

Framtidsråd: Nätägarnas roll i ett förändrat elsystem

Välkommen på workshop om hur nätägarna kan bidra till att accelerera samhällets och transportsektorns elektrifiering

ANMÄL DIG HÄR

5 MAJ 10:00-15:00 • VATTENFALL HQ

Power Circle Framtidsråd och årsmöte hos Vattenfall

Agenda

Kapacitet och flexibilitet – Vattenfalls seminarium

- 10.00** **Välkommen**
Ambra Sannino
- 10.10** **Inledning om Kapacitet**
Elisabet Norgren
- 10.20** **Effektivt nätutnyttjande** – Förutsättningar flex, dimensionering & risker
Jonas Larsson
- 11.10** **FlexConnect** – Pilotverktyg för flexibel anslutning av laddinfrastruktur
Kristin Bobeck
- 11.30** **Flexibel anslutning av solcellsparken Kungsåra**
Arne Berlin
- 11.45** **Pannelsamtal med inbjudna gäster**
Andreas Finnman + Therese Caesar + Johanna Lakso
- 12.00** **Lunch**

Framtidsråd: Nätägarnas roll i ett förändrat elsystem

Välkommen på workshop om hur nätägarna kan bidra till att accelerera samhällets och transportsektorns elektrifiering

[ANMÄL DIG HÄR](#)

5 MAJ 10:00-15:00 • VATTENFALL HQ

Power Circles årsmöte

Välkommen på årsmöte för Elkraftingen och Power Circle 2026! Vi kommer presentera verksamhetsåret 2025 och välja ny styrelse.

[ANMÄL DIG HÄR](#)

5 MAJ 15:30-16:30 • VATTENFALL HQ (OCH DIGITALT)

Dimensionering och risker

Förutsättningar för flexibilitet

Våra kriterier

Planeringskriterier - Långsiktigt.

- Lagom marginal, tillväxt kan förekomma.
- Stringent dimensionering.
- Avgör utformning av framtida nästruktur.

Anslutningskriterier - Kortsiktigt.

- Marginal tas i anspråk – snabbare anslutning.
- Inga generiska villkor, tas fram i varje enskilt fall, tidskrävande.
- Avgör när och hur mycket effekt som kan anslutas.

Överanslutningskriterier – Avsteg från driftsäker kapacitet.

- Effekt som inte inryms enligt funktionskravet ansluts
- Kvantifierad risk, tid och storlek
- Ambition att helt tillmötesgå effektbehovet – med riskmitigerande åtgärder

Konceptuell arbetsgång

Planeringskriterier - Långsiktigt.

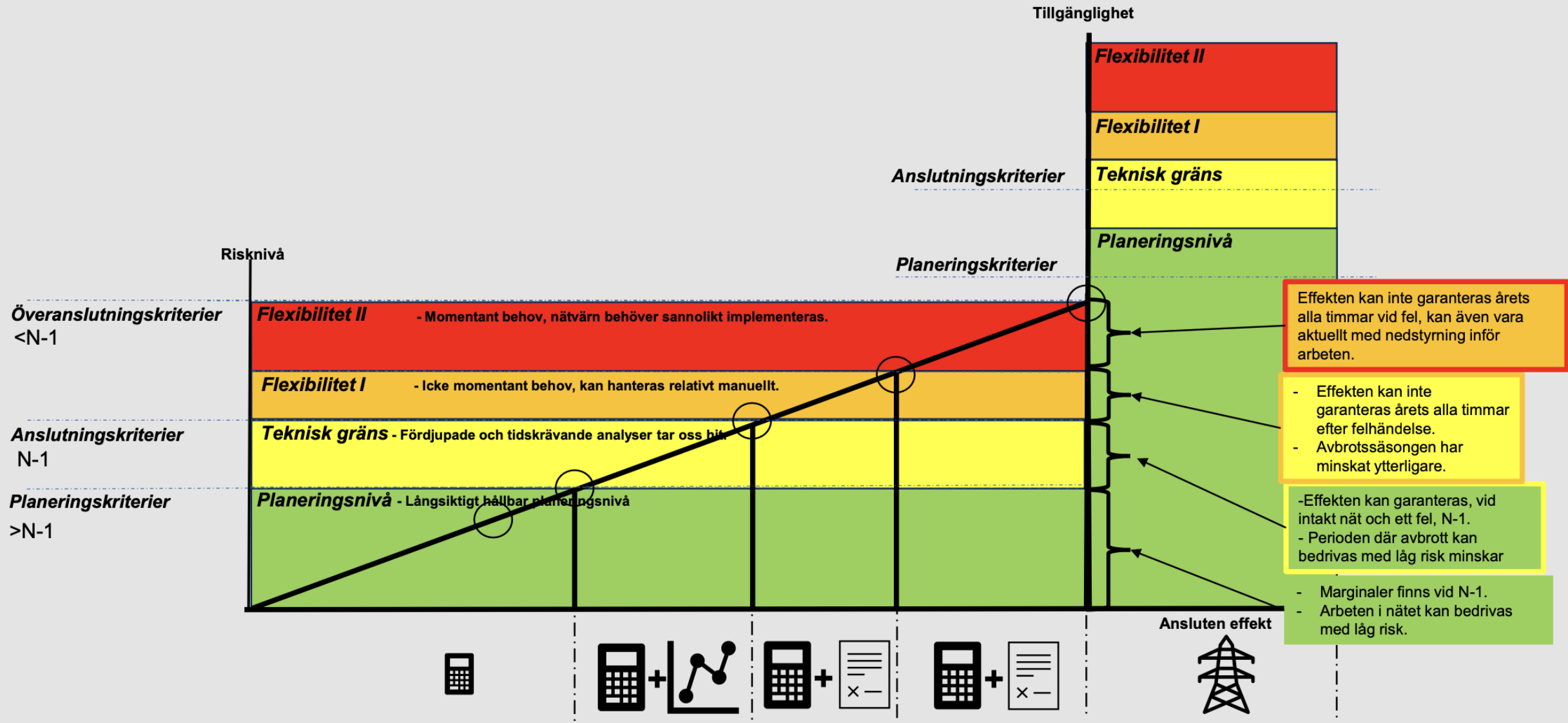
- **Statiska kapacitetsgränser**
 - Statiska rater nyttjas
 - Ett eller ett antal fall studeras
 - Traditionella planeringsvillkor

Anslutningskriterier - Kortsiktigt.

- **Statiska kapacitetsgränser+**
 - En större mängd data studeras, lastvariationer osv.
 - Avlastande omkoppling i nätet tillåts.
- **Dynamiska kapacitetsgränser**
 - Dynamiska rater nyttjas.
 - En större mängd data studeras, spot, handelsutbyte osv
- **Transienta analyser**
 - Detaljstudier för begränsande flaskhalsar.
- **Ökad risk**
 - Risknivån förflyttad till en generellt (underförstått) accepterad risk i maskade 130 kV nät

Överanslutningskriterier – Avsteg från driftsäker kapacitet.

- **Flexibilitet (tjänster, villkorade avtal, mm)**
 - Belastningen måste kunna förändras vid definierade händelser
 - Konsekvens efter händelse styr kravnivån i avtal – termisk överlast → "dynamisk instabilitet" – aktivering 2h → ms-skalan



Var uppstår behovet av flexibilitet?

Flexibilitetsbehov uppstår inte abstrakt i systemet.

Den marginella, långsamma tillväxten:

- är spridd,
- statistiskt hanterbar,
- och fångas väl i traditionell dimensionering.

Behov av flexibilitet uppstår i praktiken när:

- **stora punktlaster ansluts,**
- med högt effektuttag,

Det är alltså:

- de stora kundanslutningarna som skapar behov av flexibilitet – inte den breda, borgerliga tillväxten.
- flexibilitetsbehov drivet av borgerlig tillväxt kan förekomma, sannolikt föranlett av stor samhällsförändring t.ex fossiluppvärmning till eluppvärmning.

Vem avgör när flexibilitet behövs?

Behovet är som regel **kunddrivet** och kopplat till:

- kundens tolerans för begränsning,
- vilken betalvilja de har - värdera sitt förädlingsvärde (kr/MWh)

Vad betyder det?

- det är **kunden** som avgör *om* flexibilitet krävs
- och *hur* den hanteras

Kunden har flera valmöjligheter:

- acceptera risk och vid behov snabbt reglera uttaget
- eller invänta nätförstärkningar

Slutsats:

- flexibilitet bör kopplas till **konkreta anslutningar, villkor och kostnadsansvar**

Systemnivå kontra lokal nivå

Vi tror att flexibilitet fungerar olika väl på olika nivåer i elsystemet.

På hög systemnivå finns:

- stort upptagningsområde,
- många resurser,
- större diversifiering.

Här kan flexibilitet:

- samverka,
- aggregeras,
- och ge ett stabilt bidrag.

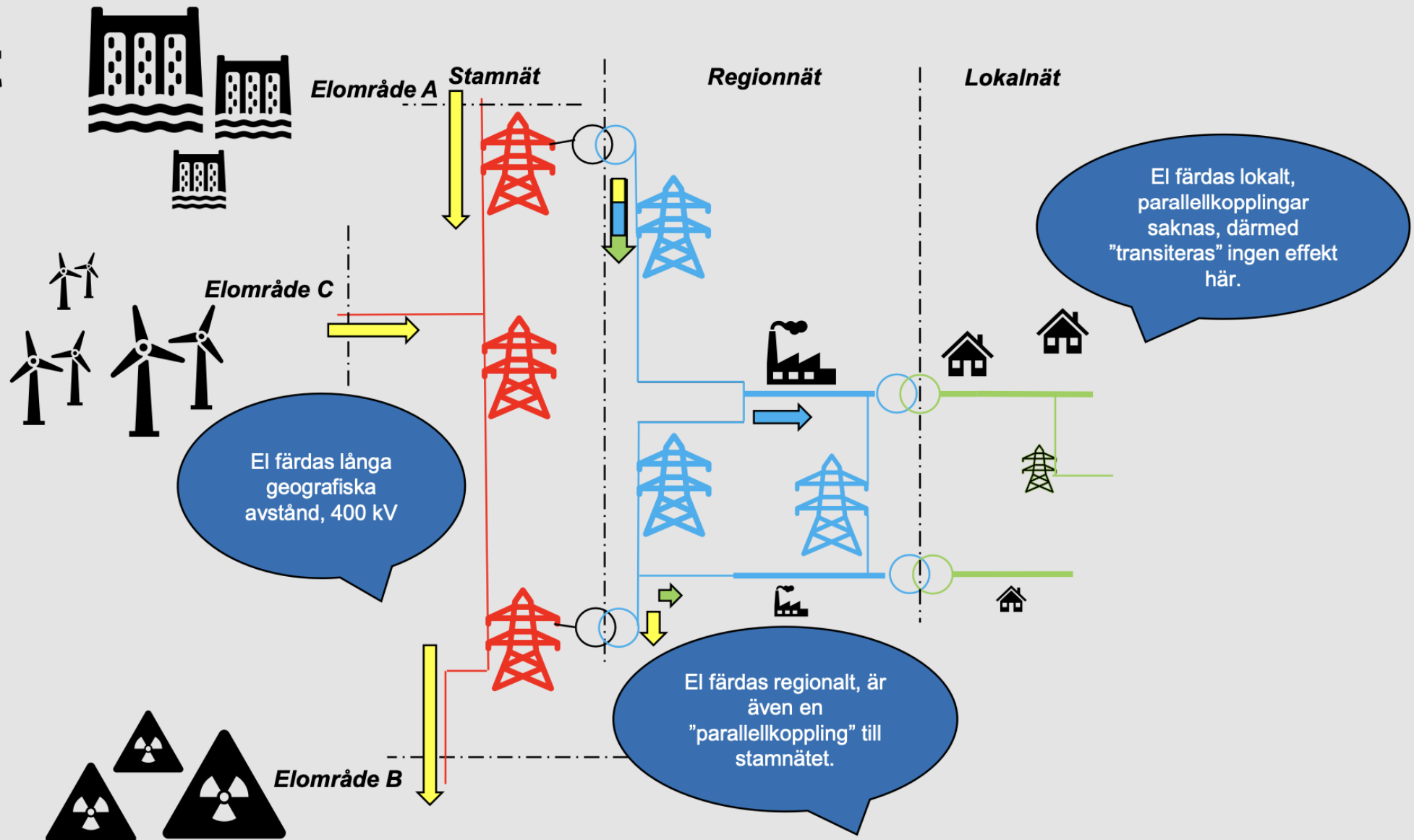
Vid lokala flaskhalsar:

- är upptagningsområdet litet,
- resurserna få,
- beteenden ofta samtidigt.

Detta gör lokal flexibilitet:

- svårare att säkra,
- mer situationsberoende,
- och mer begränsad i effekt.

Elnätet



Praktisk tillämpning

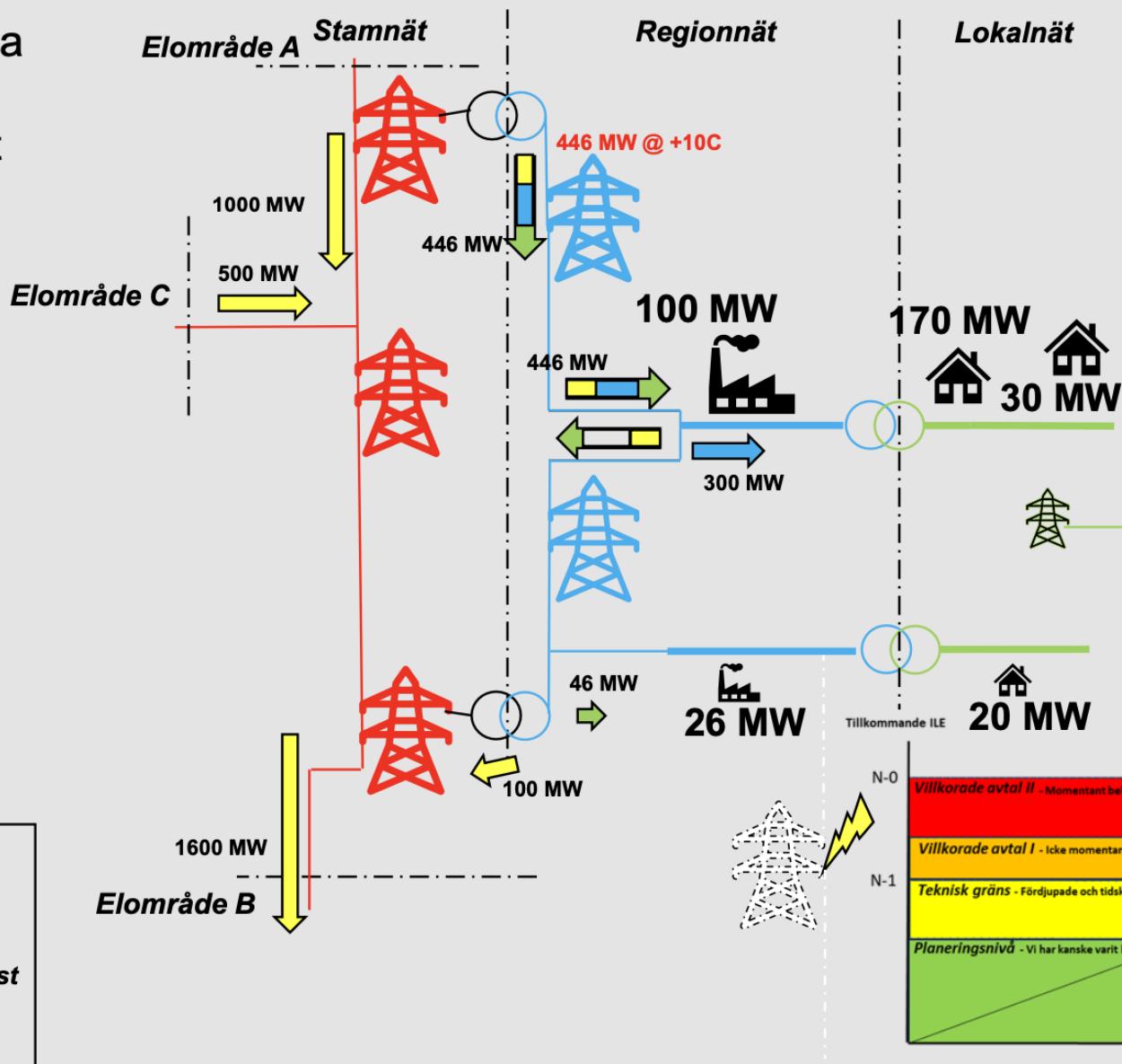
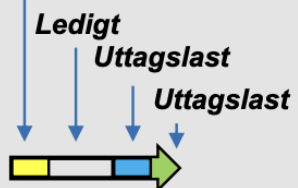
- En kund vill ansluta en batterifabrik, **önskad effekt är 150 MW**.
- Ytterligare en kund vill ställa om sin process från naturgas till el, **80 MW**.
- Kunderna har **bråttom**, de vill ansluta innan vår långsiktiga plan hinner realiseras.
- Kan vi möta deras förfrågan genom att **nyttja nätet effektivare** under en tid?

1. Statiska
2. Dynamiska
3. Ökad risk
4. Flexibilitet

Batterifabrik:
- 0 MW

Omställning:
- 0 MW

Transit



Förutsättningar:

- Högst förekommande **last**, ofta **<-10 C**
- **Ledningar** antas ha en omgivningstemp. **10 C**.
- Minst gynnsamma handelsutbytet med omkringliggande elprisområden.

Slutsats:

- Ingen last kan anslutas. Ledningen går med maximal belastning vid dessa antaganden.
- Analysen behöver fördjupas.



Ansluten effekt

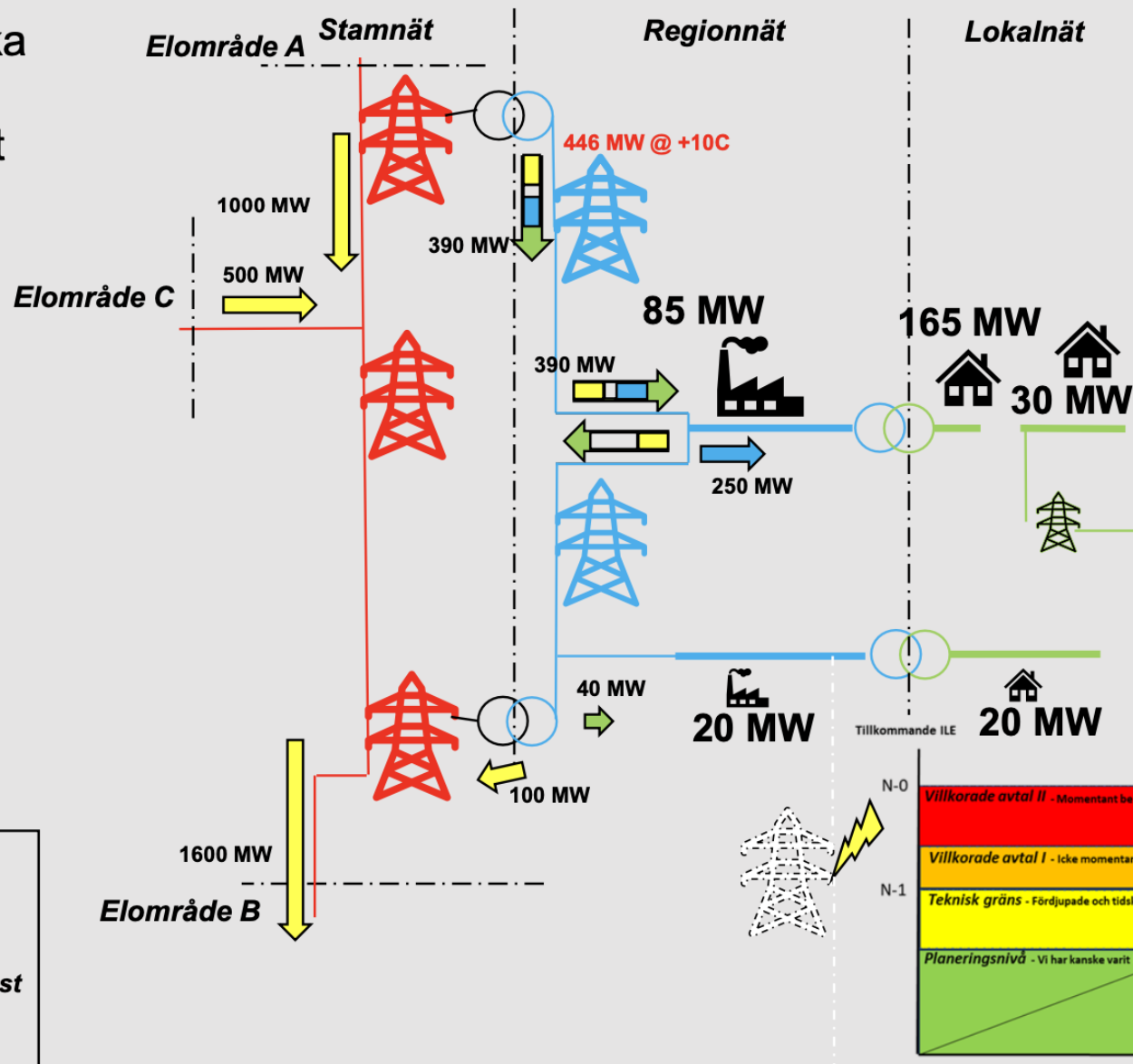
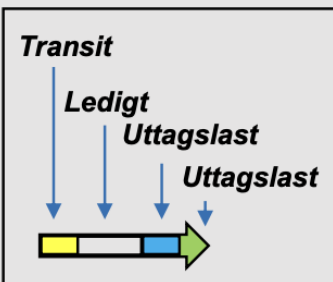
1. Statiska+
2. Dynamiska
3. Ökad risk
4. Flexibilitet

Batterifabrik:

- 0 MW
- **56 MW**

Omställning:

- 0 MW
- 0 MW



Förutsättningar:

- Beaktad samtidighet, lasttopparna för husen, och industrierna kanske inte sammanfaller.
- Omkopplingar i nätet undersöks, kanske husen kan matas från annat håll.
- **Ledningar** antas ha en omgivningstemp. **10C**.
- Minst gynnsamma handelsutbytet med omkringliggande elprisområden.

Slutsats:

- **56 MW kan tilldelas första kunden.**



nslutten effekt

1. Statiska+
2. Dynamiska
3. Ökad risk
4. Flexibilitet

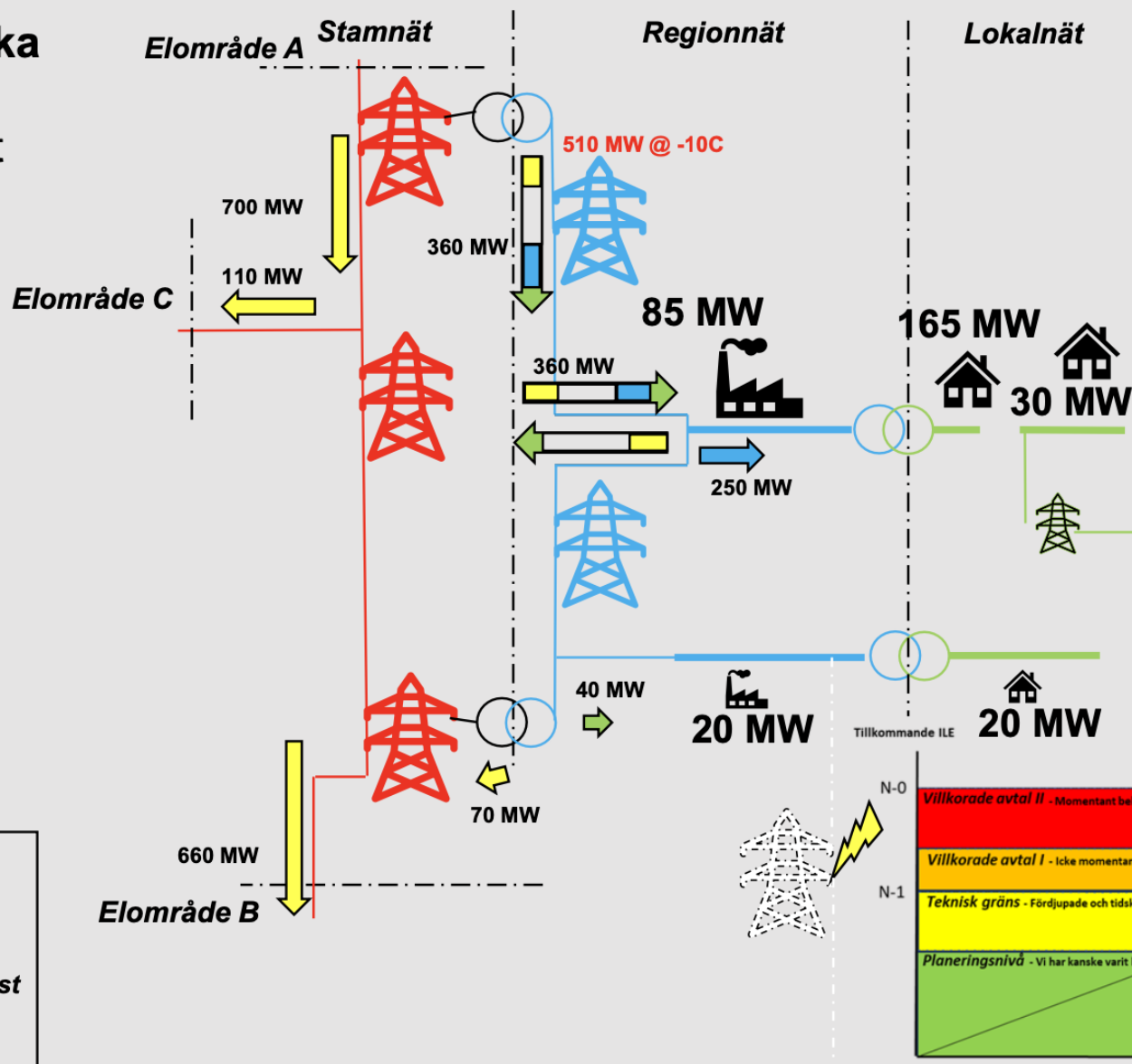
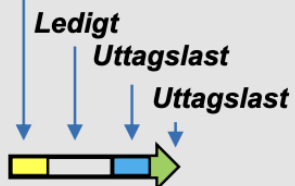
Batterifabrik:

- 0 MW
- 56 MW
- 150 MW

Omställning:

- 0 MW
- 0 MW
- 0 MW

Transit

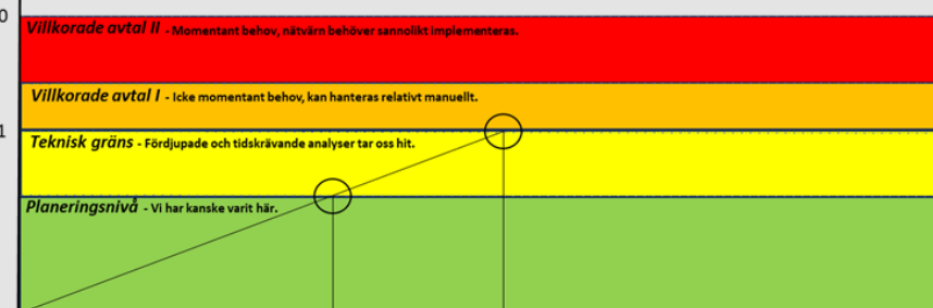


Förutsättningar:

- Nätet studeras timme för timme, alltså 8760 drifttimmar analyseras – kvantifierad risk
- Ledningar antas ha överföringsförmåga enligt aktuell timmes omgivningstemperatur.
- Korrelationer mellan handelsutbyten med omkringliggande elområden analyseras.
- Lastkaraktäristik m.a.p temperatur vägs in.

Slutsats:

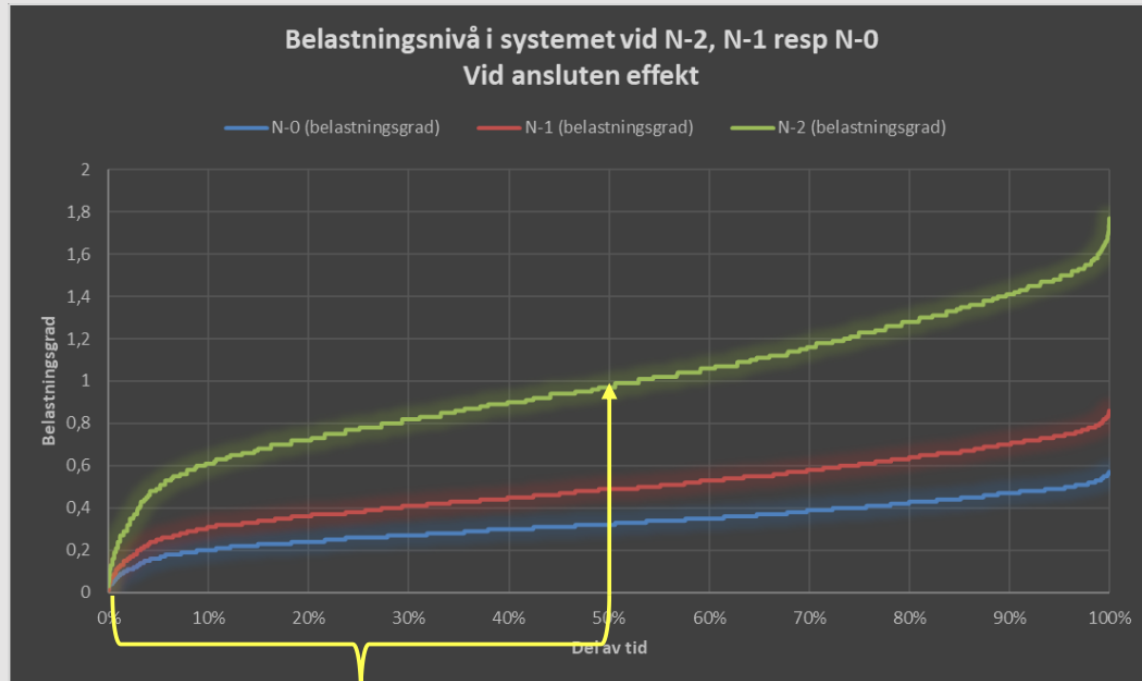
- Vid **-10 C** som situationen ovan representerar, har ledningen som utgör flaskhals en överföringsförmåga på **510 MW**.
- Transiterade flödet vid rådande omständigheter är lägre än vad som först antogs.
- Den last som ledningen skall överföra blir nu **360 MW**.
- Kvarvarande kapacitet på ledningen blir nu **150 MW**.



Ansluten effekt

1. Statiska+
2. Dynamiska forts..
3. Ökad risk
4. Flexibilitet

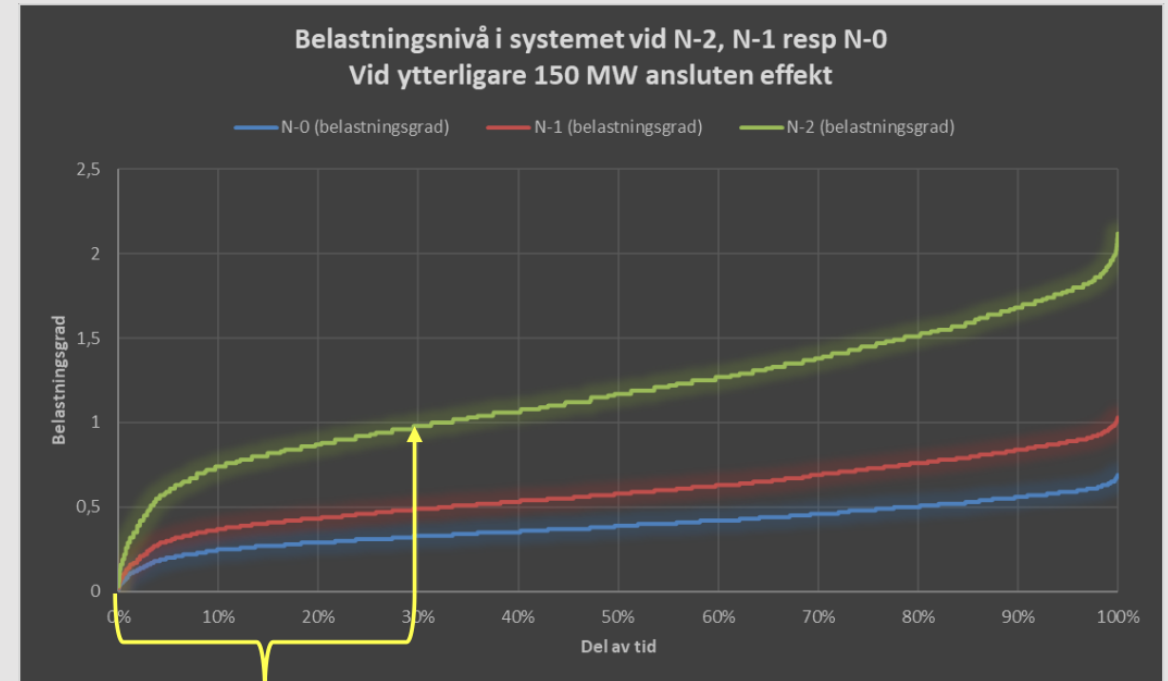
Batterifabrik:	Omställning:
- 0 MW	- 0 MW
- 56 MW	- 0 MW
- <u>150 MW</u>	- 0 MW



Avbrottsperioden, ungefär 50% av tiden. Fel kan hanteras under pågående avbrott.

Samtliga timmar kan N-1 hanteras, belastningsgraden är som högst 90% efter fel.

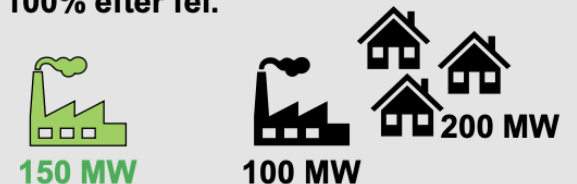
Planeringskriterier



Avbrottsperioden, ungefär 30% av tiden. Fel kan hanteras under pågående avbrott.

Samtliga timmar kan N-1 hanteras, belastningsgraden är som högst 100% efter fel.

Anslutningskriterier



1. Statiska+
2. Dynamiska
3. **Ökad risk**
4. Villkorade avtal

Generellt accepterad risknivå i slingmatade 130 kV-nät.

Fel under pågående fel, N-1-1

- Dubbla ledningsfel beaktas ej, sannolikheten anses för låg ILE från detta blir försumbar.
- Dock blir det, ackumulerat över tid, en del ILE som strukturen bidrar med.

Fel under pågående arbete, N-1-1

- Fel under pågående arbete anses så pass osannolikt att slingmatade nät anses leva upp till en rimlig leveranssäkerhet.
- Beräknat över tid bidrar nätstrukturen med ILE, som anses acceptabel.

- **Summan av dessa ILE-bidrag, skulle kunna vara ett mått på vad vi i dagsläget anser vara en rimlig risknivå att ansluta bortom N-1.**
- **Om riskerna i de två exemplen ovan appliceras på beräkningsexemplet skulle ca 45 MW kunna anslutas, vilket inte finns garanterad N-1 för årets alla timmar.**

1. Statiska+
2. Dynamiska
3. **Ökad risk forts..**
4. Flexibilitet

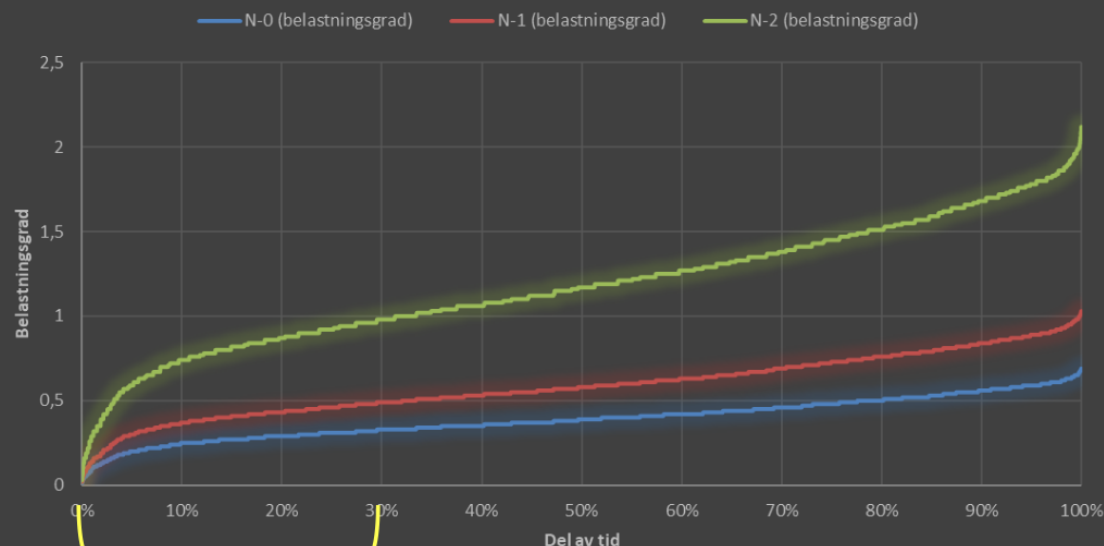
Batterifabrik:

- 0 MW
- 26 MW
- **150 MW**

Omställning:

- 0 MW
- 0 MW
- 0 MW
- **45 MW**

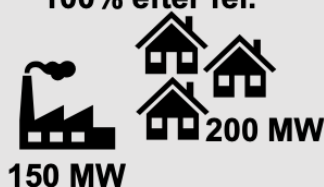
Belastningsnivå i systemet vid N-2, N-1 resp N-0
Vid ytterligare 150 MW ansluten effekt



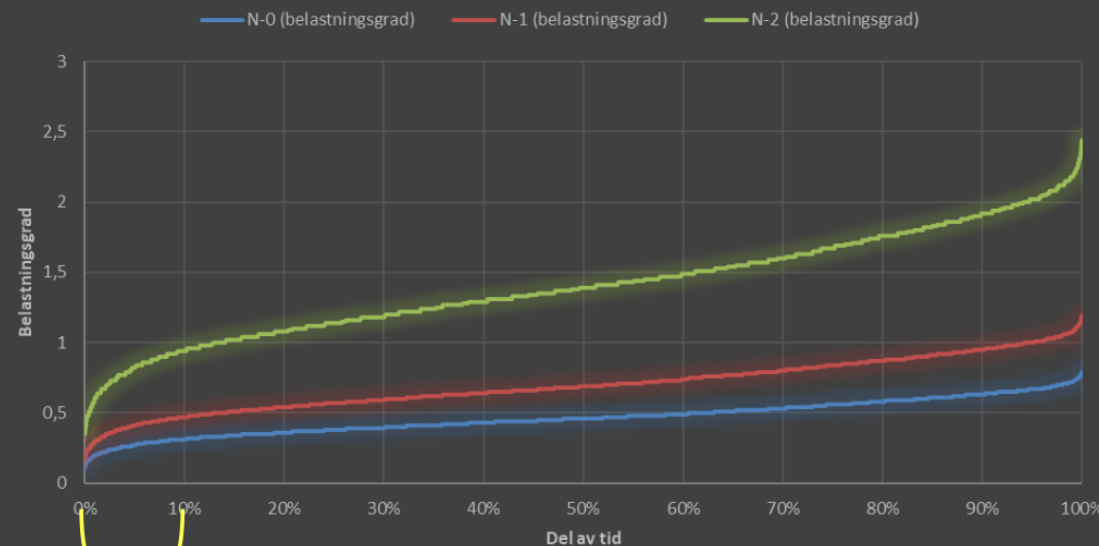
Avbrottsperioden, ungefär 30% av tiden. Fel kan hanteras under pågående avbrott.

Samtliga timmar kan N-1 hanteras, belastningsgraden är som högst 100% efter fel.

Anslutningskriterier



Belastningsnivå i systemet vid N-2, N-1 resp N-0
Vid ytterligare 150+45 MW ansluten effekt



Avbrottsperioden, ungefär 10% av tiden.

Under 5% av tiden kan inte N-1 hanteras.

Anslutningskriterier



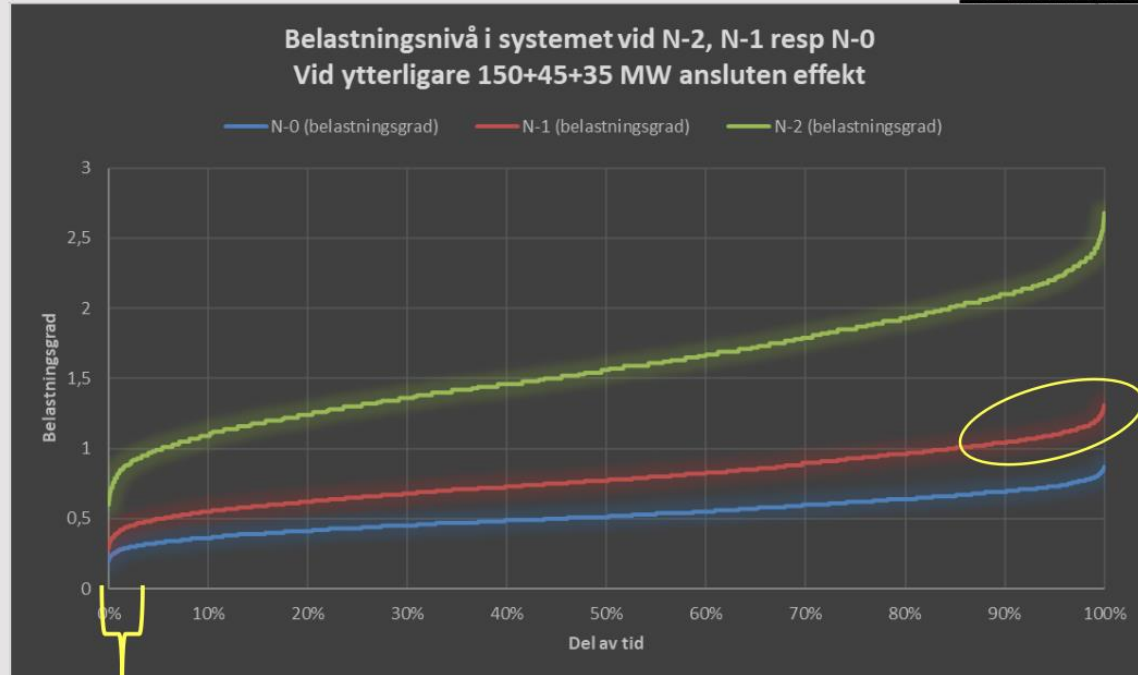
1. Statiska+
2. Dynamiska
3. Ökad risk
4. **Flexibilitet**

Batterifabrik:

- 0 MW
- 26 MW
- **150 MW**

Omställning:

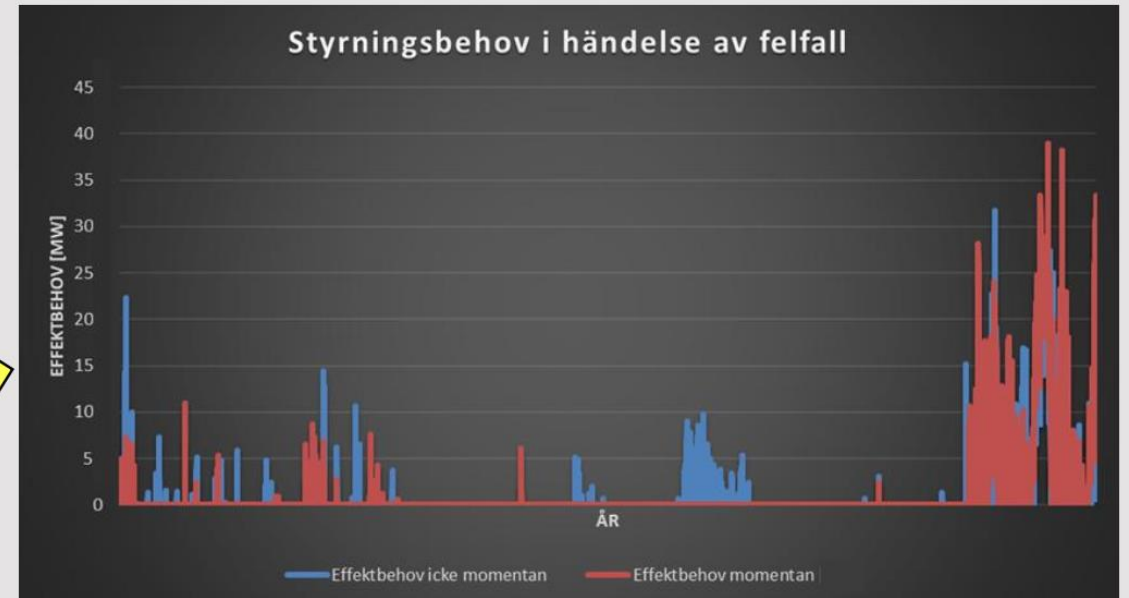
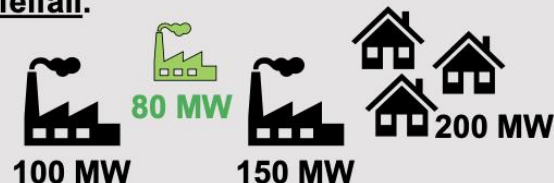
- 0 MW
- 0 MW
- 0 MW
- 45 MW
- **80 MW (35 MW Flexibelt)**



Avbrottsperioden, ungefär 5% av tiden. Fel kan hanteras under pågående avbrott.

Under 15% av tiden kan N-1 inte hanteras, här krävs styrning vid felfall.

Överanslutningskriterier



- Spikarna ovan visar styrningsbehovet - vid felfall - detta visar att vintertid finns ett stort momentant styrbehov efter fel. Apparaterna begränsar mer än luftledningarna.
- Förekomst av styrningsbehov finns även vår/sommar/höst, detta indikerar att behov för styrning vid vissa planerade jobb kan förekomma.

Flexibilitet i rätt läge – överanslutning

Flexibilitet passar bäst **efter** att:

- nätet nyttjats effektivt,
- riskerna identifierats,
- begränsningarna lokaliserats.

I överanslutningsläget kan flexibilitet:

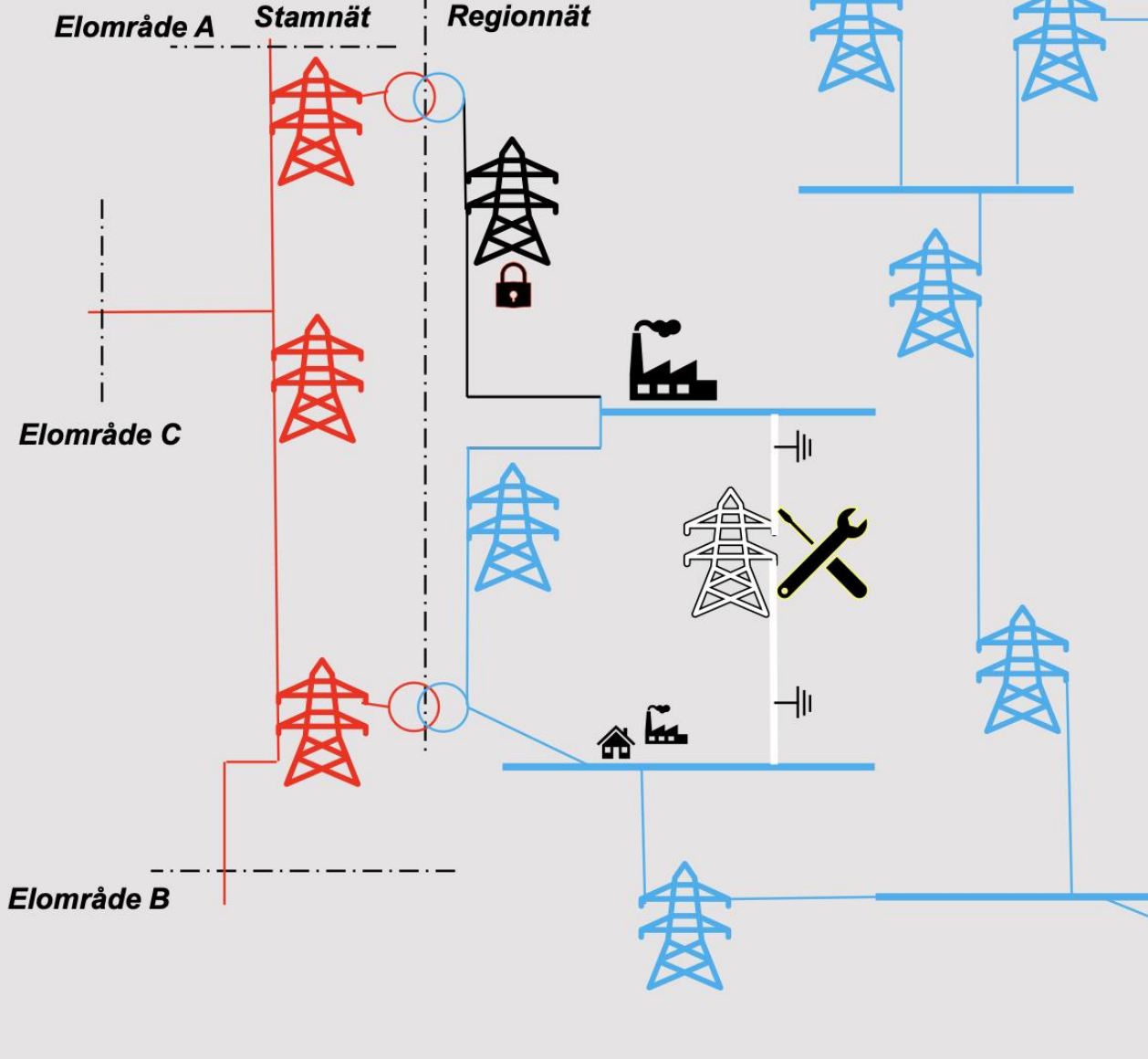
- minska sannolikheten för att begränsningar realiseras,
- reducera konsekvenser vid ansträngda timmar,
- ersätta vissa akuta driftsåtgärder.

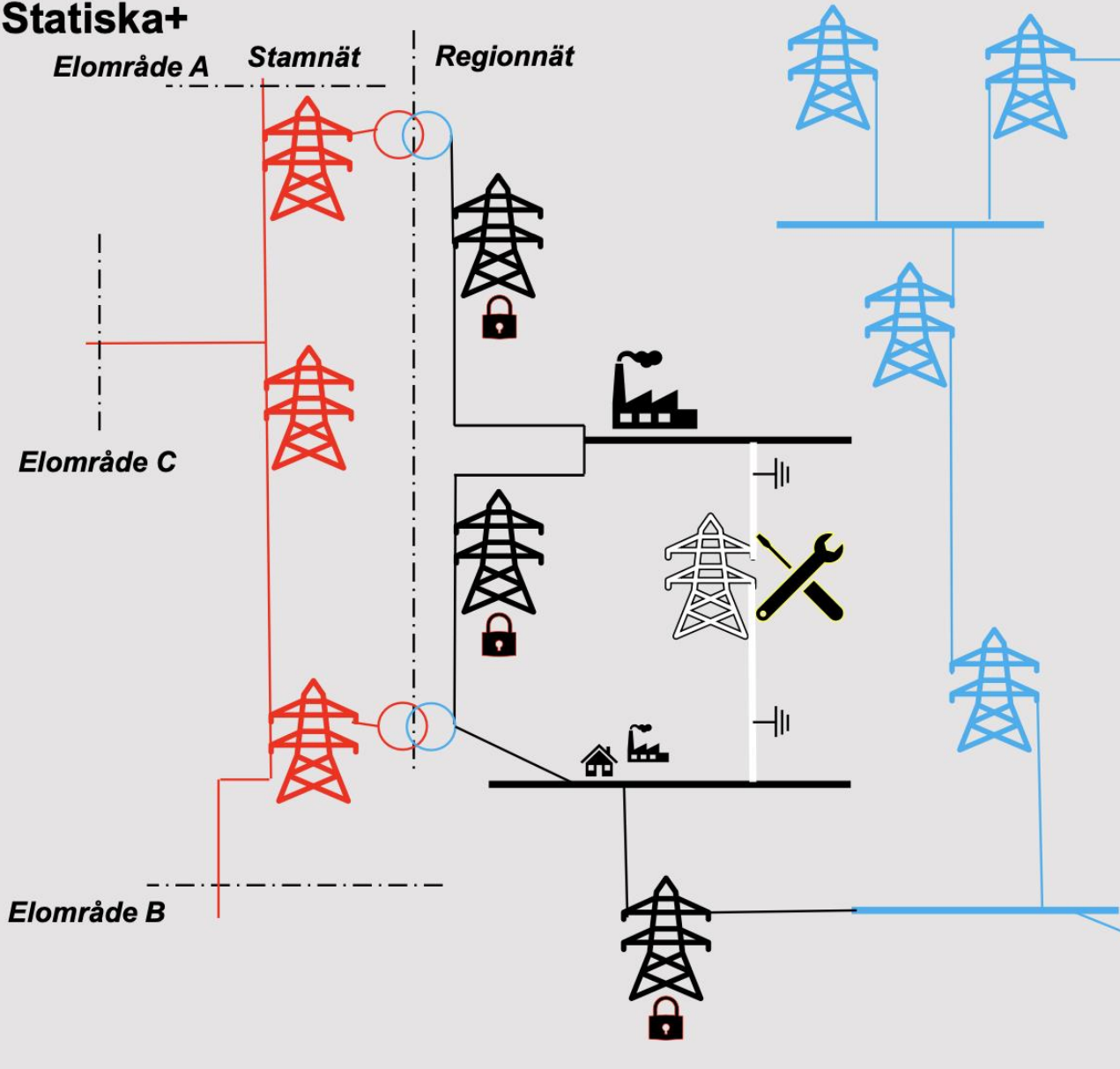
Här används flexibilitet:

- för att hantera den överskjutande delen, den som inte kan garanteras årets alla timmar.

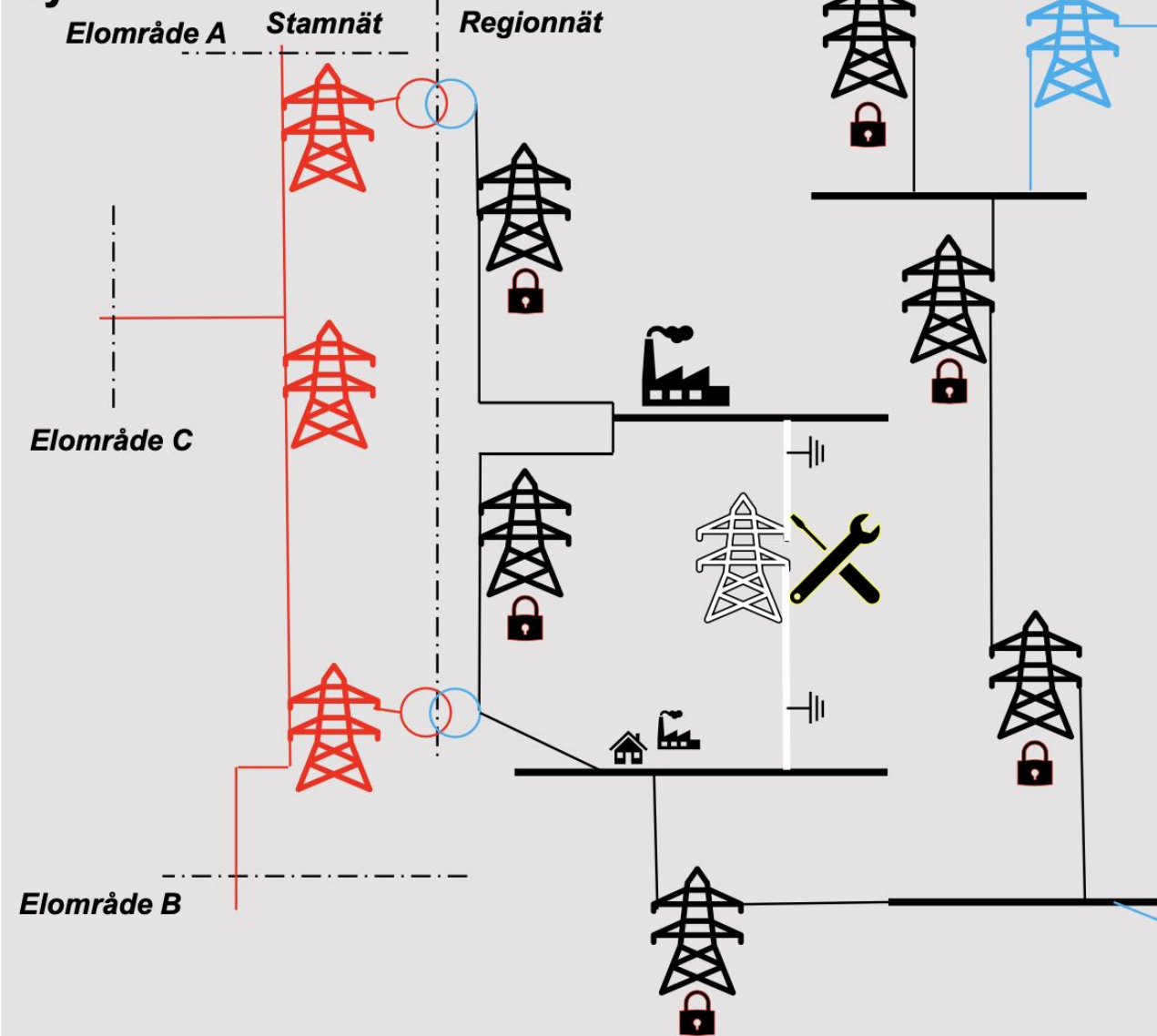
Tillgängligheten

Statiska

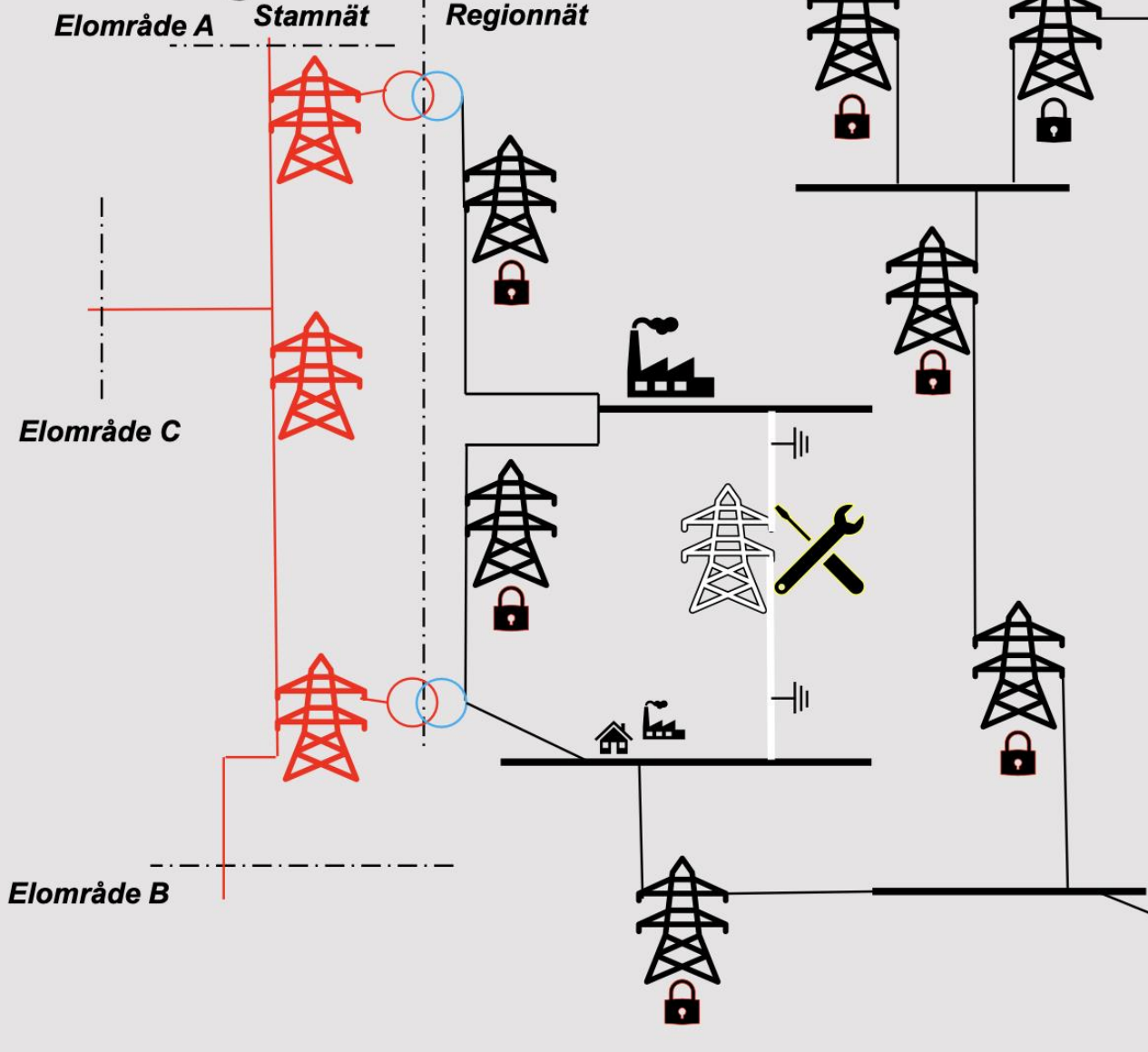




Dynamiska



Ökat risktagande



Sammanfattning

Fördjupade analyser

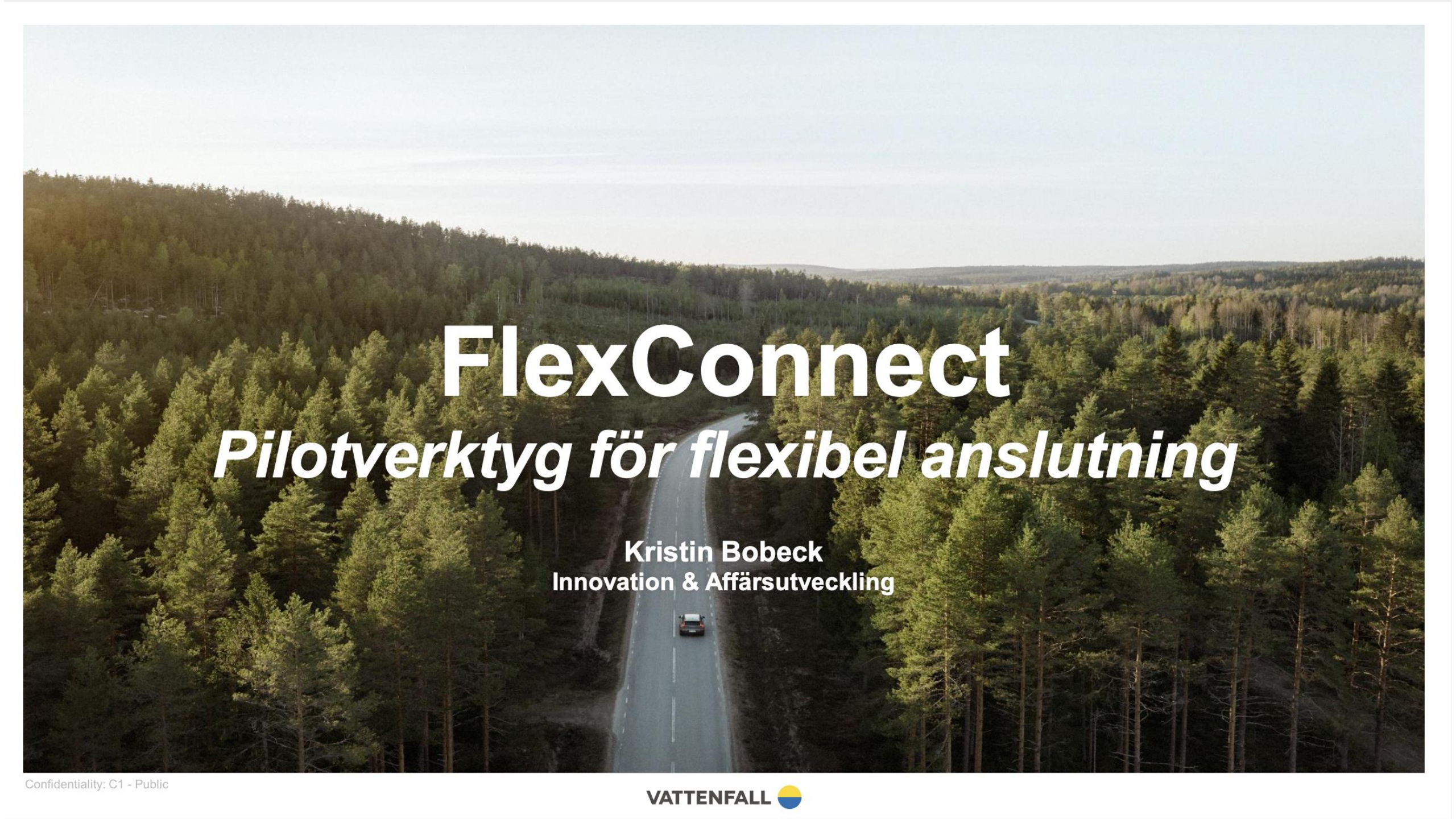
- Kan frigöra stora mängder effekt
- Sker på bekostnad av minskad tillgänglighet
- Den ursprungliga tillgängligheten bör återställas på sikt

Ökat risktagande efter analys

- Frigör en begränsad mängd effekt
- Saknar möjlighet till aktiv hantering

Flexibilitet

- Kan frigöra stora effekter
- Villkoren varierar med ansluten effekt
- Risk och kostnad för kapacitetsåtgärder ökar snabbt med ökad anslutning

An aerial photograph of a two-lane asphalt road winding through a vast, dense forest of tall, thin evergreen trees. The road curves gently to the right in the distance. A small, dark-colored car is visible on the road, positioned in the lower center of the frame. The sky is a pale, clear blue, and the overall lighting suggests a bright, sunny day.

FlexConnect

Pilotverktyg för flexibel anslutning

Kristin Bobeck
Innovation & Affärsutveckling

Snabb elektrifiering möter lokal kapacitetsbrist

- Anslutningsärendena ökade lavinartat
- Trafikverkets utlysning 2019 (vita fläckar)
- Laddinfrastruktur skapade trängsel i områden där lokal nätkapacitet inte alltid räcker till alla timmar om året / Långa ledtider
- Laddinfrastruktur – Stor möjlighet som flexibel resurs
- Lösning för att kunna möjliggöra nätanslutning snabbare och mer dynamiskt → FlexConnect



FlexConnect - Vision

Erbjuda en alternativ anslutning för **snabbladdning** i väntan på **nätförstärkning**.

Analysera och optimera vårt befintliga nät samt **öka nyttjandegraden**

Ansluta snabbladdare utan att äventyra vår **elkvalitet**

Påskynda anslutningsprocessen genom kortare anslutningstid

Öka vår **kundnöjdhet** genom att öka tryggheten och tillgängligheten för elbilsägare

FlexConnect - Pilot

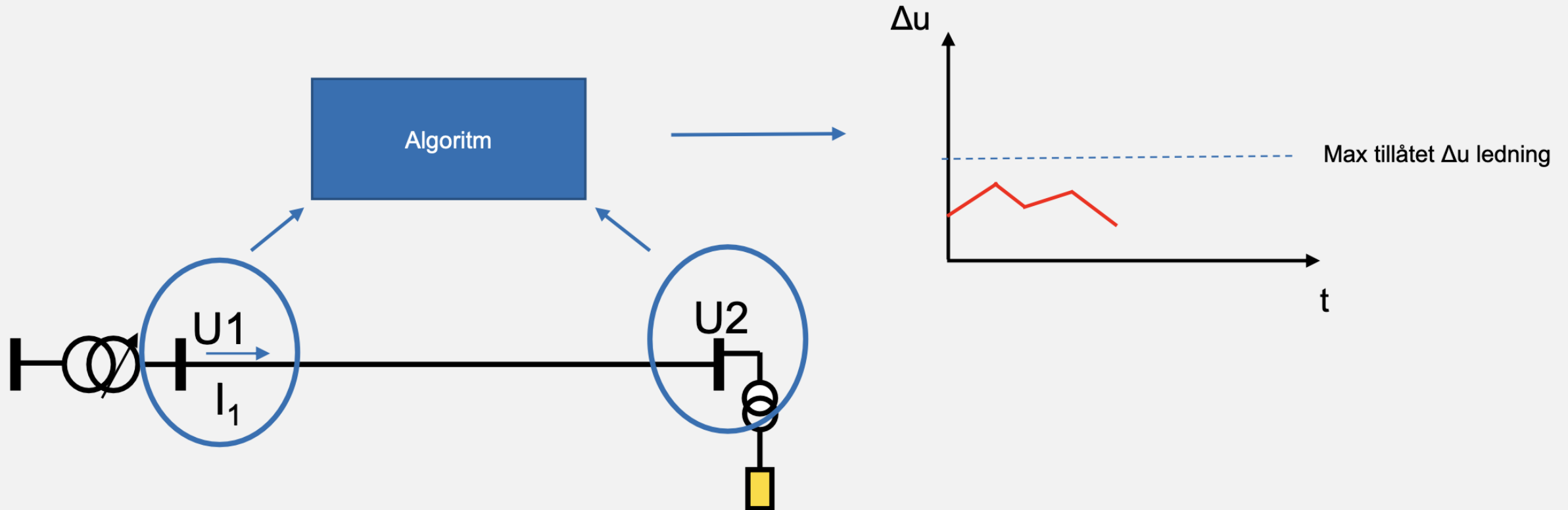
- Tog fram innovationsverktyg (FlexConnect) som skulle identifiera trängseln i elnätet och i realtid kunna aktivera flexibilitet hos kunden
- 2022 – Första piloten i Riksgränsen
- Snabbladdning 250 kW
- Spänningsproblematik på radial
- Sedan dess fortsatt utveckling och utvärdering av verktyget



Exempel) Spänningsfall

FlexConnect – Hur fungerar det?

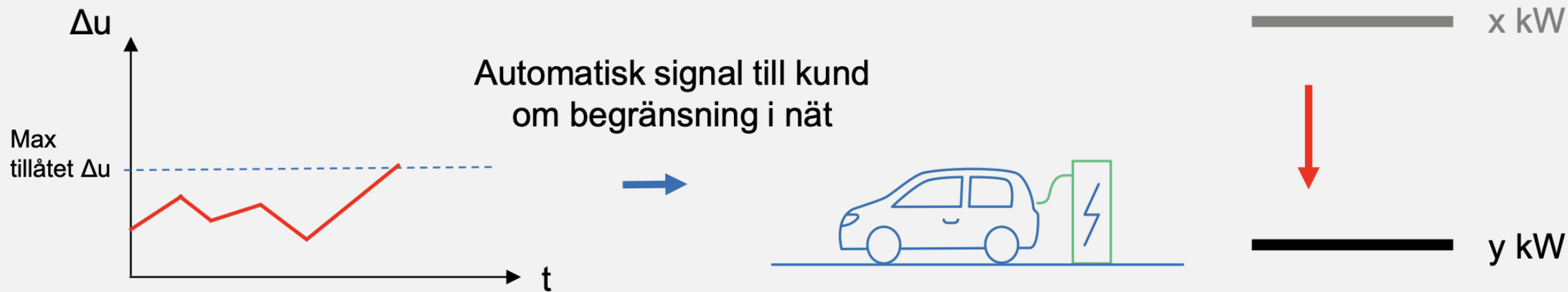
- Mätning i relevanta punkter
- Genom algoritm beräknas spänningsfall samt prognos om aktivering



Ex) Spänningsfall - last

FlexConnect – Hur fungerar det?

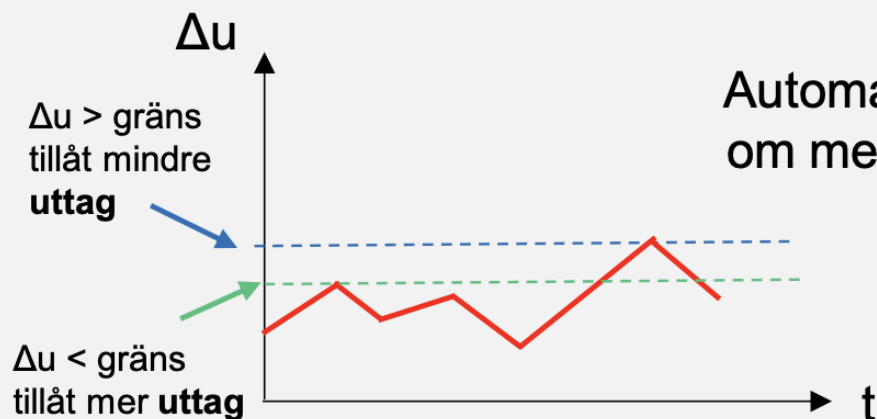
- När **gränsvärde överskrids** skickas **signal till kunden** att begränsa sitt uttag



Ex) Spänningsfall last

FlexConnect – Hur fungerar det?

- När sedan spänningsfallet på ledningen sjunker under visst gränsvärde skickas signal till kund att **full effekt** kan tillåtas i uttagspunkten igen



Automatisk signal till kund om mer tillgänglighet i nät



FlexConnect – Flexibel och villkorad anslutning

- Snabbladdningsstationen kan orsaka fysisk trängsel på matande **lokalnätledning**.
- Mäter och monitorerar nätet i realtid via enkel algoritm.
- Algoritm nyttjar mätvärden & site specifika parametrar för att övervaka nätet
- Skickar signalering till kund i realtid via API för aktivering av flexibilitet
- Tillfällig begränsning för uttag hanteras via villkorat avtal



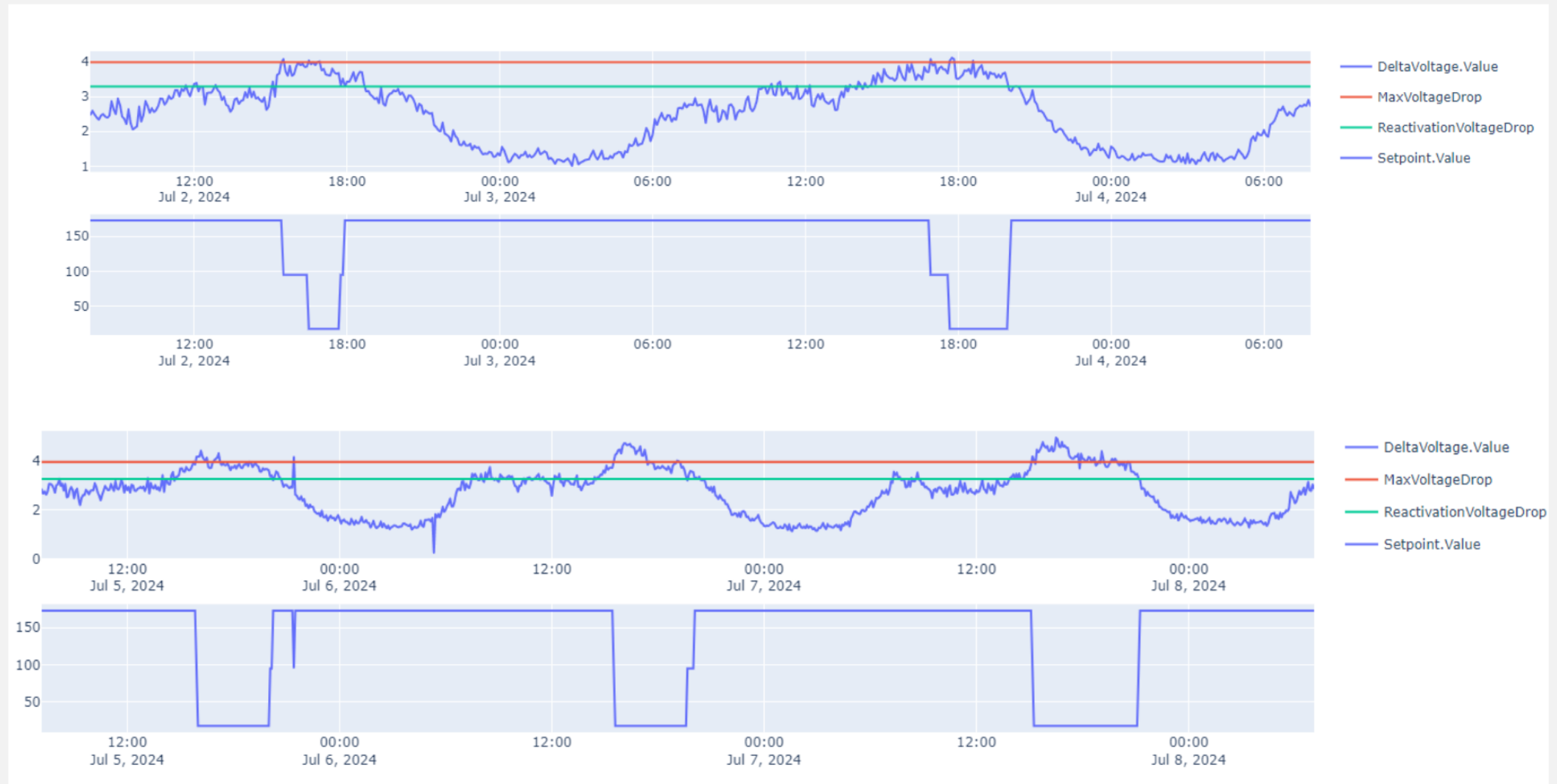
Systemlösning

- Algoritm i eget system
- Nödvändig mätdata samlas in från Nätstationsmätare.
- Digital uppkoppling mot kundens FSP via API
- Separat driftvy i realtid över kunder för driften
- Kortidsprognos – möjlighet att varsla kund om aktivering.
- Datautbyte & larm via SCADA



Exempel aktivering av kund vid begränsning i nätet

FlexConnect - Spänningsfall



Vad har vi lärt oss?

- Flexibilitet fungerar
- Dialog med kunden viktigt - Förståelse för möjlighet till flexibilitet
- Dynamisk och grundlig analys av nätet
- Villkorade avtal som säkerhetsventil – Aktiveringen sker inte ofta
- Lärande kräver verkliga case
- Olika typer av trängsel ställer olika krav
- Enkelhet för att hantera komplexitet

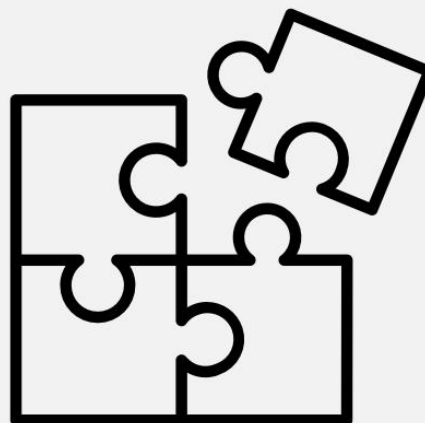


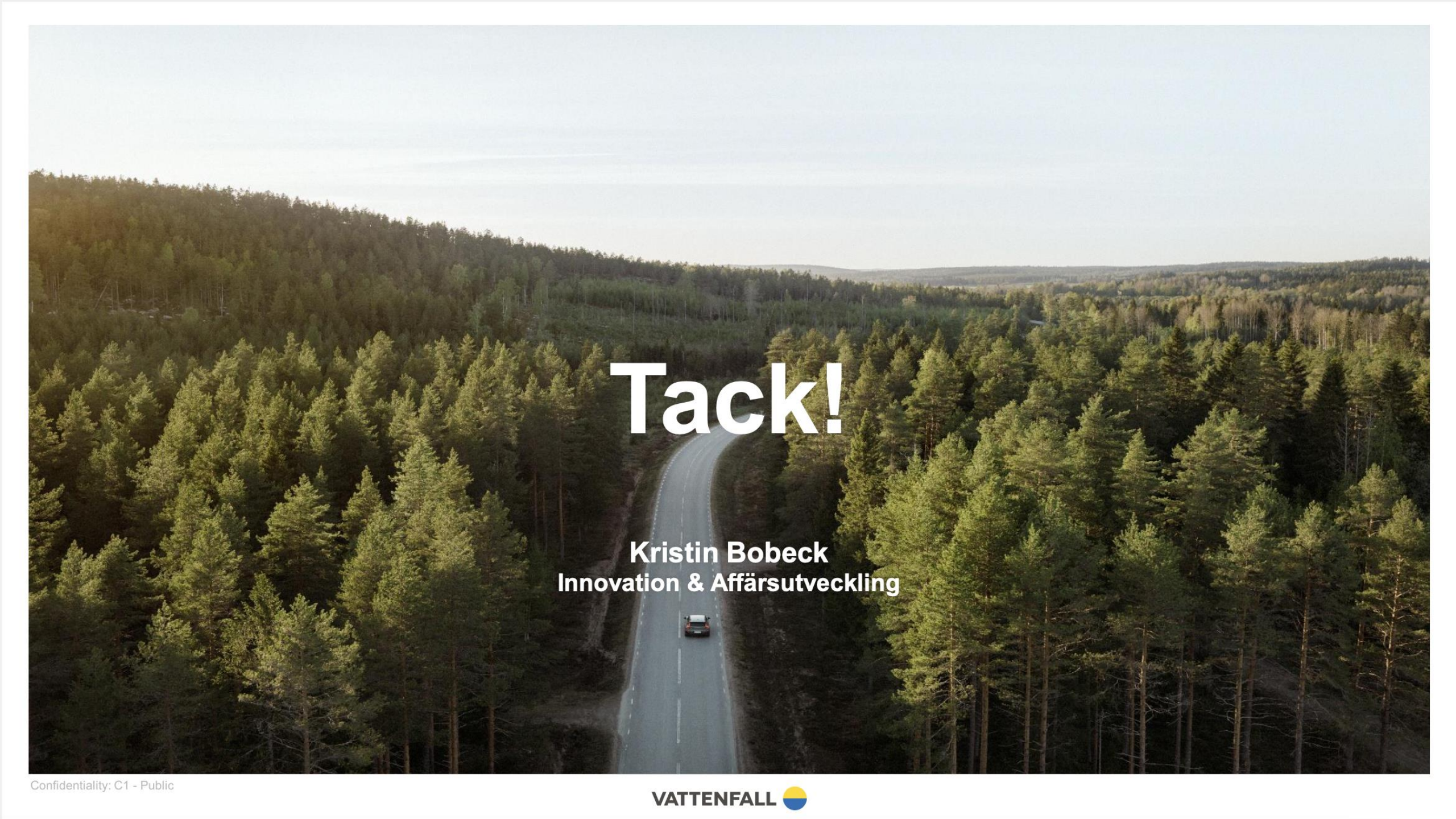
Möjliggörande

FlexConnect har gett oss möjlighet att testa att ansluta kunden på ett nytt sätt och öka nyttjandegraden av våra nät utan att äventyra elkvaliten.

4 pusselbitar för en flexibel anslutning

- Förstå och monitorera begränsningen i nätet
- Förstå kundens möjlighet till flexibilitet
- Riskbedömning
- Kommunikation med kund



An aerial photograph of a two-lane asphalt road winding through a vast, dense forest of tall, green coniferous trees. The road curves gently to the right in the distance. A small, dark-colored car is visible on the road, positioned between the text and the horizon. The sky is a pale, clear blue, and the overall lighting suggests a bright, sunny day.

Tack!

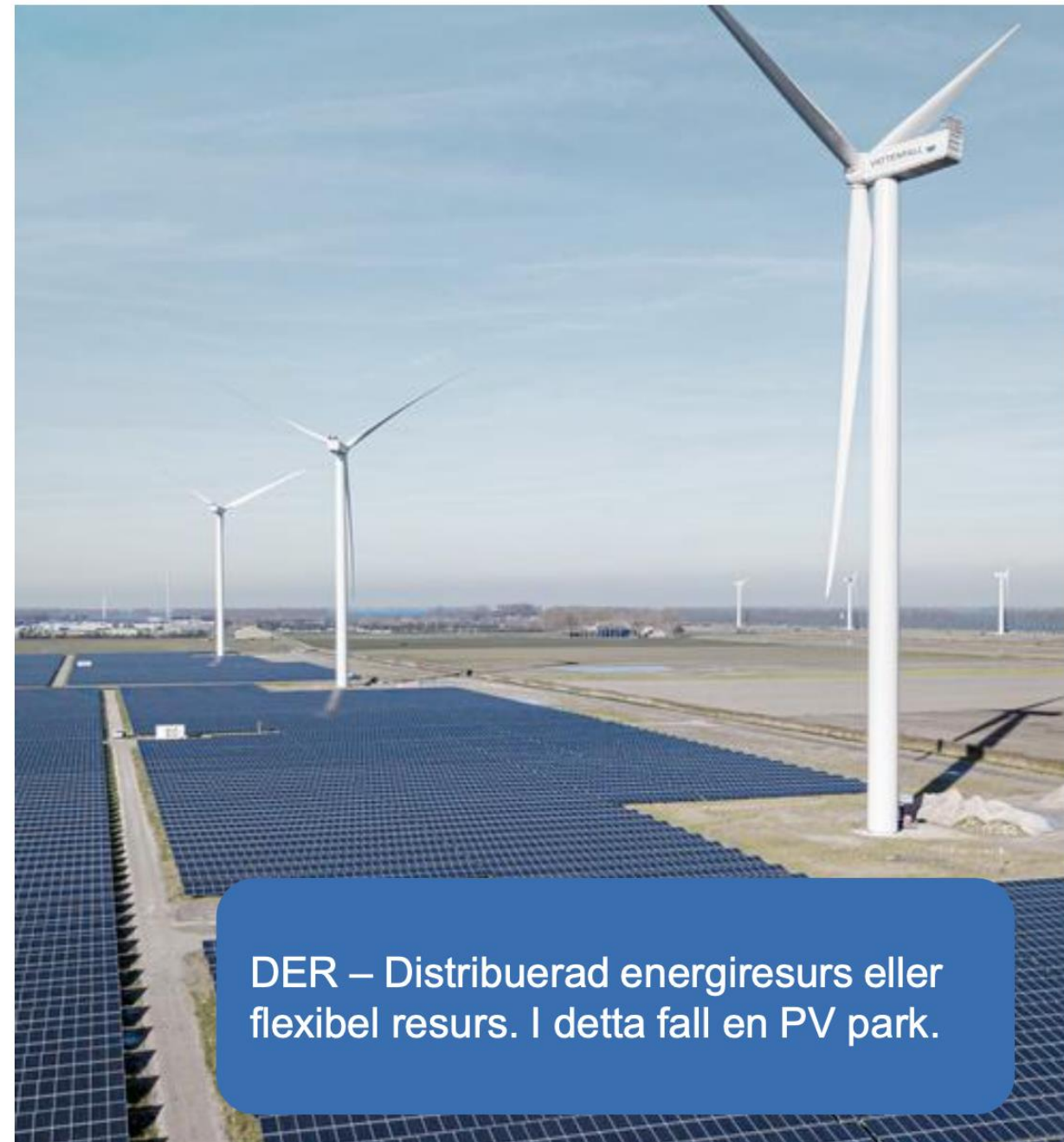
Kristin Bobeck
Innovation & Affärsutveckling

Automatisk aktivering av stora PV parker

Arne Berlin
Vattenfall Eldistribution AB
2026-05-05

Vad är aktivering?

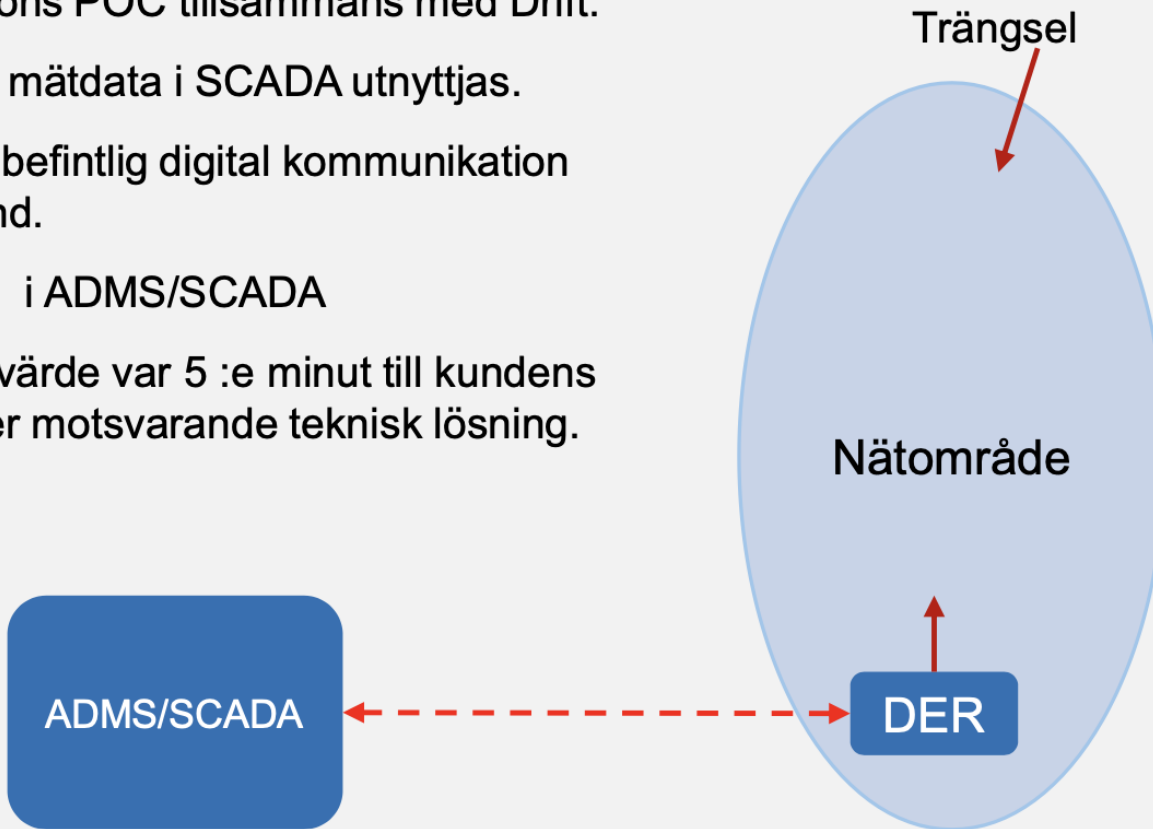
- **Aktivering:** Kunden exekverar DER enligt avtal.
- **Aktiveringssignal:** En signal från nätbolaget att aktivera DER.
- **Automatisk aktivering:** Kontinuerlig signal från Nätbolaget om att exekvera DER.
- **Kräver avtal**
 - Avtal om att vara tillgänglig för aktiveringssignal



DER – Distribuerad energiresurs eller flexibel resurs. I detta fall en PV park.

Utnyttja befintligt system

- Innovations POC tillsammans med Drift.
- Befintlig mätdata i SCADA utnyttjas.
- Utnyttja befintlig digital kommunikation med kund.
- Algoritm i ADMS/SCADA
- Nytt börvärde var 5 :e minut till kundens FSP eller motsvarande teknisk lösning.



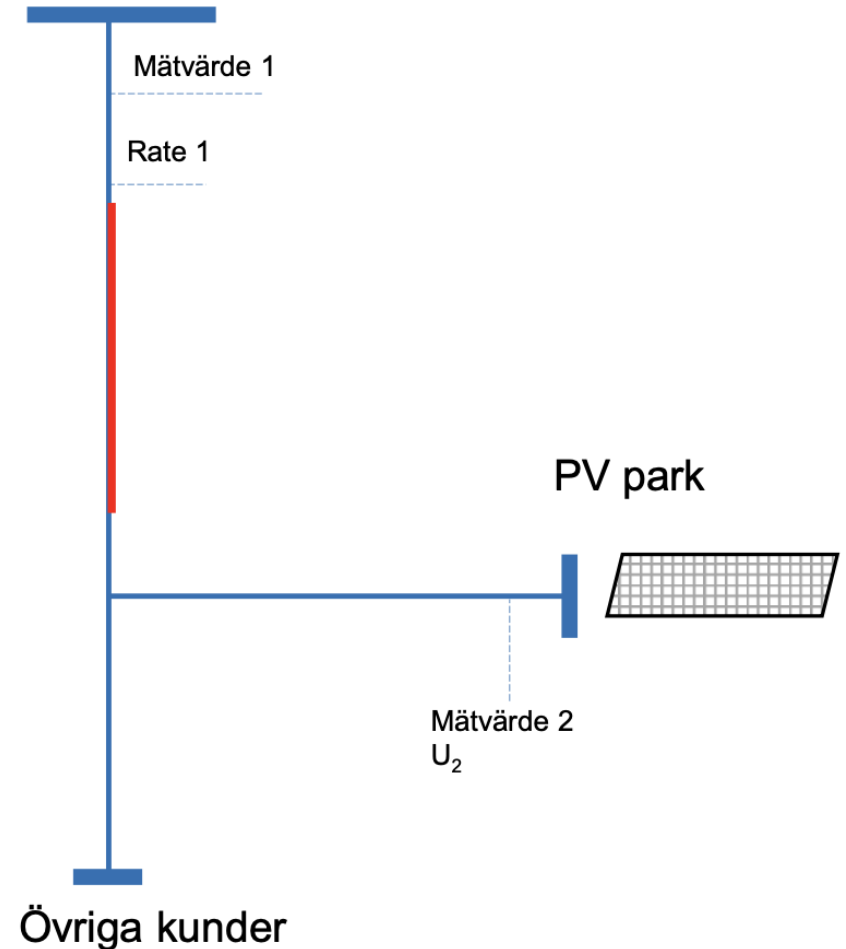
Med aktivering menas att vi skickar en signal i realtid till kundens FSP att ändra eller begränsa sin effektanvändning. I detta fall; Minska inmatningen till elnätet.

FSP
Flexibility Service Provider

Solcellspark

- Solcellsparken kan orsaka trängsel på matande ledning.
- Tillfällig begränsning för inmatning hanteras via villkorat avtal.
- Ledningen har en strömbegränsning som inte får överskridas.
- Kräver en uppkoppling via RTU och -101 till kundens anläggning.
- Tilläggsfunktioner:
 - DLR – dynamisk strömbegränsning på ledningen. Kontinuerlig beräkning.
 - Spänningsförbättring: aktivera $\cos\phi$

Matande station



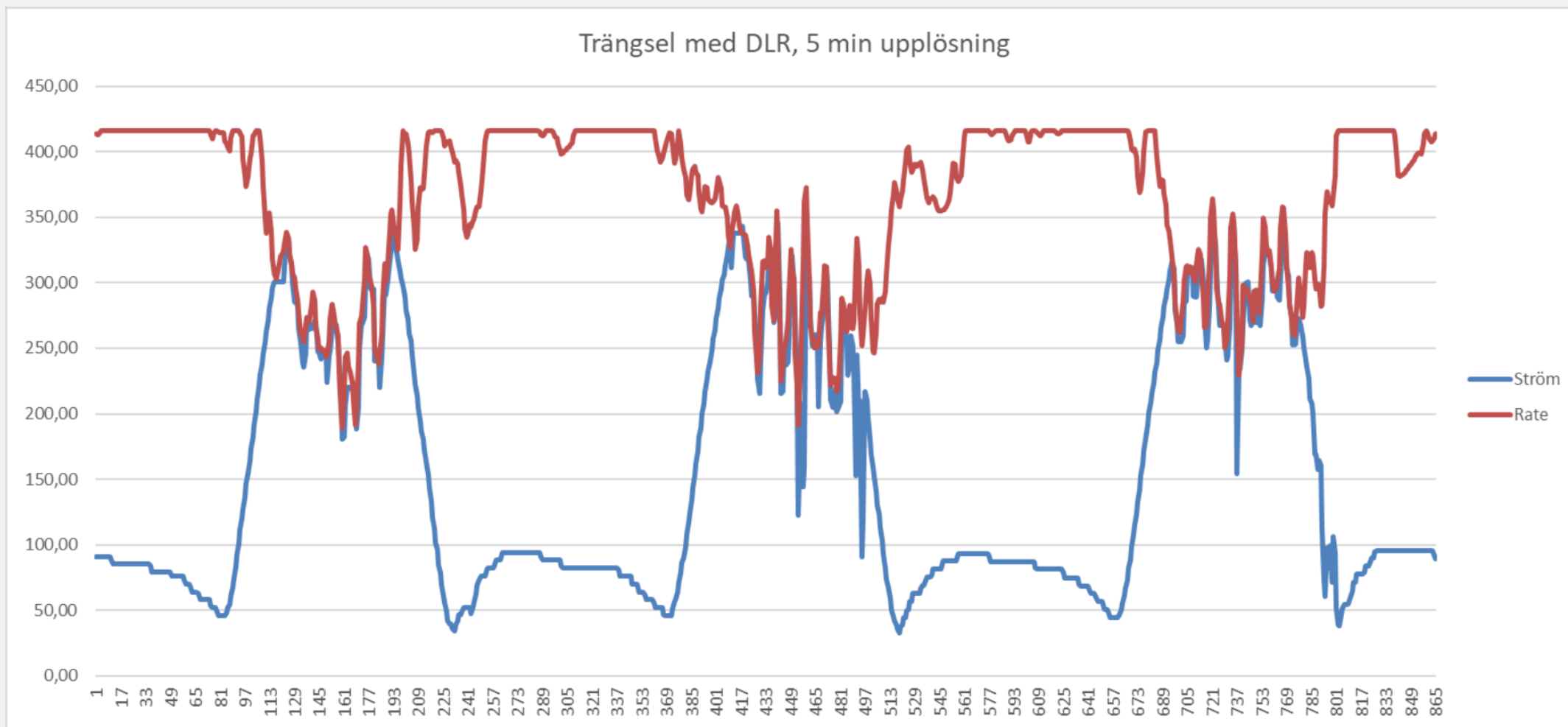
Algoritm i ADMS/SCADA

- Algoritmen etableras i SCADA systemet.
- Algoritmen kräver två mätvärden samt aktuell strömbegränsning för trängsel.
- Aktiveringen innebär att ett börvärde skickas till kundens anläggning/FSP var 5:e minut.
- Kundens system, FSP, exekverar aktiveringssignalen genom att anpassa inmatningen.
- Driftoperatören har möjlighet att välja mellan manuell eller automatisk aktivering.
- Larm om kunden överskrider börvärdet. Gemensam rutin vid felhantering krävs.



Börvärdet innebär maximal tillåten inmatning till nätet vid aktuell tidpunkt.

Om strömbegränsningen består av DLR



Fördelar med automatisk aktivering

- Optimerar kundens effekttillgänglighet till elnätet.
- Kvalitetssäkrar styrningen effektlöden, risken för mänskliga misstag minimeras.
- Skalbart i regionnät.
- Ingen ökad operativ arbetsbelastning.



Begränsningar:

- Enbart enklare fall av trängselproblematik.
- Enbart för regionnätskunder.

Nästa steg

- Vid komplexa trängselförhållanden
 - Förenkla villkoren för aktivering → färre steg
- Vid långvarig och ökad trängsel
 - Mitigera trängseln med flexibla resurser
 - Organisk tillväxt av lokal flexibilitetsmarknad.
- Lokalnätkunder - OpenADR



Begränsningar:

- Enbart enklare fall av trängselproblematik.
- Enbart för regionnätskunder.



Tack

