn av olika tekniska lösningar med andra växelriktarfabrikat och nya tekniker.
- dimensionering av ett kombinerat solcells- och batterilagersystem "DC-kopplat hybridssystem"
- Prisjämförelse av ett kombinerat solcells- och batterilagersystem "DC-kopplat hybridssystem" kontra ett fristående "AC-kopplat batterisystem"
- grov kostnads-kalkyl för batterisystemet
- intäktskalkyl med utgång från olika driftstrategier för batterisystemet.

3. Sammanslagning av anslutningspunkter

Sammanslagning av fastighetens 5 anslutningspunkter har analyserats utifrån ekonomiska incitament kopplat till minskade abonnemangskostnader mot elnätbolaget samt utifrån sammanslagningens påverkan på andelen egenförbrukning av solcellsproduktion.

3.1 Bakgrund

Fastigheten har idag 5 st anslutningspunkter mot elnätbolaget Vattenfall Eldistribution.

Sammanställning av de 5 anslutningarna enligt nedan:

Benämning, Anslutningspunkt	401 "A"	784 "B"	593 "C"	586 "D"	579 "E"
Abonnemangstyp	Effekt N4	16 A Säkring Enkel E4	Effekt N4	20 A Säkring Enkel E4	Effekt N4

Initial projektering utförd av Midsummer har varit att ansluta 80,5 kW solcellseffekt via 60 kW-strängväxelriktare till vardera anslutningspunkt A och C.

3.2 Elnätskostnader

Mätdata för de 5 anslutningspunkterna hämtades från Vattenfall Eldistributions kundportal. Fullständiga timmätserier för samtliga 5 anslutningspunkter hämtades för året 2020 då 2020 var det enda året med fullständiga timmätserier.

Förbrukningsmätserierna för de 5 anslutningspunkterna summerades "sammanlagrades" för att efterlikna anslutningen av en potentiell framtida sammanslagning av anslutningspunkterna.

Vattenfall Eldistributions prislister för säkringstariff och effektabonnemang som gäller från och med 1 januari 2021 laddades ned. Prislister redogör för energi- och effektkostnader och fasta avgifter som elnätbolaget tar ut per respektive abonnemangstyp.

Prislister användes för att sammanställa kostnaderna för tre olika kombinationer av abonnemang med 2020 års timmätvärden för de 5 anslutningspunkterna.

De tre kombinationerna av abonnemangupplägg ses i tabell 1, där även resultatet av sammanställningen visas.

Tabell 1. Kombinationer av abonnemang och resultat.

	SEK
Befintlig kombination, 3 Effekt + 2 Säkring	157 500
Ihopslaget Effekt N4	138 700
Ihopslaget Effekt N3T	188 100

3.2.1 Elbehov genomsnittså

Årsförbrukningsmätdata hämtades för åren 2017 - 2020. År 2020 hade fastigheten elenergibehov om 377 119 kWh. De tre tidigare åren, 2017 - 2019, har elenergibehovet varit större än för 2020. Framtagande av ett medeltal för årsförbrukningsmätdata för samtliga anslutningspunkter för åren 2017 - 2020 visar ett elenergibehov om 425 401 kWh, 12,8 % högre än för året 2020.

Givet det årligt genomsnittligt högre elenergibehovet och antagande att fastighetens effektprofil följer energiprofilen procentuellt likadant så uppgår den årliga besparingen till $18\,800 \cdot 1,128 = 21\,200$ kr/år exkl. moms.

3.3 Elhandel

Precima Production har ett gemensamt elhandelsavtal med ett elhandelsbolag för deras 5 anslutningar.

Givet sammanslagning av 5 anslutningar till 1 gemensam anslutning så tros Precima Production kunna förhandla fram ett mer prismässigt fördelaktigt elhandelsavtal.

Ingen uppskattning av årlig besparingen görs inom denna förstudie i brist på underlag. Precima Production rekommenderas att se över sitt elhandelsavtal inför nästkommande avtalsperiod.

3.4 Sammanfattning Elnät- och Elhandelskostnader

Genom att slå ihop fastighetens 5 separata anslutningspunkter till en gemensam anslutningspunkt där effektabonnemang N4 används kan följande besparing uppnås

$(157\,500 - 138\,700) \cdot 1,128 = 21\,200$ kr/år exkl. moms.

Besparingen om 21 200 kr/år baseras på Vattenfall Eldistributions prislister för 2021.

3.5 Egenförbrukning

3.5.1 Årlig soletproduktion

PVGIS har använts för att ta fram 2016 års solinstrålning och beräknad årsproduktion av en 161 kW solcellsanläggning på platsen för fastigheten.

Data för 2016 användes då det är det senaste år för vilken timinstrålningsvärden och beräknade produktionsvärden finns tillgängliga i PVGIS.

Parametrar som används i PVGIS var enligt: Hourly Data; Databas: PVGIS-ERA5; Longitud: 59.060; Latitud: 16.597; År: 2016, Slope: -2; Azimuth -20; PV technology CIS/CIGS; Installed peak PV power: 161 kW; System loss: 14 %.

PVGIS gav en soletproduktion om 122 602 kWh för året 2016.

Jämförelse av år 2016 med ett normalår i PVGIS med i övrigt samma parametrar visar att under ett normalår så beräknas produktionen uppgå till 124 061 kWh, motsvarande 1,2 % eller 1 459 kWh, mer än 2016.

3.5.2 Årligt elbehov i fastigheten

3.5.2.1 Metod

Mätdata för de 5 anslutningspunkterna hämtades från Vattenfall Eldistributions kundportal.

Fullständiga timmätserier för samtliga 5 anslutningspunkter hämtades för året 2020 då 2020 var det enda året med fullständiga timmätserier.

Förbrukningsmätserierna för de 5 anslutningspunkterna summerades "sammanlagrades" för att efterlikna anslutningen av en potentiell framtida sammanslagning av anslutningspunkterna.

Årsförbrukningsmätdata hämtades för åren 2017 - 2020.

3.5.2.2 Egenförbrukning utan sammanslagning av abonnemang

Mätdata visade att elförbrukning för anslutningspunkt A och C under 2020 uppgick till 329 574 kWh.

De tre tidigare åren, 2017 - 2019, har elenergibehovet varit större än för 2020. Framtagande av ett medeltal för årsförbrukningsmätdata för anslutningspunkt A+C för åren 2017 - 2020 visar ett elenergibehov om 379 078 kWh, 15,0 % högre än för året 2020.

En kombination av 2016 års solinstrålningsprofil med ett normalårs ökade produktionsmängd om 1,2 %, och 2020-års timförbrukningsprofil med 15,0 % högre förbrukning i absoluta tal ger en procentuell egenförbrukning av egenproducerad solel om 66,51 %

3.5.2.3 Egenförbrukning med sammanslagning av abonnemang

Mätdata visade att elförbrukning för samtliga 5 anslutningspunkter 2020 uppgick till 377 119 kWh.

De tre tidigare åren, 2017 - 2019, har elenergibehovet varit större än för 2020. Framtagande av ett medeltal för årsförbrukningsmätdata för samtliga anslutningspunkter för åren 2017 - 2020 visar ett elenergibehov om 425 401 kWh, 12,8 % högre än för året 2020.

En kombination av 2016 års solinstrålningsprofil med ett normalårs ökade produktionsmängd om 1,2 %, och 2020-års timförbrukningsprofil med 12,8 % högre förbrukning i absoluta tal ger en procentuell egenförbrukning av egenproducerad solel om 69,88 %

3.5.2.4 Slutsats

Sammanlagring av anslutningspunkterna ger med ovan mätvärden en 3,37 %, motsvarande 4 182 kWh, högre andel egenförbrukning.

Antaget ett försäljningspris på såld el, överskottsel, om 0,4 kr/kWh och ett värde på rörlig egenförbrukad solel, samma som inköpspriset för energi via elnätet, om 0,8 kr/kWh, ger den ökade egenförbrukningen en årlig besparing enligt beräkning nedan:

$$4\,182 \cdot (0,8 - 0,4) = 1\,700 \text{ kr exkl. moms.}$$

Sammanlagring av anslutningspunkterna ger således utökade besparingar om ca 1 700 kr exkl. moms per år i och med att andelen egenförbrukad solel ökar.

Påpekas bör att osäkerhet råder kring hur väl instrålnings- och produktionsdata för 2016 korrelerar med förbrukningsdata och förbrukningsprofilen för 2020. De data som använts för dessa beräkningar ansågs vara de bäst tillgängliga och användbara för att kunna utföra uppskattning av andel, och ökningen av, egenförbrukningen mellan de 2 fallen.

Påpekas bör även att det är timvärden för produktion respektive förbrukning som använts. Vid tillgång till mer högupplösta mätvärden för produktion och timvärden (kvart, minut, sekund) hade analys visat andelen egenförbrukning vara lägre än de värden (66,51 % resp. 69,88 %) som beräknats fram med timvärden.

4. Alternativ teknisk lösning

Ett system med Ferroamp som leverantör av växelriktarsystem har undersökts och ställts mot en konventionell strängväxelriktarlösning.

Ferroamp har valts ut att analyseras som systemleverantör av flertalet anledningar;

- Ferroamps produkter kan användas till både solcellsanläggning och batterilager.
- Ferroamp är en av få leverantörer på marknaden som erbjuder DC-kopplade kombinerade solcells- och batterisystem (hybridsystem) i industristorlek.
- Kunskapen kring teknik och ekonomi är inte utbredd i Sverige kring kombination av en solcellsanläggning och batterilager.
- Ferroamps system tros ha bra styrning av batteri för effektkapning.
- Ferroamps växelriktarsystem är kompatibelt med prisvärda Litiumjonbatterier.
- Ferroamps möjlighet till fasbalansering tros kunna leda till nutida eller framtida skalfördelar.
- Ferroamps system ger anläggningsägare bättre framtida analysmöjligheter av sin energiprofil då högupplöst sekunddata för fastighetens anslutningspunkt samlas in och kan visualiseras i Ferroamps analysportal.

4.1 Standardlösning Strängväxelriktare

Den projekteringslösning från Midsummer som Sweco har kunnat granska innefattar installation av 2 st 60 kW konventionella strängväxelriktare.

24 solcellspaneler kopplas i serie.

Antalet solcellssträngar uppgår till 33.

4.2 Midsummer + Ferroamp

En lösning med Midsummers Bold-solcellspaneler och Ferroamp systemdelar har grovprojekterats. Midsummers Bold-solcellspaneler har kopplats 16 st i serie "sträng" med 2 strängar enligt bild 1.

16 paneler per sträng valdes för att underlätta kabeldragning på taket.

Strängarna kopplades parallellt för att minimera antalet Ferroamp SSO:er i systemlösningen.

Sammanställning av de 5 anslutningarna enligt nedan:

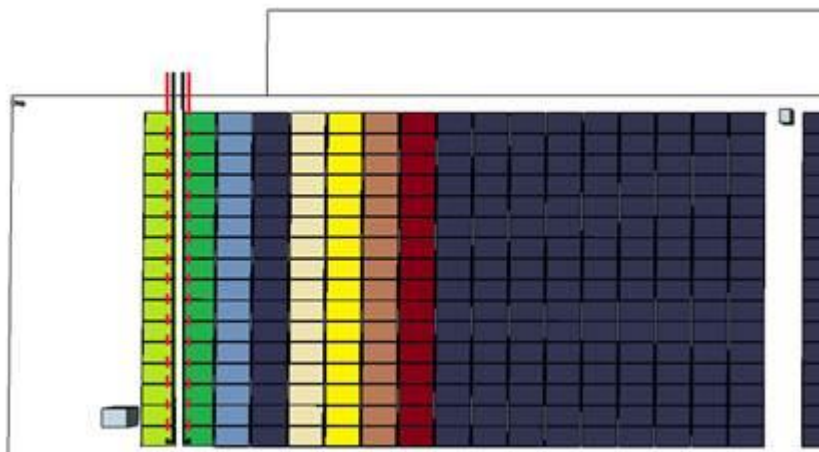


Bild 1 – Design av solcellslösning

4.3 Kostnadskalkyl

4.3.1 Materielkostnad

Prisuppgifter har hämtats in från svenska och tyska grossister. Observera att priserna inte är skarpa och endast anger en uppskattning.

	Energyhub	SSO	Strängväxelriktare
	5 st Energyhub XL28 = 140 kW	12 Dual 16 kW + 1 Single 8 kW = 200 kW	2 st 60 kW = 120 kW
Pris Materiel	176 000 SEK	100 000 SEK	60 000 SEK

4.3.2 Installationskostnad – Grov uppskattning

Offerter har inte hämtats in från entreprenörer. Nedan priser ger bara en grov uppskattning av kostnader för installation av de olika systemvalen.

Installation av Energyhubsystem antas ta lika lång tid som installation, och därmed utgöra samma kostnad, som installation av strängväxelriktare. Estimerad Kostnad 40 000 SEK, exkl. moms.

Installation av 13 SSO:er och det extra arbete som krävs med mer omfattande kabeldragning i och med kortare solcellspanelstränglängder, mer kostsam DC-kablage och övrig DC-materiel antas uppgå till 140 000 SEK exkl. moms.

	Energyhub	SSO	Strängväxelriktare
	5 st Energyhub XL28 = 140 kW	12 Dual 16 kW + 1 Single 8 kW = 200 kW	2 st 60 kW = 120 kW
Pris Installation (Grov uppskattad)	40 000 SEK	140 000 SEK	40 000 SEK

4.3.3 Sammanfattning kostnadsbild för alternativ teknisk lösning

Ferroamps Materiel- och installationskostnader uppskattas till 456 000 SEK exkl. moms.

Materiel och installation av konventionell strängväxelriktarlösning uppskattas kosta 100 000 SEK.

Prisskillnad mellan de båda alternativen antas således uppgå till 356 000 SEK exkl. moms.

5. Batterilager

Antaganden vid dimensionerande och analys av batteri:

- Anslutningspunkterna i fastigheten sammankopplas
- Batterilager Pylontech med 90 kWh nominell energi, 81 kWh användbar energi (90 %) och 32 kW-uteffekt är installerat.

5.1 Driftstrategier

Batterilager kan styras efter en rad olika strategier. De strategier som Sweco har undersökt i denna förstudie avser "Effektkapning" och "Energihandel".

5.1.1 Effektkapning

Målet med effektkapning är att begränsa kostnader för effektagifter mot elnätsbolaget.

5.1.2 Energihandel

Driftstrategi Energihandel innebär styrning av batteriets laddning mot tider på dygnet då priset på elenergi är lägre och att ladda ur batteriet under tider på dygnet då priset på elenergi är högre.

Med hjälp av batteriet styrs elförbrukningen från elnätet mot tider på dygnet då elenergi är billig, dvs tidpunkter då elpriset på börsen Nordpool är låga, med målet att minska årliga elkostnader.

Givet att även en solcellsanläggning är ansluten till batteriet så styrs batteriet mot att laddas med solel vid tidpunkter på dagen då solelproduktionen överstiger fastighetens energibehov, för att undvika att solelen levereras ut på elnätet och säljs som överskottsel.

På så sätt maximeras även andelen egenförbrukning av egenproducerad solel.

5.2 Mätdata

Mätdata för Precima Productions 5 anslutningspunkter hämtades från Vattenfall Eldistributions kundportal.

Fullständiga timmätserier för samtliga 5 anslutningspunkter hämtades för året 2020 då 2020 var det enda året med fullständiga timmätserier.

Dag- och timvärden fanns tillgängliga för åren 2015-2020, dock inte alltid fullständiga mätserier för samtliga 5 anslutningspunkter vid samma givna tillfälle.

5.3 Analys av mätdata och intäktskalkyler

	Årsförbrukning	Max dageenergibehov	Max dageffekt (Dagenergibehov/24 h)	Datum	Max timeffekt	Datum, klockslag
	(kWh)	(kWh)	(kW)		(kW)	
2020	377 119				117	2020-09-18, 08:00
2019	429 240				145	2019-01-24, 16:00
2018	445 601	2549	106	2018-11-28	131	2018-11-28, 15:00
2017	449 643					
2016	394 697					
2015	394 437					

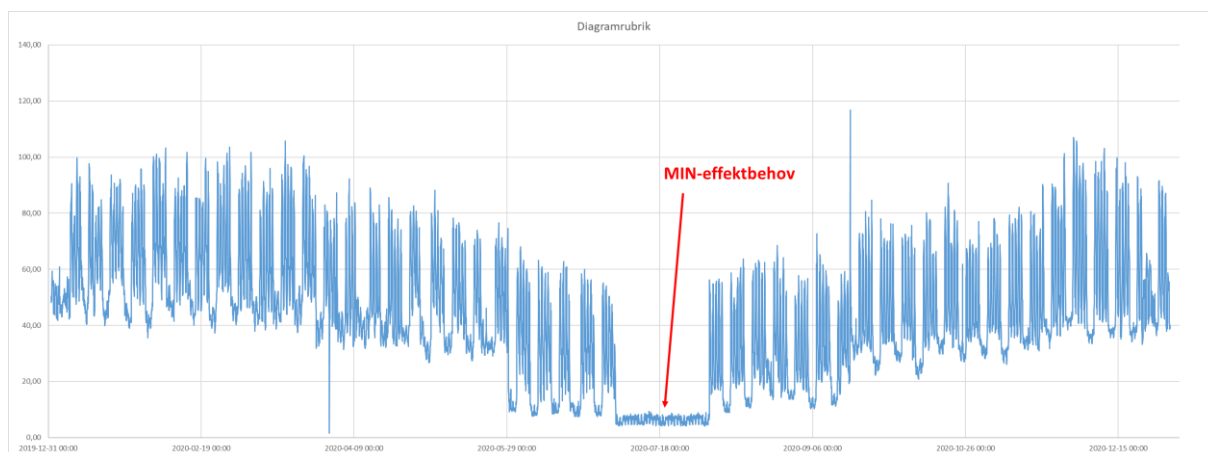
	Min dag energibehov	Min dageffekt (Dagenergibehov/24 h)	Min timeffekt
	(kWh)	(kW)	(kW)
2020-07-19	131	5,4	
2020-11-08, 12:00			26
2020-07-04, 12:00			4
2018-11-10, 14:00			32

5.3.1 Mineffektbehov

Analys av mätdata visar att Precima Productions har partiellt sommaruppehåll i sin verksamhet normalt från 1a juni – 15:e september, och komplett sommaruppehåll hela juli månad.

Timeffektbehovet sjunker aldrig under 4 kW, oavsett timme under året, där minimum varje år inträffar under det kompletta sommaruppehållet.

Ur detta kan slutsats dras att Precima Production kommer ha en hög andel överskottsenergi under sommarmånaderna.



Figur 1 – Timförbrukning 2020, MIN-effektbehov

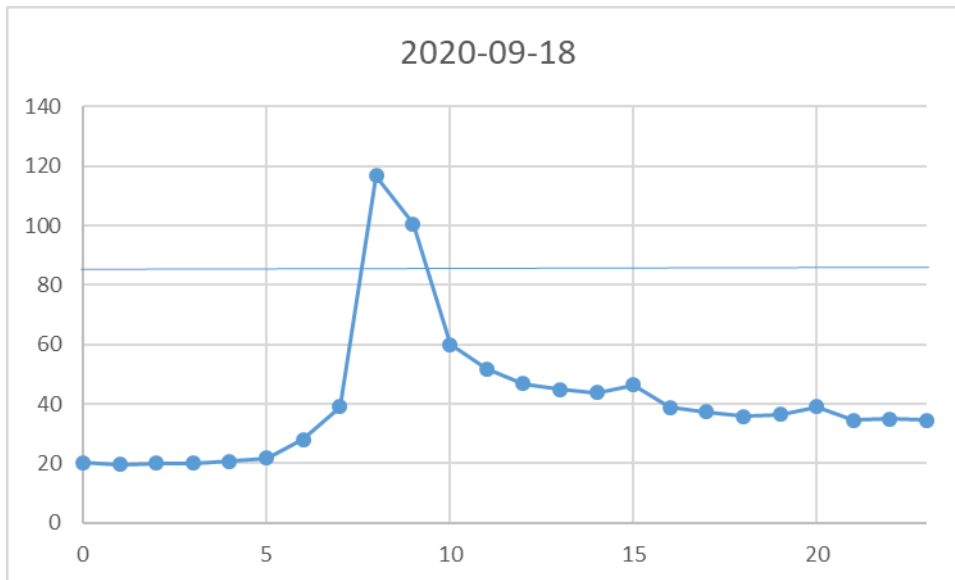
5.3.2 Analys av 3 dimensionerande dagar för effektkapning

5.3.2.1 2020-09-18, 08:00 – 117 kW - Kort och hög topp, låg grundbelastning.

Denna dags toppeffekt skulle kunna kapas med 32 kW effekt under 2 timmar (64 kWh), och således innebära en ny toppeffekt för månaden om 85 kW (117 – 32).

I detta fallet sätter batteriets maximala uteffekt taket för hur mycket toppeffekten kan effektkapas.

Analys av andra dagar i september 2020 visar att under 2020-09-25 uppgick toppeffekten till 85 kW under en timme. Effekttoppen denna dag är lika stor som den nya effekttoppen för 2020-09-18 efter effektkapning. Givet detta skulle det inte vara någon nytta att försöka kapa effekttoppen för 2020-09-25, då den ändå inte utgjorde något nytt toppvärde för september månad.



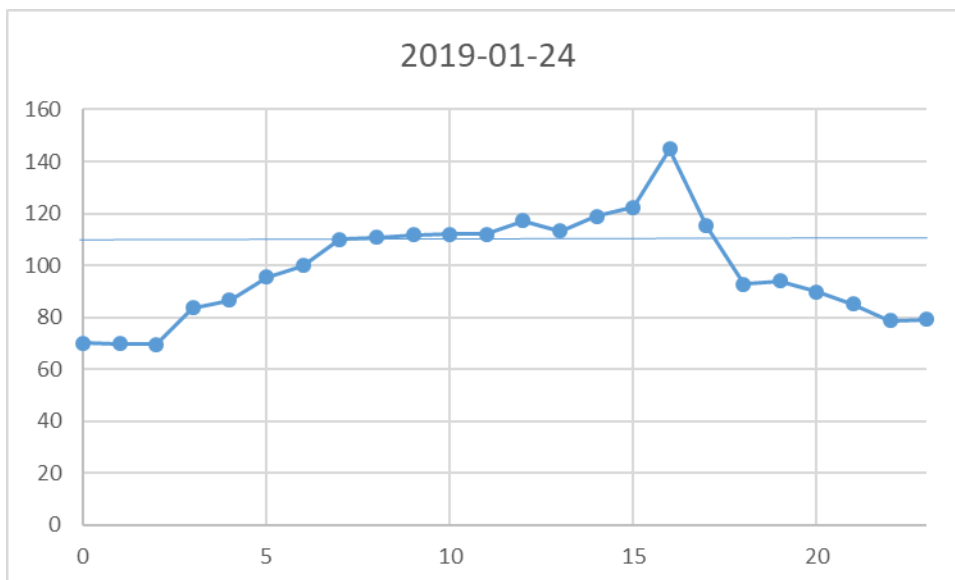
5.3.2.2 2019-01-24, 16:00 – 145 kW - Kort effekttopp, hög grundbelastning.

Denna dags toppeffekt skulle enkelt kunna kapas med 23 kW effekt kl 15-16 (64 kWh), för att sänka toppeffekten från 145 kW till 122 kW.

Teoretiskt, om batteriet hade laddat ur med optimal effekt för att sänka effekttoppen maximalt till dess att batteriet var tömt, hade batteriet kunnat kapa 32 kW, genom att ladda ur med effekter mellan 1-32 kW för specifika timmar mellan 08:00 – 17:00, för att undvika att effektbehovet gick över 113 kW.

I detta fallet sätter batteriets kapacitet (kWh) taket för hur mycket toppeffekten kan effektkapas.

Att styra batteriet för denna drift skulle ha varit möjligt att programmera om man vetat energibehovet för dagen på förhand. Att styra batteriet optimalt för dagen utan vetskap om dagens energibehov är komplicerat.



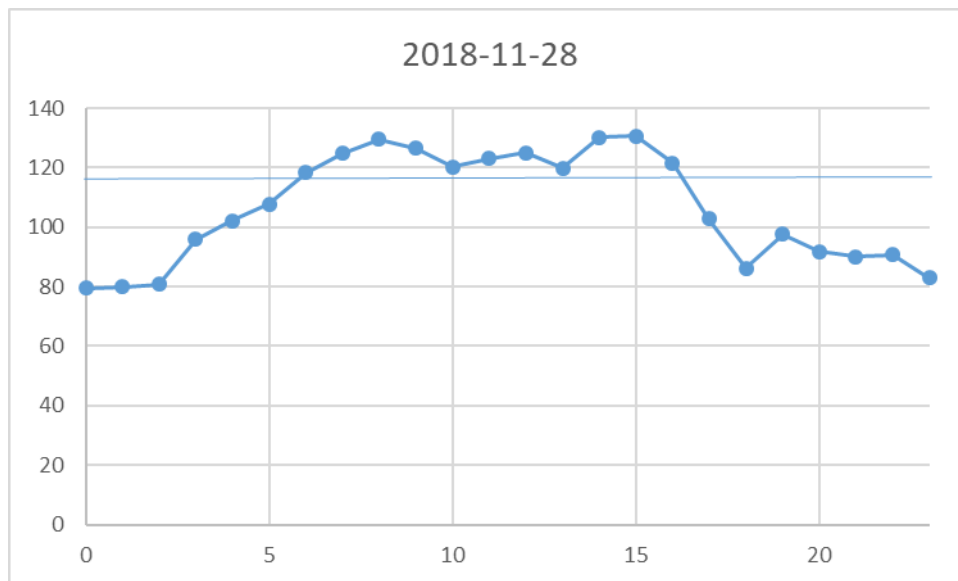
5.3.2.3 2018-11-28, 15:00 – 131 kW - Hög grundbelastning, låg effekttopp

Denna dags toppeffekt är svårare att kapa, då den har en hög grundbelastning under lång tid.

Teoretiskt, om batteriet hade laddat ur med optimal effekt för att sänka effekttoppen maximalt till dess att batteriet var tömt, hade batteriet kunnat kapa 13 kW, genom att ladda ur med effekter mellan 2-13 kW för specifika timmar mellan 08:00 – 17:00, för att undvika att effektbehovet gick över 118 kW.

I detta fallet sätter batteriets kapacitet (kWh) taket för hur mycket toppeffekten kan effektkapas.

Att styra batteriet för denna drift skulle ha varit möjligt att programmera om man vetat energibehovet för dagen på förhand. Att styra batteriet optimalt för dagen utan vetskap om dagens energibehov är komplicerat.



5.3.2.4 Teoretisk intäktskalkyl och analyskvation med flera variabler

Det går att göra intäktskalkyler väldigt komplexa och träffsäkra. Komplexiteten och noggrannheten i kalkylen innebär även utvecklingskostnader vid framtagande av kalkylen.

Analys enligt ovan dagsfall skulle kunna göras för varje dag under ett helår (2020), för att räkna ut en träffsäker siffra för hur mycket effekt och således även kostnader som kan sparas varje månad genom effektkapning under 2020.

För detta krävs tillgång till timdata för 2020, en given batterikapacitet (kWh), batteriets maximala uteffekt (kW).

I ovan 3 fall har det antagits att batteriet inte laddas upp under dagen, under timmar då effekten understiger dagens hittills maxvärde. Om även detta skulle göras skulle ekvationen bli mer komplicerad.

Ytterligare ett nästa steg vid utveckling av kalkyl är att utöka ekvationen med variabler för batterier med olika kapacitet, uteffekt och priser, för att få fram ett värde kring optimal ekonomisk avkastning.

Utvecklande av en komplex kalkyl har ej rymts inom framtagandet av denna förstudie. I denna förstudie ges övergripande intäktsramar enligt nedan "Extremvärden" och 3 dagsfall ovan.

5.3.3 Extremvärden Effektkapning, teoriska intäktsramar 2020

5.3.3.1 Antagande 1 – Max, 32 kW

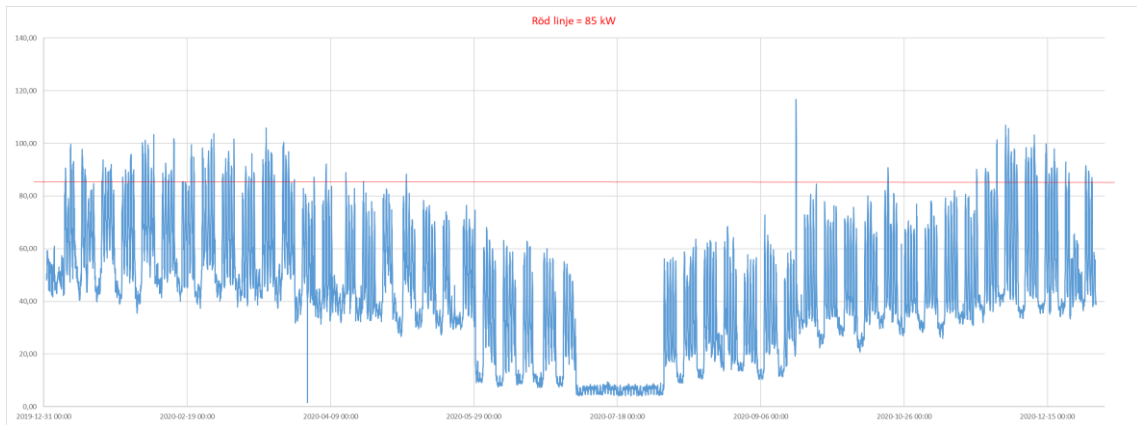
Antaget att batteri lyckas effektkapa hela batteriets effekt under varje månad hade detta inneburit besparingar om $32 \cdot 12 = 384$ kW under ett helår.

$$384 \text{ kW} \cdot 37 \text{ kr/kW} = 14\,200 \text{ kr/år}$$

5.3.3.2 Antagande 2 – Ny maximalt effektbehov 85 kW

Antaget att batteri under 2020 lyckas effektkapa till en fast effektnivå om maximalt 85 kW under varje månad 2020 hade detta inneburit besparingar om 145 kW under ett helår.

$$145 \text{ kW} \cdot 37 \text{ kr/kW} = 5\,400 \text{ kr/år}$$



Figur 2 – Effektkapning till nytt max effektbehov om 85 kW

5.3.3.3 Antagande 3 – Medel 15 kW

Antaget att batteri lyckas effektkapa någonstans i ett intervallet mellan 10 – 32 kW, i genomsnitt räknat 15 kW varje månad, hade det inneburit besparingar om

$$(15 * 12) \text{ kW} * 37 \text{ kr/kWh} \approx 6\,700 \text{ kr/år}$$

5.3.4 Driftstrategi Energihandel - Vinterhalvår

Antaget:

Full laddning av batteriet under lågpristimmar (nattetid).

Full urladdning av batteriet under dagen (högpristimmar). Batteriet antas vara tomt efter varje dag och behöva fyllas på under natten.

All solproduktion antas i detta fall förbrukas av fastigheten. Överskott finns ej till att även ladda batteriet.

Antaget genomsnittsvärde 20 öre prisdifferens mellan lågpristimmar och högpristimmar.

$$\text{Energikostnad för att ladda batteriet under natten} = 0,7 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} = 57 \text{ kr}$$

$$\text{Energiintäkt för att ladda ur batteriet under dagen} = 0,9 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} * 93 \% = 68 \text{ kr}$$

$$\text{Daglig vinst inräknat } 93 \% \text{ verkningsgrad "Electrical roundtrip efficiency"} = 11 \text{ kr}$$

$$\text{Uppskattad årlig intäkt Energihandel under vinterhalvår} = 11 \text{ kr/dag} * (365/2) \text{ dagar/år} \approx 2\,000 \text{ kr/år}$$

5.3.5 Driftstrategi Energihandel - Sommarhalvår

Antaget:

Full laddning av batteriet under lågpristimmar (nattetid).

Antaget genomsnittsvärde 20 öre prisdifferens mellan lågpristimmar och högpristimmar.

Full urladdning av batteri under förmiddag. Solproduktion under dagen som laddar batteri till fullt. Batteri laddas ur under eftermiddag och kväll.

$$\text{Energikostnad för att ladda batteriet under natten} = 0,7 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} = 57 \text{ kr}$$

$$\text{Energiintäkt för att ladda ur batteriet under förmiddagen} = 0,9 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} * 93 \% = 68 \text{ kr}$$

Förlorad intäkt genom full laddning av batteriet med solet istället för att säljas som överskottsel = $0,4 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} = 32 \text{ kr}$

$$\text{Energiintäkt urladdning av batteri laddad med solet} = 0,9 \text{ kr/kWh} * 81 \text{ kWh} * 93 \% = 68 \text{ kr}$$

Daglig vinst inräknat 93 % verkningsgrad "Electrical roundtrip efficiency" = $68 - 57 - 32 + 68 = 47$ kr

Uppskattad årlig intäkt Energihandel under sommarhalvår = $47 \text{ kr/dag} * (365/2) \text{ dagar/år} \approx 8\,600 \text{ kr/år}$

5.3.6 Driftstrategi Energihandel – Helår

Sammanslagning av driftstrategi vinterhalvår och sommarhalvår ger en årlig intäkt om $2\,000 + 8\,600 = 10\,600 \text{ kr/år}$.

Observera att beräkning av kostnads- och intäktskalkyl för driftstrategi "Energihandel" är förenklad och endast anger en uppskattning av möjlig årlig intäkt.

5.4 Insikt, Dimensionering av batteri för driftstrategi effektkapning

Inledningsvis kan nämnas att det är komplicerat att dimensionera ett batteri, än svårare att styra ett batteri efter en optimal strategi för effektkapning. Driftstrategin kan liknas vid en aktierobot som skall spå börsens upp- och nedgångar utifrån historiska data.

Likt "Historiska avkastning är ingen garanti för liknande framtida avkastning" på börsen, gäller samma regler för energibehov, "Historiska energibehov ingen garanti för liknande framtida energibehov".

På förhand, antingen manuellt eller genom smart styrning via algoritmer i batteriets EMS (Energy Management System), skall människan alternativt algoritmen, ge direktiv till batteriet för under vilka förutsättningar batteriet skall ladda respektive ladda ur.

Bland några av dessa direktiv kan nämnas *när* batteriet skall börja ladda och laddas ur, *när* det skall sluta ladda och ladda ur, samt med *vilken* effekt laddning och urladdning skall ske.

Batteriet behöver kunna leverera tillräcklig effekt (kW) för att kapa en på förhand förutbestämd effektnivå, och ha kapacitet (kWh) för att kunna kapa till förutbestämd effektnivå under tillräcklig lång.

Intäktskalkylen beror, utöver maximal uteffekt och kapacitet, starkt på hur sofistikerat och välfungerande "smart" styrningen av batteriet är.

Styrning av batterisystem behöver diskuteras med systemleverantör av batteri, för att höra vad leverantör känner att de kan leverera på, vilka garantier leverantör kan ställa, vilka rekommendationer för styrning av batterisystem som leverantör kan ge.

Allmänt kan sägas att spikar är lättare att hantera, även med ett litet men kraftfullt batteri. Likväl kan sägas att det är svårare att hantera kurvor som ligger högt under lång tid. För att klara detta fall behöver batteriet vara stort, men effekten har nödvändigtvis inte lika stor betydelse.

Batterilager i kombination med smart användning av maskiner i fabriken kompletterar varandra och möjliggör större besparingar. Kunskapen av att det går att spara pengar genom att inte använda flera stora kraftfulla maskiner under samma timme behöver belysas för medarbetarna på Precima Production.

5.5 Kostnadskalkyl

5.5.1 Materiel

5.5.1.1 DC-kopplat batteri

Pylontech är en leverantör av litiumjonbatterier som är kompatibla med Ferroamps system.

Priser hämtade från svenska och tyska återförsäljare. Observera att priserna inte är skarpa och endast anger en uppskattning.

	Pylontech 81 kWh/36 kW
Pris Materiel	514 000 SEK
Pris Omräknat med 81 kWh som bas	514 000 SEK

5.5.1.2 AC-kopplat batteri

Ett urval av systemlösningar från leverantörer av AC-kopplade batterisystem, fristående från solcellsanläggning.

Priser hämtade från svenska och tyska återförsäljare. Observera att priserna inte är skarpa och endast anger en uppskattning.

	BYD 118 kWh/88kW	Neeom 94 kWh/50 kW	SMA 67 kWh/60 kW
Pris Materiel	735 000 SEK	820 000 SEK	497 000 SEK
Pris Omräknat med 81 kWh som bas	505 000 SEK	709 000 SEK	601 000 SEK

5.5.2 Installationskostnad – Grov uppskattning

Installationskostnad uppskattas till 100 000 SEK exkl. moms för samtliga system.

5.5.3 Sammanfattning Kostnadsbild Batteri + Solcellssystem

Pylontech ligger i samma prisintervall som det billigaste AC-kopplade batterialternativet mätt i kr/kWh. Pylontech har en något lägre uteffekt (32 kW) än de övriga alternativen. 32 kW uteffekt är tillräcklig för att kapa majoriteten av timeffekterna som förekommer.

	Ferroamp DC-kopplat Pylontech	+	Strängväxelriktare + AC-kopplat BYD
Pris Materiel - Växelriktarsystem	276 000 SEK		60 000 SEK
Pris Installation – Växelriktarsystem	180 000 SEK		40 000 SEK
Pris Materiel - Batteri (omräknat 81 kWh)	514 000 SEK		505 000 SEK
Pris Installation – Batteri	100 000 SEK		100 000 SEK
Total	1 070 000 SEK		705 000 SEK

Paket Ferroamp, Ferroamp + Pylontech: $1\,070\,000 - 705\,000 = 365\,000$ SEK i merkostnader kontra Strängväxelriktare + BYD-lösning. Detta resultatet i en total kostnad för ett Ferroamp-batterilösning om $365\,000 + 605\,000 = 970\,000$ SEK.

5.6 Kostnads- och intäktskalkyl Batterisystem

5.6.1 Driftstrategi Endast Effektkapning

Intäkter	Effektkapning Antagande 1 - 32 kW	Effektkapning Antagande 2 - 85 kW	Effektkapning Antagande 3 - 15 kW
Total Intäkt/år	14 200 SEK	5 400 SEK	6 700 SEK

Kalkyl	Effektkapning Antagande 1 - 32 kW	Effektkapning Antagande 2 - 85 kW	Effektkapning Antagande 3 - 15 kW
Paket Ferroamp 970 000 SEK	$970\,000 / 14\,200 = 68$ år	$970\,000 / 5\,400 = 180$ år	$970\,000 / 6\,700 = 145$ år
AC-kopplat BYD 605 000 SEK	$605\,000 / 14\,200 = 43$ år	$605\,000 / 5\,400 = 112$ år	$605\,000 / 6\,700 = 90$ år

5.6.2 Driftstrategi kombination Effektkapning + Energihandel (Optimalt fall)

Intäkter	Effektkapning Antagande 1 - 32 kW	Effektkapning Antagande 2 - 85 kW	Effektkapning Antagande 3 - 15 kW
Effektkapning	14 200 SEK	5 400 SEK	6 700 SEK
Energihandel	10 600 SEK	10 600 SEK	10 600 SEK
Total Intäkt/år	24 800 SEK	16 000 SEK	17 300 SEK

Kalkyl	Effektkapning Antagande 1 - 32 kW	Effektkapning Antagande 2 - 85 kW	Effektkapning Antagande 3 - 15 kW
Paket Ferroamp 970 000 SEK	$970\,000 / 24\,800 = 39$ år	$970\,000 / 16\,000 = 61$ år	$970\,000 / 17\,300 = 56$ år
AC-kopplat BYD 605 000 SEK	$605\,000 / 24\,800 = 24$ år	$605\,000 / 16\,000 = 38$ år	$605\,000 / 17\,300 = 35$ år

5.6.3 Sammanfattning Kostnads- och intäktskalkyl

Som kan ses i tabellen ovan ges den mest optimistiska kalkylen av en konventionell strängväxelriktarlösning med ett fristående AC-batteri från BYD, där en kombination av

driftstrategier "effektkapning" och "energihandel" används, där det enligt kalkyl tar minst 24 år innan investeringen nått break-even.

I det mest pessimistiska fallet med en kombination av Ferroamp och Pylontech, där endast driftstrategi "effektkapning" och "energihandel", tar det 180 år att nå break-even.

Det är komplext att dimensionera och göra investeringskalkyler för batterisystem. Kalkylen beror på många olika variabler och data som inte alltid är kända. Därtill är mängden tillgängliga data stor vilket kräver stora insatser för att analysera.

Därtill bör poängteras att för kombinationen av driftstrategi effektkapning + energihandel utgås från att båda driftstrategierna går att köra utan att ha negativ inverkan på vardera enskild driftstrategi. I ett verkligt driftfall skulle driftstrategierna ha en negativ inverkan på varandra, vilket skulle försämra intäktskalkylen.

Den mest optimala driftstrategin antas vara en driftstrategi med effektkapning som "master" och energihandel som "slave".

Inför ett investeringsbeslut rekommenderas att Precima Production kräver in en omfattande intäktskalkyl från leverantör som baseras på timförbrukningsvärden för föregående år, att leverantör redogör för hur deras batterisystem skulle bete sig vid diverse dagstypfall samt att leverantör konfigurerar batterisystem optimalt mot Precima Productions historiska förbrukning i samband med installation.

Uppskattade priser som skiljer sig från faktiska kostnader innebär en stor osäkerhetsfaktor i kalkylerna.

5.7 Ökad andel egenförbrukning med 81 kWh batteri

Fristående från ovan kostnads- och intäktskalkyler har en estimering av hur mycket egenförbrukningen av solel kan öka med ett 81 kWh stort Pylontech batteri gjorts.

För beräkningen användes samma förbrukningsdata och instrålningsvärden som i kapitel "3.5.2.3 Egenförbrukning med sammanslagning av abonnemang",

För dagar som överskottsenergin översteg 81 kWh antogs 81 kWh ladda batteriet, varav överskjutande överskottsel levererades ut på elnätet.

Total Elbehov = 425 401 kWh

Total Produktion = 124 061 kWh

Överskottsel utan batteri = 37 369 kWh

Andel egenförbrukning utan batteri = 69,88 %

Överskottsel med 81 kWh-batteri = 28 234 kWh

Andel egenförbrukning med 81 kWh-batteri = 77,24 %

Ökad andel egenförbrukning med 81 kWh-batteri = 9135 kWh, 7,36 %

6. Slutsats

Sammanslagning av anslutningspunkter vid installation av offererad solcellsanläggning beräknas innebära årliga besparingar och ökade intäkter om sammanlagt 21 200 + 1 700 = 22 900 kr/år exkl. moms. i form av minskade elnätskostnader, minskade elhandelskostnader och ökad egenförbrukning av producerad solel.

Prisskillnad mellan ett Ferroampsystem och en konventionell strängväxelriktarlösning uppskattas uppgå till 356 000 SEK exkl. moms. där Ferroamp är det dyrare alternativet.

Prisskillnaden mellan ett DC-hybridsystem från Ferroamp med batterier från Pylontech och en konventionell strängväxelriktarlösning uppskattas uppgå till 9 000 SEK exkl. moms. räknat på ett 81 kWh batteri som bas för jämförelse, där Pylontech är det dyrare

alternativet. Prisskillnaden mätt i SEK/kWh mellan Pylontech- och BYD-batterier är således liten.

Återbetalningstiden för de batterisystem som har jämförts sträcker sig mellan 24 och 180 år enligt de kalkyler och driftstrategier som analyseras i denna förstudie.

Enligt datablad från Pylontech uppges "Operation life" till 10+ år respektive 4000 cykler (4000 cykler @ 80 % urladdning / 365 dagar/år = 11 år).

En investering idag tros aldrig återbetalas då den tekniska livslängden för batterisystemen är kortare än tiden det tar för batterierna att återbetala sig.

6.1 Mervärden Ferroamp

- Framtidssäkrat för anslutning av batterilager vid senare tillfälle av stort intervall av batterikapacitet.
- Potentiellt högre verkningsgrad för Ferroamp DC-system vid ladd- och urladdförlopp kontra fristående solcells- och batterilagersystem. Detta behöver analyseras närmre.
- Högupplöst (sekund) datainsamling av elproduktion- och elförbrukning. Datan ägs av Precima Production, kontra lågupplöst tim-data från elnätsmätaren som ägs av Vattenfall Eldistribution. Högupplöst data med marknadsledande visualiserings- och analysverktyg i Ferroamps analysportal ger Precima Production goda analysmöjligheter av sin energiprofil och öppnar upp för genomtänkta beslut kopplat till framtida investeringar (batterier, nya elmaskiner, elbilsladdning).
- Potentiellt bättre styrning, och lagring av egenproducerad solenergi, i ett DC-kopplat hybridssystem kontra fristående solcells- och AC-batterisystem. Detta behöver analyseras närmre. Ferroamps system tros erbjuda marknadsledande styrning av batteri för effektkapning given tillgång till högupplöst sekunddata.
- Ferroamps system erbjuder möjlighet att utnyttja en fasbalanseringsfunktion. Med fasbalansering kan ojämnheter i belastningen mellan faserna jämnas ut. I dagsläget ser inte Sweco några ekonomiska incitament för att använda fasbalanseringsfunktion för Precima Productions räkning.