

Meinberg Funkuhren GmbH & Co. KG



The Synchronization Experts

Synchronization for  
Power Applications

Didrik Ehrenborg

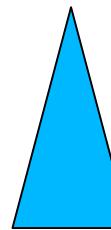
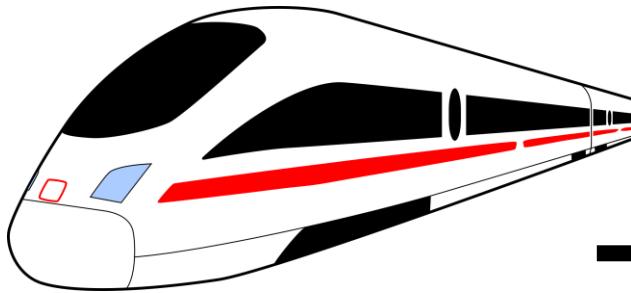


TRAFIKVERKET

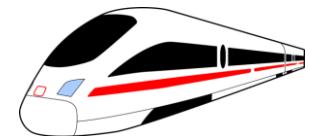


1 Terawatthour / year  
( 1.000.000.000.000 Watt )

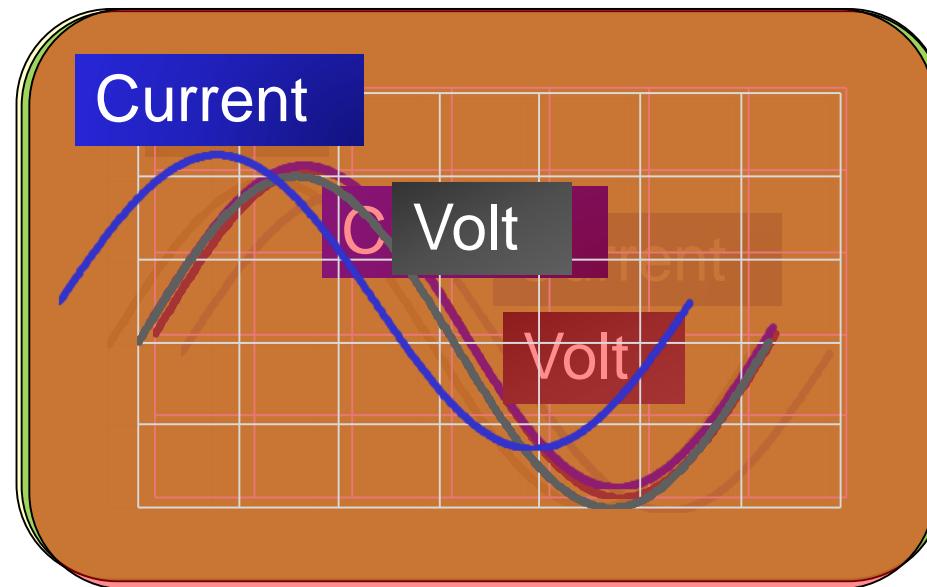
metrum



**PMU**



**metrum**



Noen Pfeffer energy

# PMU – Phasor Measurement Units

MEINBERG

- Measure the frequency, voltage and current against the 1PPS
- Need UTC time sync when more than one
- Stream more than 10Mbit/hour
- Measure more than 100 times more than SCADA
- For telecom people: PMU = eNodB
- 100nanosec resolution
- Wide Area Measurement Systems - WAMS



# PMU – also gives us this:

- Measurable energy and power quality problems
- Voltage fluctuations
- Short-term voltage cuts
- Short-term voltage increases
- Transients
- Flicker
- Harmonics
- Asymmetry
- Frequency
- Efficiency



# Metrum save **20Gwatt / year** for Trafikverket

**MEINBERG**



- We started with 4 substations in the south of Sweden.

- ✓ **20 GWh/year decrease**
- ✓ **€1M per year**
- ✓ **-7 % of total power consumption**

# Swedish railway - geography

# Järnvägskarta

med kraftförsörjningsanläggningar

2013-06-30

## Teckenförklaring

- Substations**

  - BT-system: 1st tier
  - BT-system: 2d tier
  - BT-system: 2d tier, blockstyrkning
  - ATBT-system
  - AT-system
  - Pendelkopplad dubbelspänning (mild), 2d tier elleder
  - Pendelkopplad dubbelspänning (mild), 3rd tier elleder, blockstyrkning
  - Större miljövärn

**El utveckling (årmed)**

Avalöf: Energi tillverkning (J) längsledningsnätet sätts till noll vid försörjningsstarten 10.25 till 10.25 GAU. AT är aktiverat för att överlämna ström till förtaket från 10.25 till 10.25 GAU.

Märketid: 10.25 KV

**Ramgröd**

Transmissionsstation 132 kV

Melaringsmedeltransformatör 132/16,5 kV 16 MVA

Melaringsmedeltransformatör 132/16,5 kV 25 MVA

**Lund**

Koppelnätstation

**Pensborg**

Gekörtningarstation

**Stockholm C**

Förstärkningsstation

Driftningscentral

**Mjölby**

Omformstation med likriktande omformare

**Änge**

Omformstation med statiska omformare

**Moholm**

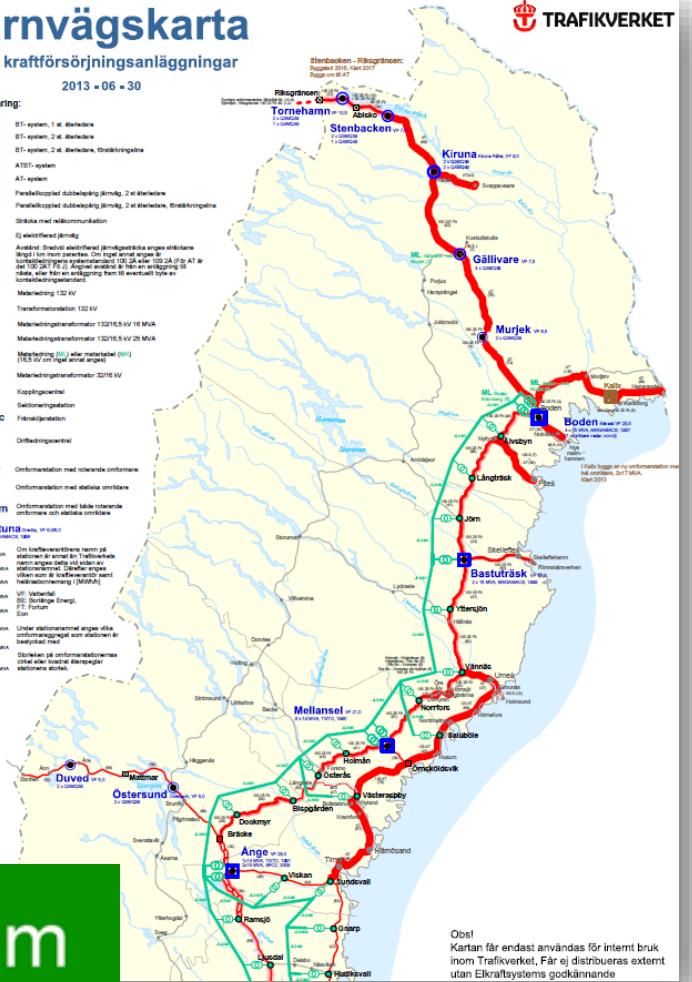
Omformstation med både likriktande omformare och statiska omformare

**Eskilstuna (station, VV-förstärkning)**

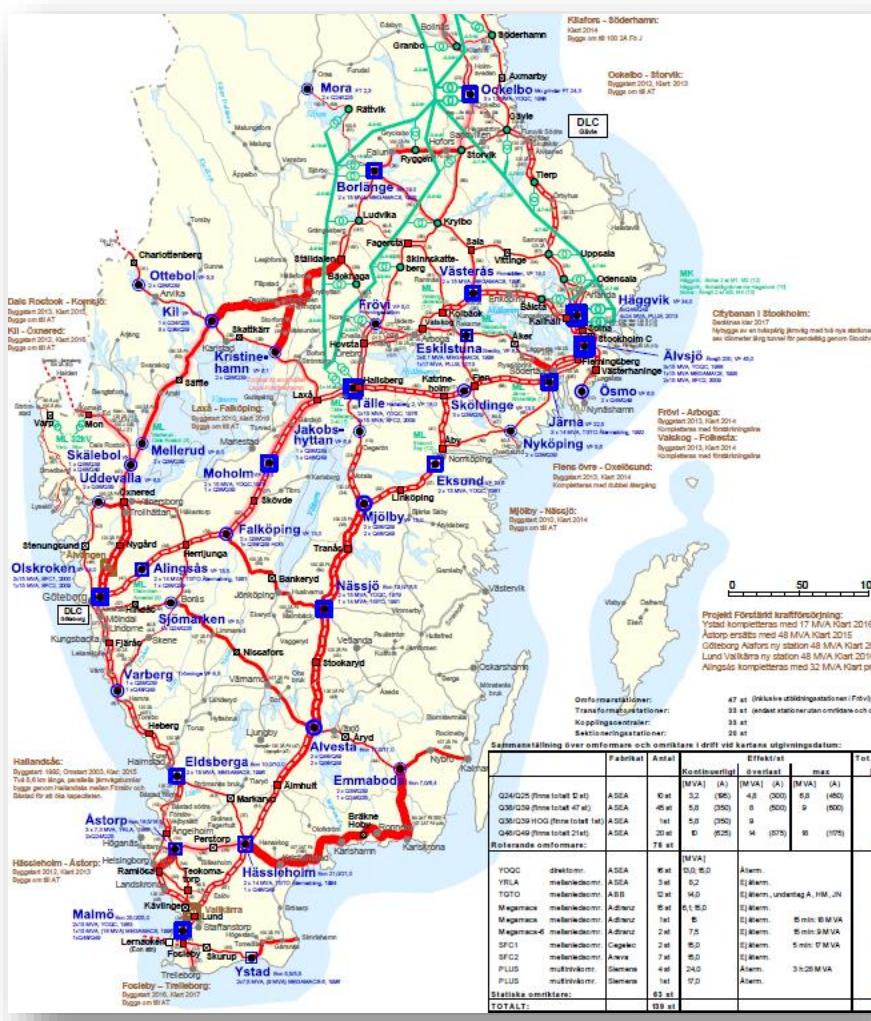
Om förstärkningen är nere på stationen är den i tillsynsmodus. Om förstärkningen är upp i stationen är den i drift. Söder om stationen finns en förtakningsstation med likriktande omformare (MVVA).

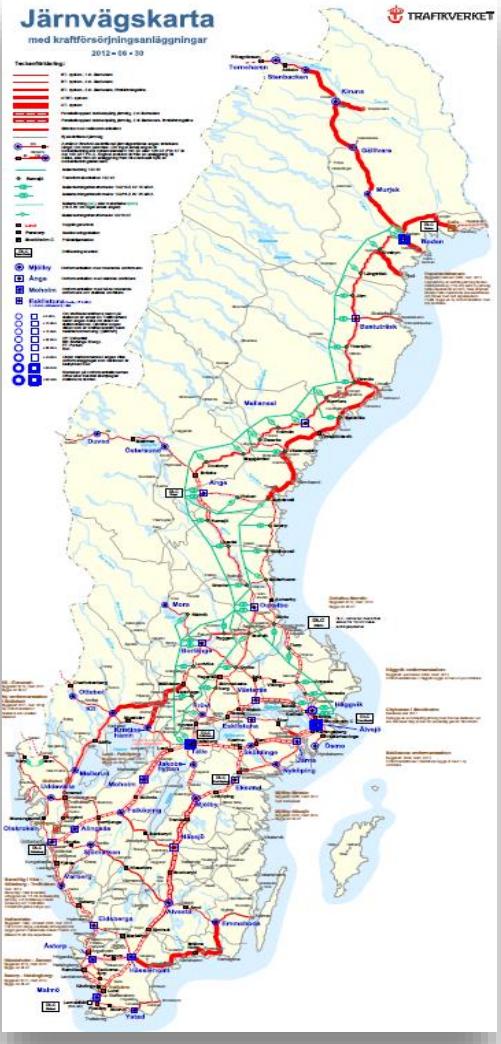
**Uppgraderingar**

  - SV: Söderled (Energitrafik)
  - SV: Ean
  - SV: Ean
  - SV: Under stationen finns en vila för stationen. Om stationen är nedslagen med betydande skador kan stationen återställas.
  - SV: Större del av omformstationen är placerad i stationen.

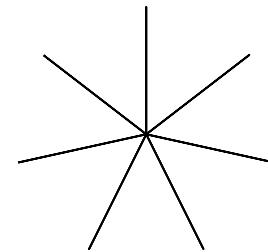


metrum



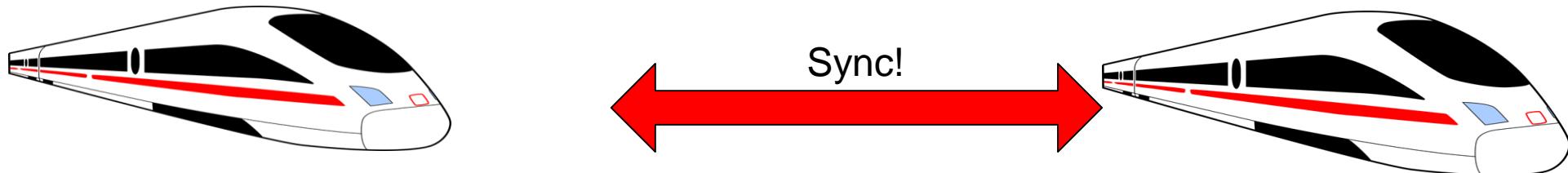


- 100 Converter / Transformer stations, rebuild with PMU
- All PMU communicate to next PMU like a star network



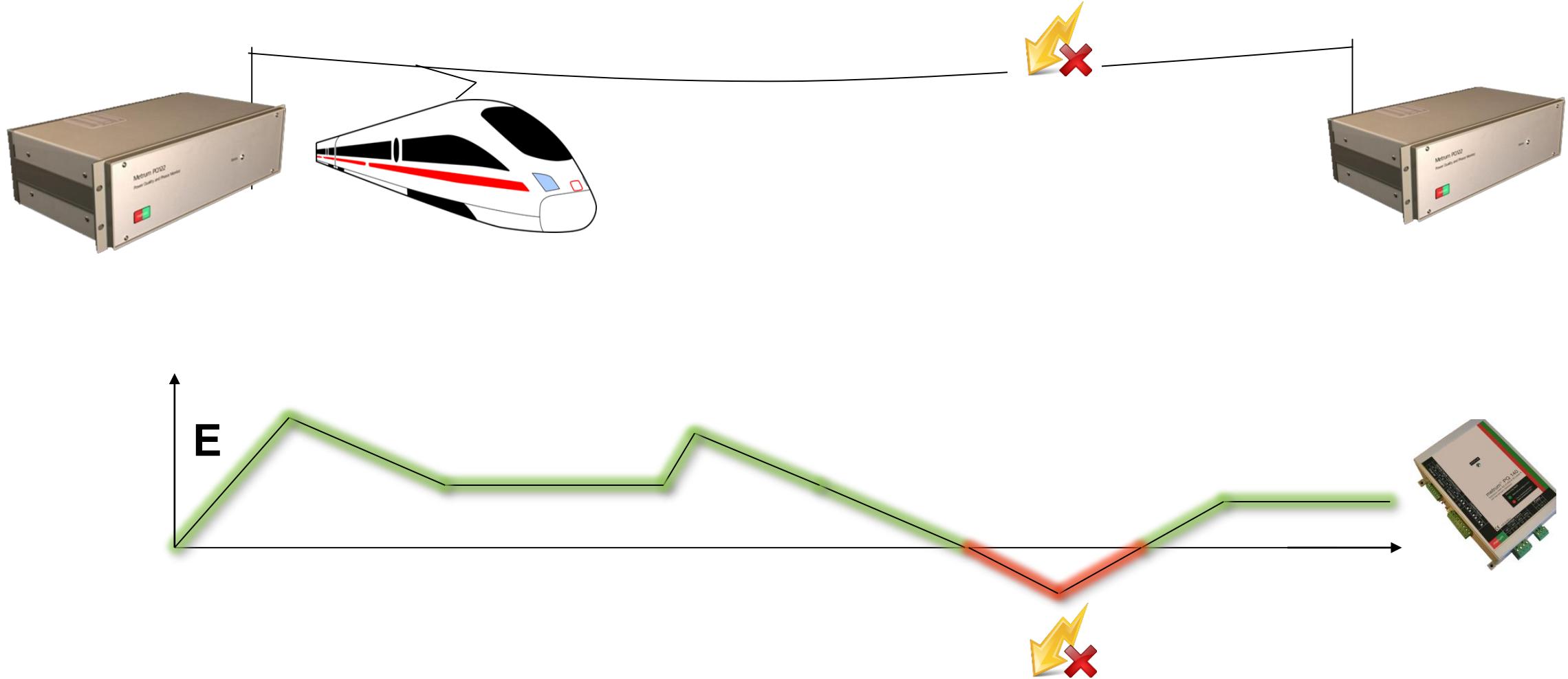
Save 25MEuro / Year  
-10% of total power

- Sync the train departure with arrival
- Rebuilding to PTP, IEEE C.37.238 Power profile



# Energy Measurement - Position

MEINBERG



## NASPI, Time Synchronization in the Electric Power System

[https://www.naspi.org/sites/default/files/reference\\_documents/tstf\\_electric\\_power\\_system\\_report\\_pnnl\\_26331\\_march\\_2017\\_0.pdf](https://www.naspi.org/sites/default/files/reference_documents/tstf_electric_power_system_report_pnnl_26331_march_2017_0.pdf)

Metrum,

<http://www.metrum.se/pages/swedish-transport-administration.html>



[www.meinbergglobal.com](http://www.meinbergglobal.com)

Thank you for your attention!

[didrik@meinberg.se](mailto:didrik@meinberg.se)



[mbg.link/youtube](http://mbg.link/youtube)

[mbg.link/linkedin](http://mbg.link/linkedin)

[mbg.link/facebook](http://mbg.link/facebook)

[mbg.link/twitter](http://mbg.link/twitter)