



UPPSALA
UNIVERSITET

Möjligheter för nätägare att hantera stora volymer solel

Översikt och forskningsresultat

Joakim Widén
Institutionen för teknikvetenskaper
Uppsala universitet





UPPSALA
UNIVERSITET

Bakgrund

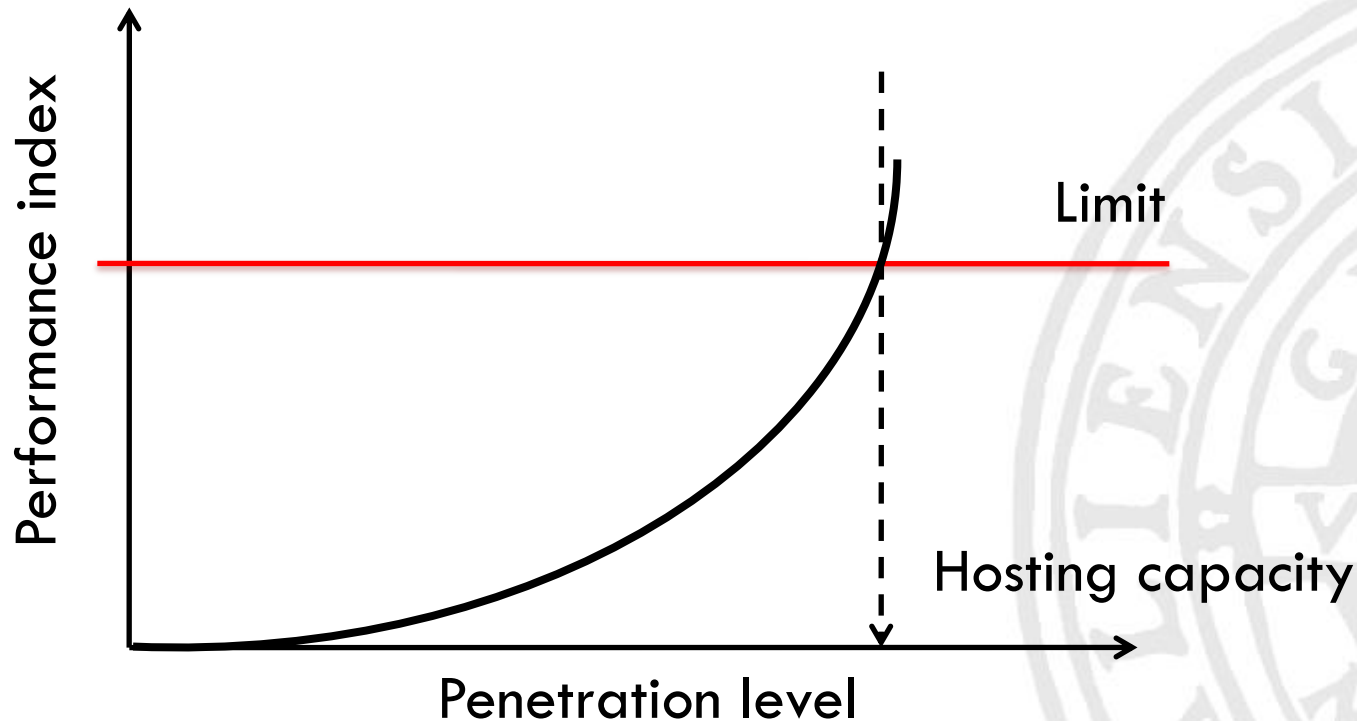
- Installerad solcellskapacitet har fördubblats varje år de senaste fyra åren
- Om denna utveckling fortsätter kommer snart åtgärder att behöva vidtas i eldistributionsnäten (jfr. Tyskland)
- Behövs ökad kunskap om olika åtgärder för att hantera hög effektproduktion i lokalnäten
- Behov av nya modeller





Acceptansgräns (hosting capacity)

How much distributed generation can be integrated in a specific distribution grid before deteriorating power quality





UPPSALA
UNIVERSITET

Problemställning i projektet

Hur kan (åtminstone) följande åtgärder öka acceptansgränsen för solcell i ett eldistributionsnät?

- Nätförstärkning
- Omställning/automatisering av lindningskopplare i nätstationer
- Begränsning av aktiv effektinmatning till nätet ('curtailment')
- Konsumtion/produktion av reaktiv effekt i växelriktare
- Batterilagring
- Ökad egenkonsumtion hos egenproducenter
- ...

Möjlig ökning av ansluten solcellskapacitet?

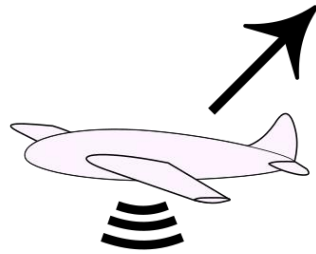
Kostnad (kr per MW)?



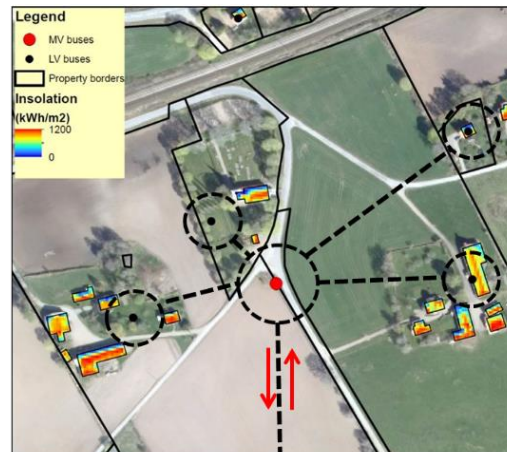
UPPSALA
UNIVERSITET

Genomförande

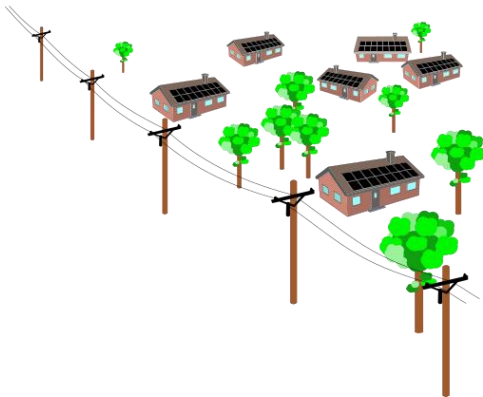
LiDAR data
Property map
Power grid data



PV Potential



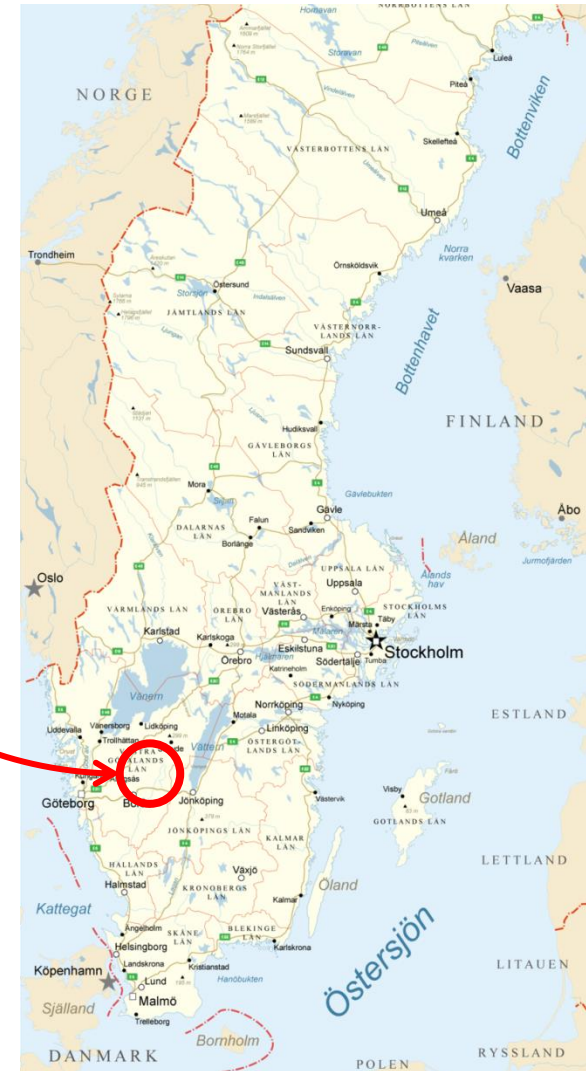
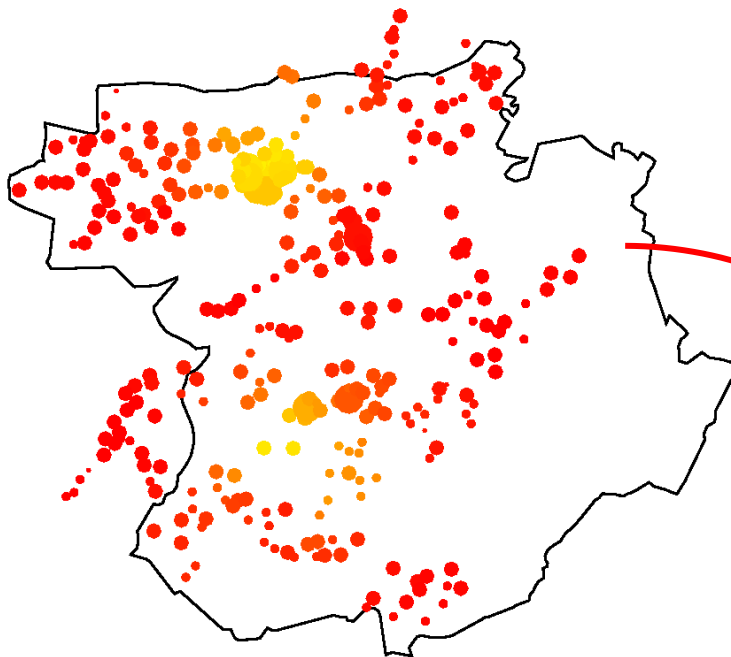
Power grid





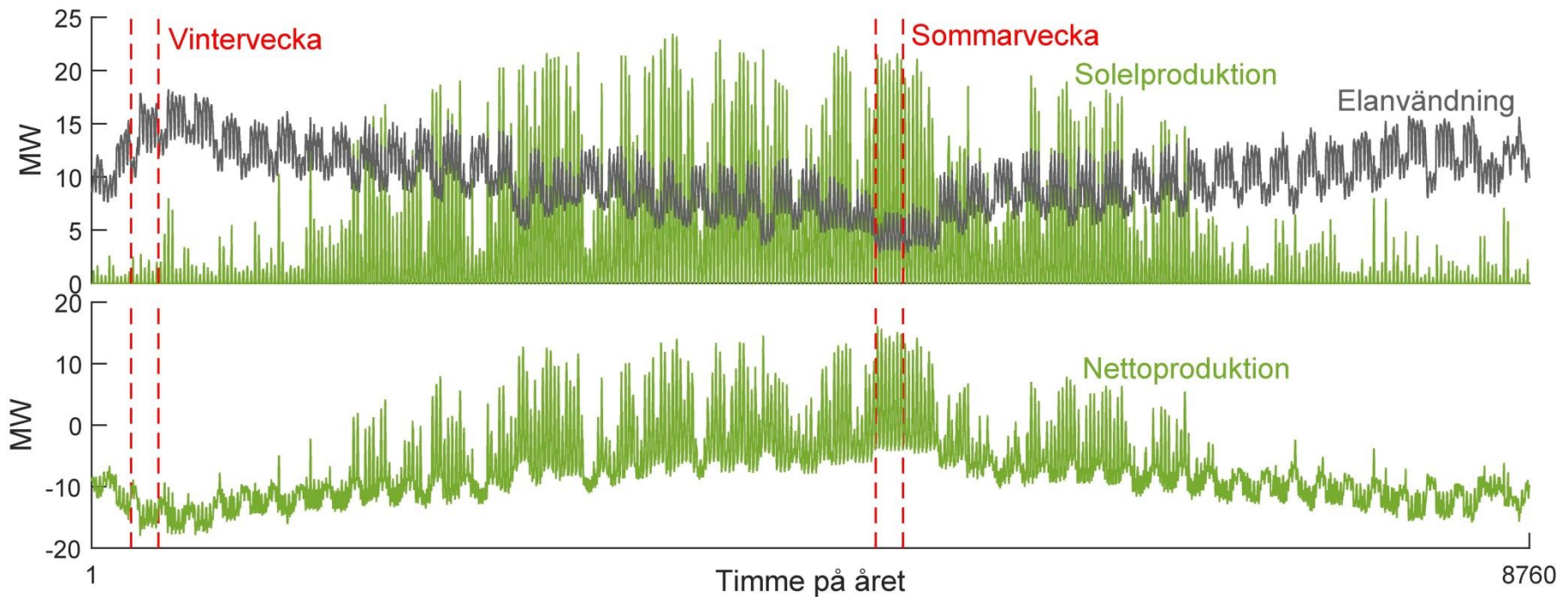
UPPSALA
UNIVERSITET

Genomförande



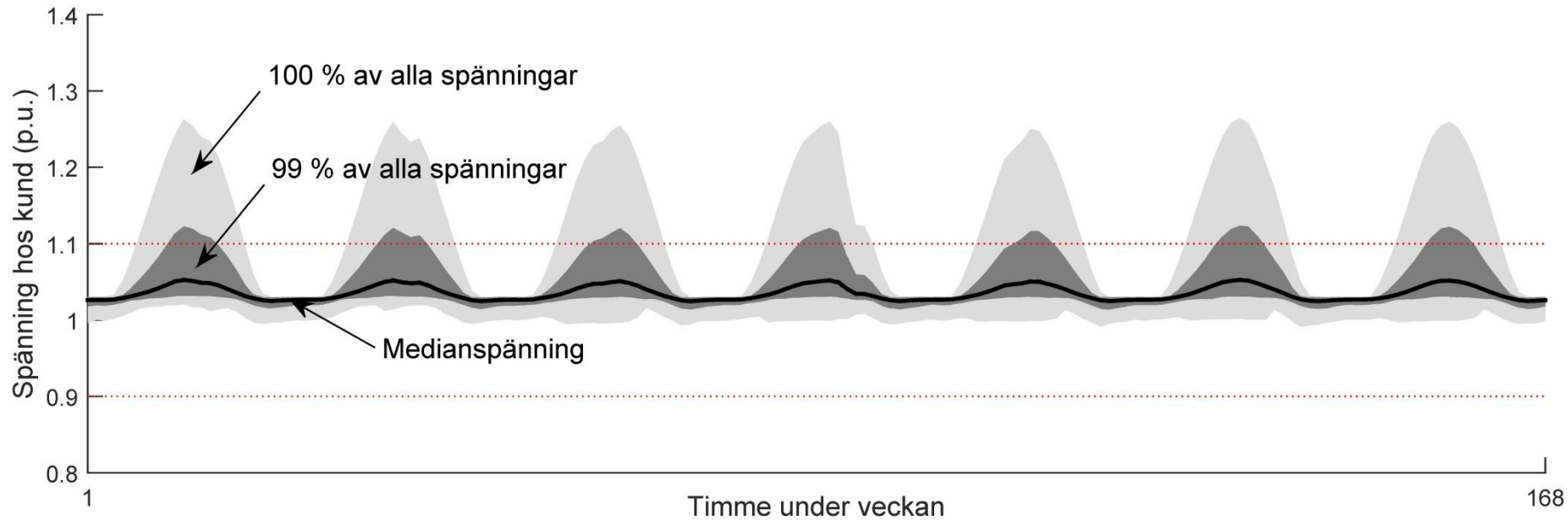


Energibalans i nätet med 30% solelproduktion på årsbasis





Spänningsvariation under sommarveckan





UPPSALA
UNIVERSITET

Resultat för åtgärder vid 30% solel på årsbasis

Nätförstärkning*
31 km kabel måste förstärkas

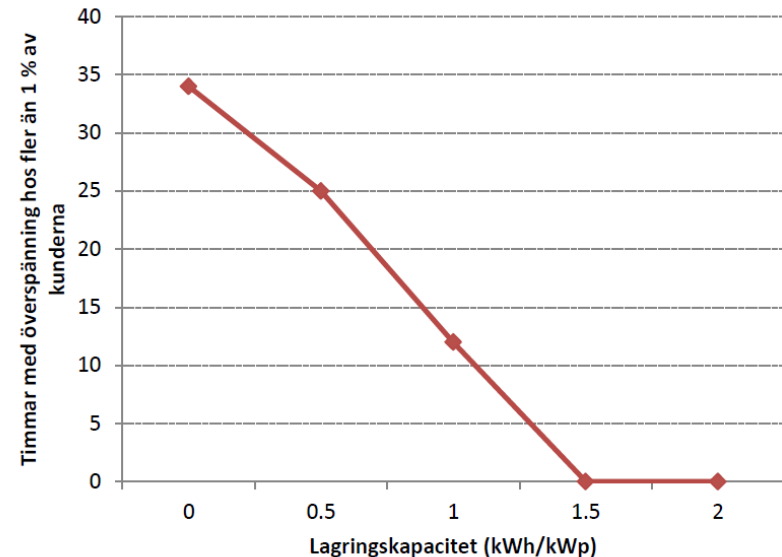


*För att hålla spänningen inom tillåtet
spänningsintervall för **alla** kunder



Resultat för åtgärder vid 30% solex på årsbasis

Batterilager*

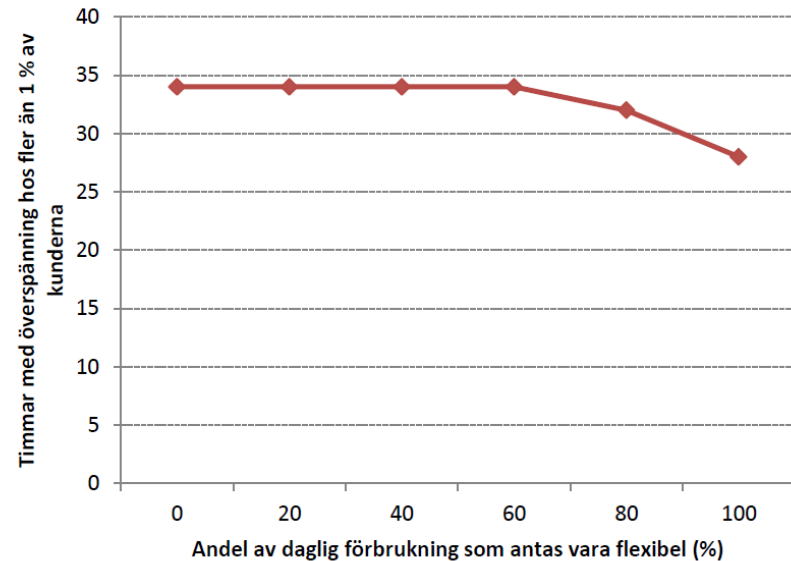


*För att undvika överspänning för 99 % av alla kunder
5 km kabel behöver förstärkas för resterande 1 %



Resultat för åtgärder vid 30% solet på årsbasis

Laststyrning*



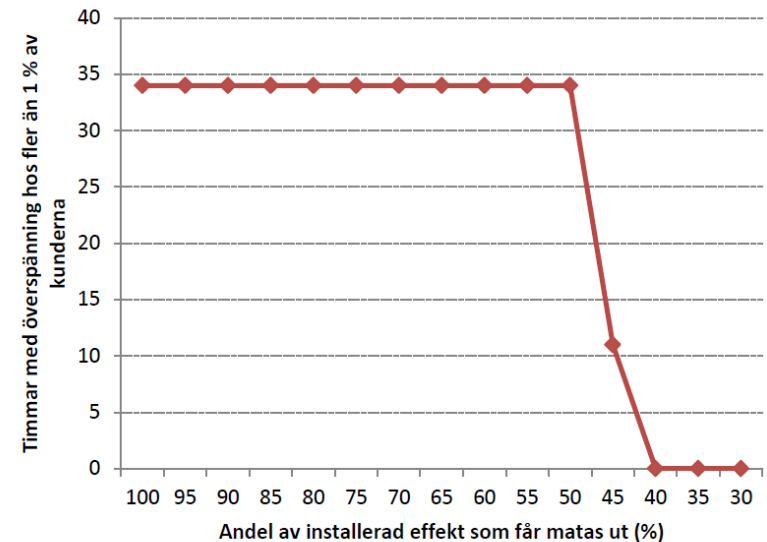
*För att undvika överspänning för 99 % av alla kunder
26 km kabel behöver förstärkas för resterande 1 %



UPPSALA
UNIVERSITET

Resultat för åtgärder vid 30% solet på årsbasis

Begränsad
utmatning av solet*



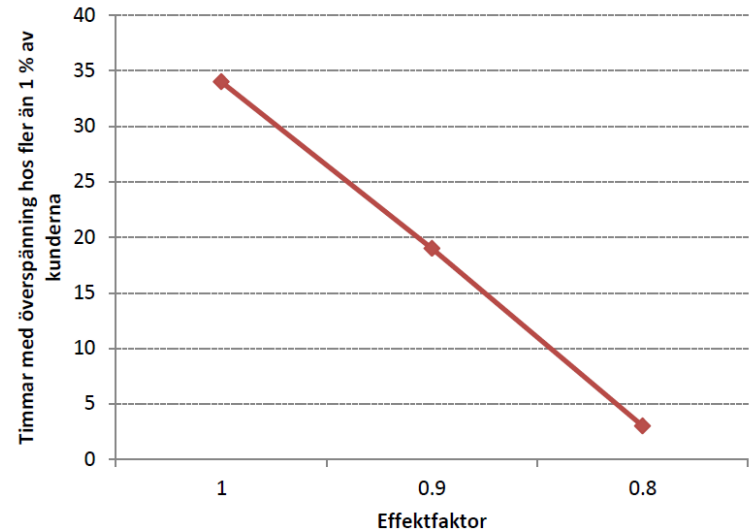
*För att undvika överspänning för 99 % av alla kunder
3 km kabel behöver förstärkas för resterande 1 %



UPPSALA
UNIVERSITET

Resultat för åtgärder vid 30% solel på årsbasis

Reaktiv effekt från växelriktare*



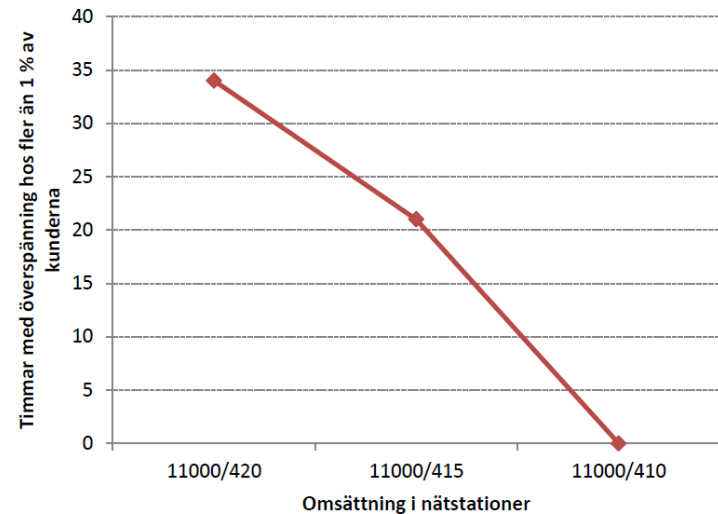
*För att undvika överspänning för 99 % av alla kunder
8 km kabel behöver förstärkas för resterande 1 %



UPPSALA
UNIVERSITET

Resultat för åtgärder vid 30% solel på årsbasis

Ändrad omsättning i nätstationer*



*För att undvika överspänning för 99 % av alla kunder
6 km kabel behöver förstärkas för resterande 1 %



Kostnader för åtgärderna

Alternativ åtgärd	Kablar till bussar med överspänning (km)	Kostnad för nätförstärkning (tkr/år)	Kostnad för alternativ åtgärd (tkr/år)	Totalt (tkr/år)
Ingen	31	150–620	0	150–620
Lindningskopplare (-10 V)	6	31–120	0	31–120
Laststyrning (20 %)	26	130–510	0	130–510
Reaktiv effekt i växelriktare ($pf = 0.8$)	8	40–170	830	870–1000
Begränsad utmatning (40 % av toppeffekt)	3	14–55	350	360–410
Batterilagring (40 % av toppeffekt / 1.5 kWh/kW _p)	5	26–110	5000	5000–5100



Sammanfattning

- Andelen solel i Herrljungas elnät kan ökas från 22 % till 30 % på årsbasis genom alla åtgärder utom laststyrning.
- Tre åtgärder är kostnadseffektiva för nätbolaget (även vid kompensation till kunder):
 - Ändrad omsättning i lindningskopplare
 - Laststyrning
 - Begränsad utmatning av solel



UPPSALA
UNIVERSITET

Sammanfattning

- För solandelar $> 30\%$ på årsbasis är begränsad utmatning av solel i kombination med batterilager det enda alternativet till nätförstärkning.
- Batterier måste minska kraftigt i pris för att vara ekonomiskt försvarbara.