

FRAMTIDENS ELKVALITETSMÄTNING – PROAKTIVA & FÖREBYGGANDE ANALYSER VIA AI FÖR INDUSTRI

metrum



Metrum Sweden AB, Robert Olofsson (CEO) & Amrish Kubavat (Kundansvar – Industri)

Vilka är vi?

Robert Olofsson
(vd & grundare)

Mobil:0707-778540

Email: ro@metrum.se

Amrish Kubavat
(Kundansvar Industri)

Mobil:0766-451183

Email: ak@metrum.se

Var finns vi?



- Kontor
- Distributörer
- Kunder



När vi träffar våra industrikunder får vi ofta höra...

1. "Det är viktigt för oss att få bättre koll på vår energiförbrukning och elkvalitet i syfte att få kontroll över vårt nät och kostnader"

2. "Vår utrustning går sönder eller vi får stopp i produktionen utan att veta om exakt varför"

3. "Vi vet inte förrän det är för sent att vi har överskridit vissa effektnivåer."

4. "Vi har inte full koll på om det är vi själva som orsakar störningarna eller om de kommer utifrån" – Vem har ansvaret till att det inte sker igen?"

5 "Vi vet inte exakt var vi ska börja leta efter våra energiförluster"

6. "Det är viktigt att förstå elkvalitet, men vi har inte resurser att avsätta för det"

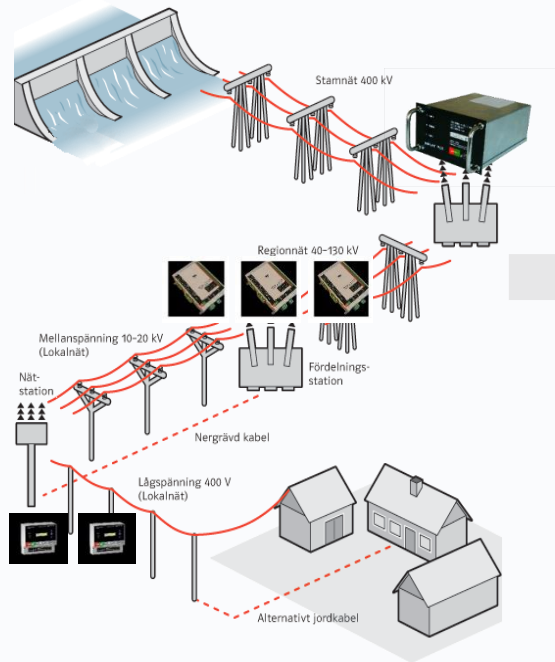
The logo for Metrum, consisting of a red square on the left and a green square on the right, with the word "metrum" in white lowercase letters centered across both squares.

metrum

alltid steget före

Vi erbjuder – kontroll över ditt elnät

Intelligenta mätinstrument



Mjukvaruapplikationer



Rapporter och Expertis



Hur smart är ett nät där du inte mäter, där du inte vet?

metrum

alltid steget före

Exempel på rapportsammanfattning

Metrum Db Viewer 2019.1.0.0 - [Amrish] - Obegränsad licens

Arkiv ▾ Inställningar ▾ Hjälp ▾ Från 2017-11-30 till 2018-01-31 Uppdatera Autouppdatering Expandera

Handelser Rapporter Längsdata Statistik

metrum

Drag a column header here to group by that column

Mätpunkt	City	Norm	Resultat	Frekvens	Spänningsvariationer	Obalans	THD	Ind. övert.	Plt	Pst	Sags	Swells	Spänningssprång
2017-12-18 - 2017-12-25	T23 (1058000307)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M3 Ink1 (0508013031)	EIFS 2013 OVER 49KV	Underkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Underkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M1 Ink.T2 (0508013253)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M1 A6 (0508013298)	EIFS 2013 1KV 36KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M1 A4 (0508013299)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T24 (0508013226)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M3 Ink2 (0508013320)	EIFS 2013 1KV 36KV	Underkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Underkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M2 Ink2 (0508013180)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T25 (0508013218)	EIFS 2013 1KV 36KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	M2 Ink1 (0508013160)	EIFS 2013 1KV 39KV	Underkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Underkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T036K234703 Energy storage extra (1058000391)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T036 Gata 2 (0508010102)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T22 (1058000306)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Underkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T036K234802 Charging stations (1058000892)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T322 Gata 6 (1058000154)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T118 Gata 5 (1058000899)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T1 (1058000635)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T12 (1058000303)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T104 Gata 4 (1058000891)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T007 Gata 1 (1058000159)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T043 Gata 3 (1058000142)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T21 (1058000149)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Underkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T23 (1058000307)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T11 (1058000922)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-11 - 2017-12-18	T036K234701 Energy storage local (1058000387)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M3 Ink1 (0508013031)	EIFS 2013 OVER 49KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M2 Ink2 (0508013180)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	T24 (0508013226)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M2 Ink1 (0508013160)	EIFS 2013 1KV 36KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M3 Ink2 (0508013320)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M1 A6 (0508013298)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M1 A4 (0508013299)	EIFS 2013 1KV 36KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	T25 (0508013218)	EIFS 2013 1KV 39KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	M1 Ink.T2 (0508013253)	EIFS 2013 1KV 36KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	T036K234703 Energy storage extra (1058000391)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd
2017-12-04 - 2017-12-11	T036 Gata 2 (0508010102)	EIFS 2013 UNDER 1KV	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd	Godkänd

metrum

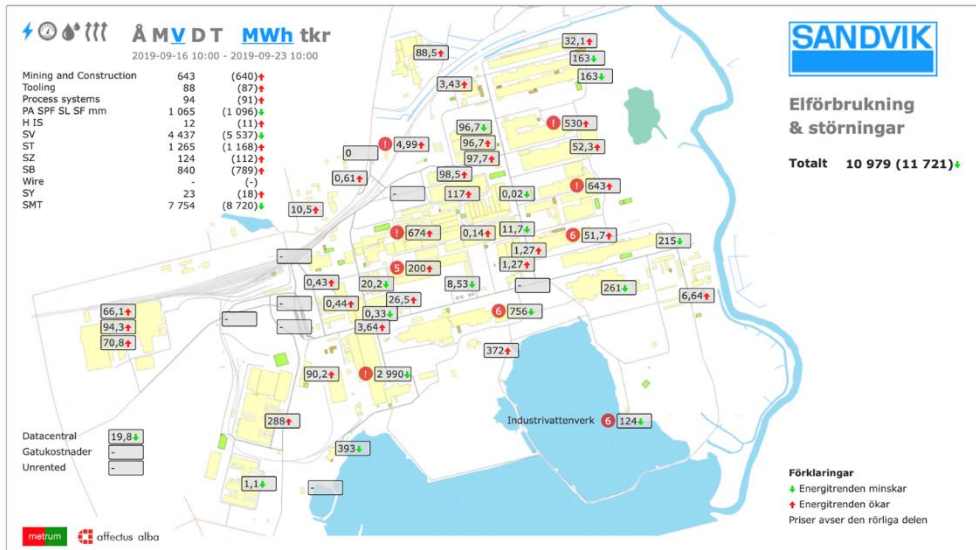
alltid steget före

Metrum - Elkvalitet

Metrum erbjuder: Klass A mätning för samtliga spänningsnivåer via mätning på mottagningspunkter och kritiska punkter på siten som ihop med vårt mätsystem (analysverktyg). Detta innebär att ni som kund enkelt får koll på vem/vad som orsakar störningar (överliggande nät eller industrin själva) samt om ni själva kan åtgärda detta eller behöver ta en dialog med nätbolaget.

- Enkla Rapporter som indikerar på status i nätet
- Larm om fördefinierade gränsvärden överskrids
- Få koll på effektvärden
 - Går att påverka genom exempelvis optimerad drift (olika skift kan ha varierande belastning)
- Få helhetskoll på hela nätet – snabbt och korrekt åtgärda driftsstopp
- Få svar på varför utrustning betar sig avvikande eller har gått sönder

Metrum – Fjärravläsning & Energivisualisering



- Får in ALLA energimätare via fjärr
- Övervakning av energiförluster
- Överblick med sitekarta och mätarna
- Kontering & koppling till ekonomisystem
- Integration med faktureringsystem
- Förenklad Skattedeclaration – punktskattedeclaration
- Prognostisering av kommande inköp av el

Sammanställning

period 2019-06-01 - 2019-07-01

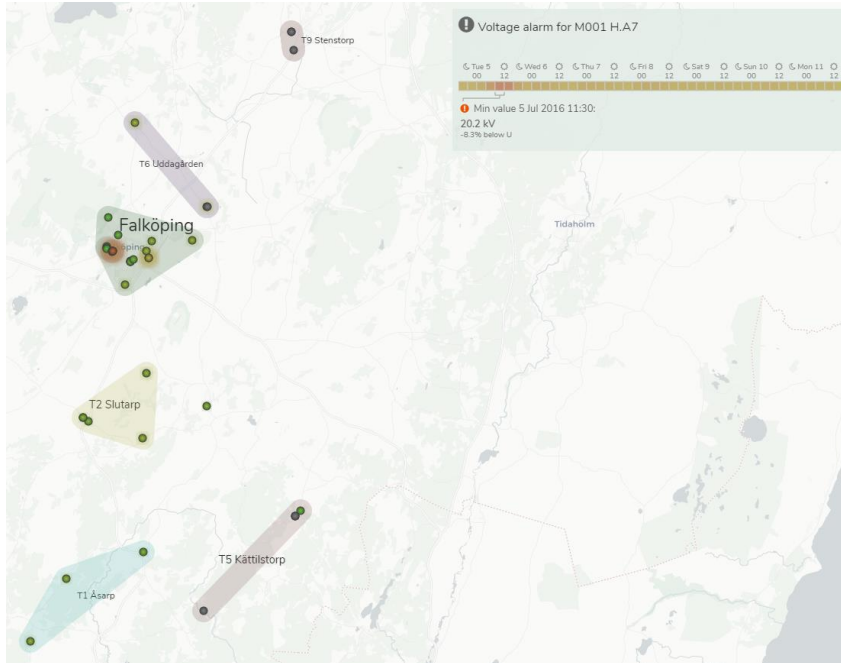
Konto	Pris [kr/MWh]	Bolag/PU	Avd	Notering	Summa [MWh]	Föregående period	Avvikelse
30892005	512		SMT div	lokal rörpressv	0.021	0.024	-10%
3507: 0.021							
30892007	512		SMT div	lokal rörpre	49.492	53.124	-7%
3905: 39.854 3913: 9.639							
30892009	512	SPF	SMT div	finvalsverk73	69.433	69.789	-1%
6155: 0.133 6160: 69.3							
30892010	512		SMT div	lokal rörv 68	146.430	170.154	-14%
3470: 0 3471: 55.049 3472: 6.466 3473: 84.814 3477: 0.102							
30892015	512		SMT div	byggnad rörv 98	244.656	266.033	-8%
3271: 244.656							
30892101	512		SMT div		226.386	235.934	-4%
6134: 226.386							
30892909	512	SPF	SMT div	specialrörverk69	112.482	114.522	-2%
10136: 112.482							
SUMMA					37007.286	43823.125	-16%

Byt pris... Spåra Skriv ut... Skicka till SAP... << Kontering Stäng



alltid steget före

Nytt prognosystem för elkvalitet genom AI!



METRUM PQ4CAST



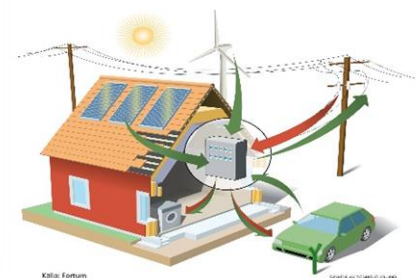
Exempel: Prognos av spänningsvariationer

Hur är detta möjligt?

Bakgrund: Nya utmaningar i framtidens elnät...

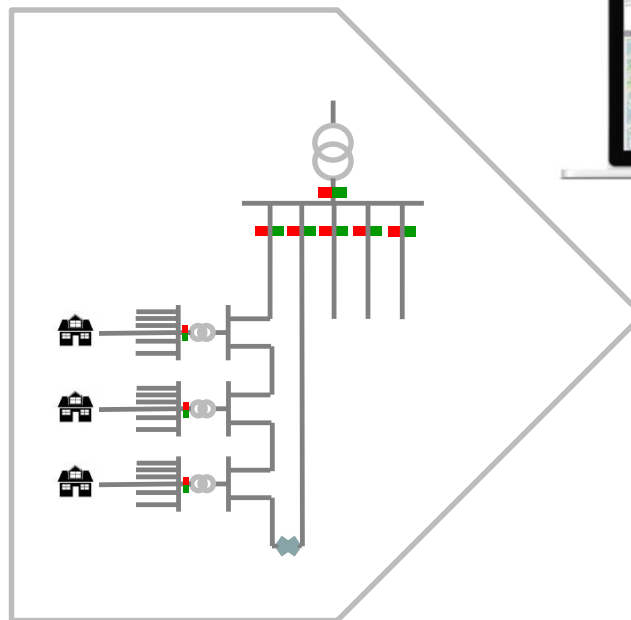
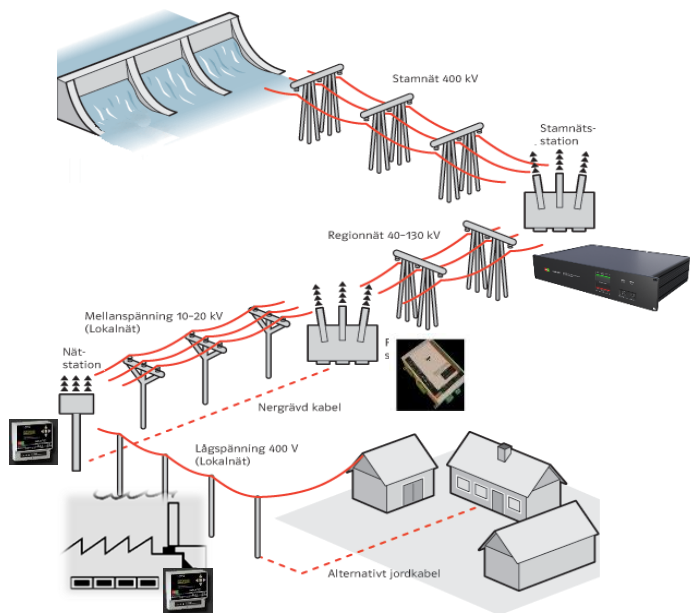


metrum
part of SmartGrid



...ökat behov av pro-aktiv mätning, styrning och kontroll

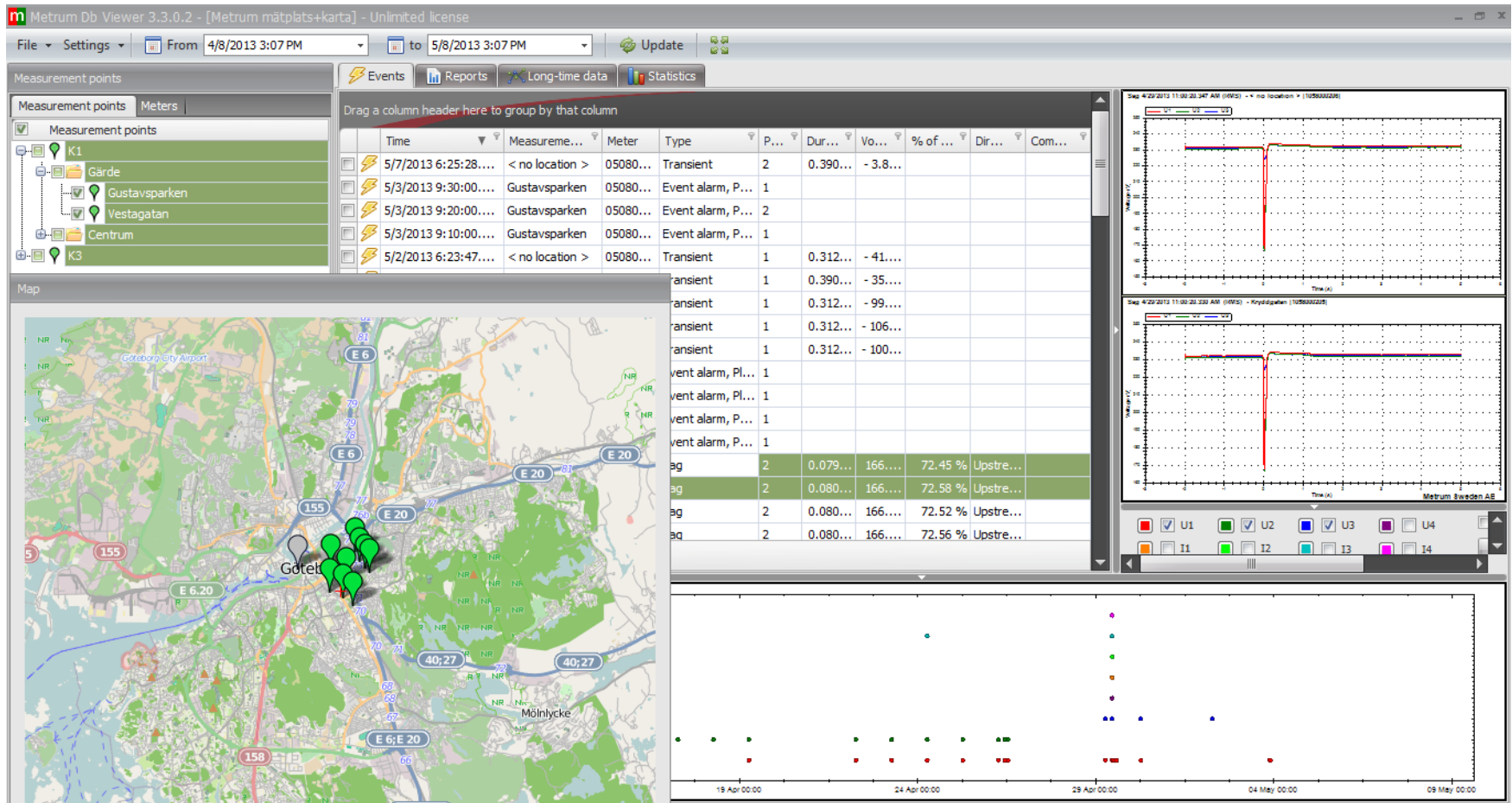
PQMS – Möjliggör heltäckande kontroll av elnät



PQMS
(Power Quality
Monitoring System)

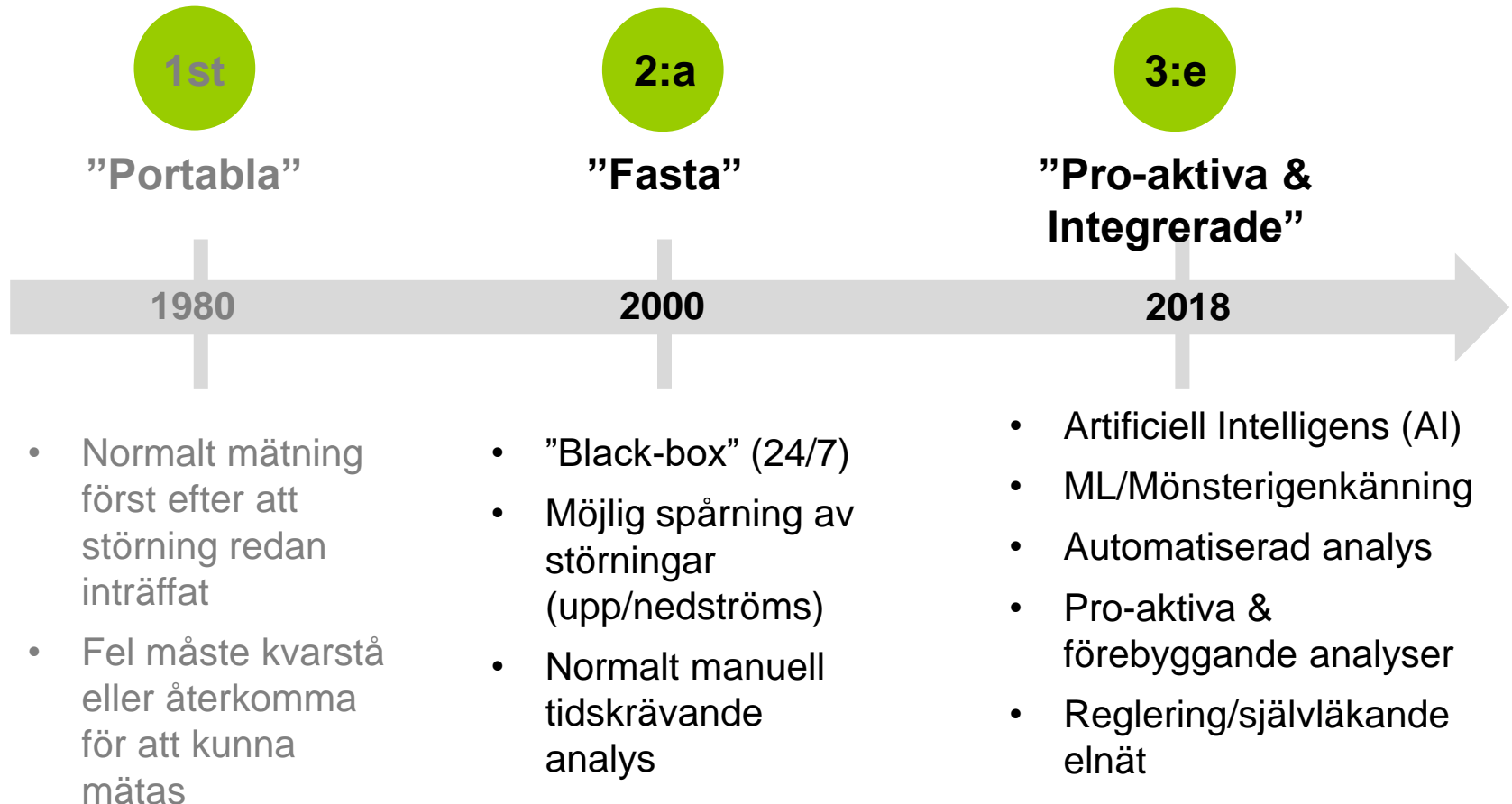
- Mottagnings- och fördelningstationer
- Utgående linjer
- Nätstationsövervakning
- Prioriterade leveranspunkter

Nuvarande analys av elkvalitet & störningar i elnät



“Black-box fokus” – historiskt perspektiv

3:e Generationens elkvalitetsmätsystem



Metrum leder utvecklingen och lanserar 3:e generationens mätsystem (AI)

metrum

AI är framtiden – hur kan det tillämpas redan idag?

R&D Project EPR - European Pattern
Recognition
Renewable energy impact
2016 - 2018



PhD Peter Axelberg,
Metrum Board Member
Dean University, PhD Power Quality
30+ years experience of power quality.

PART OF:



WITH FUNDING FROM:



UNIVERSITY OF BORÅS
SCIENCE FOR THE PROFESSIONS



CHALMERS

metrum

Huvudområden för AI inom elkvalitetsmätsystem

System AI Solutions



Instrument AI Solutions



EPR:s mål – Ny proaktiv prognosmodul baserad på AI

PRO-ACTIVE MAINTENANCE

Analyse trends
in
Power Quality
with
Pattern
Recognition

- Give **early warning** signals
- Enable **pro-active maintenance** of electrical grids' components
- Decrease **interruption costs**

LEAD: METRUM



DEMO:

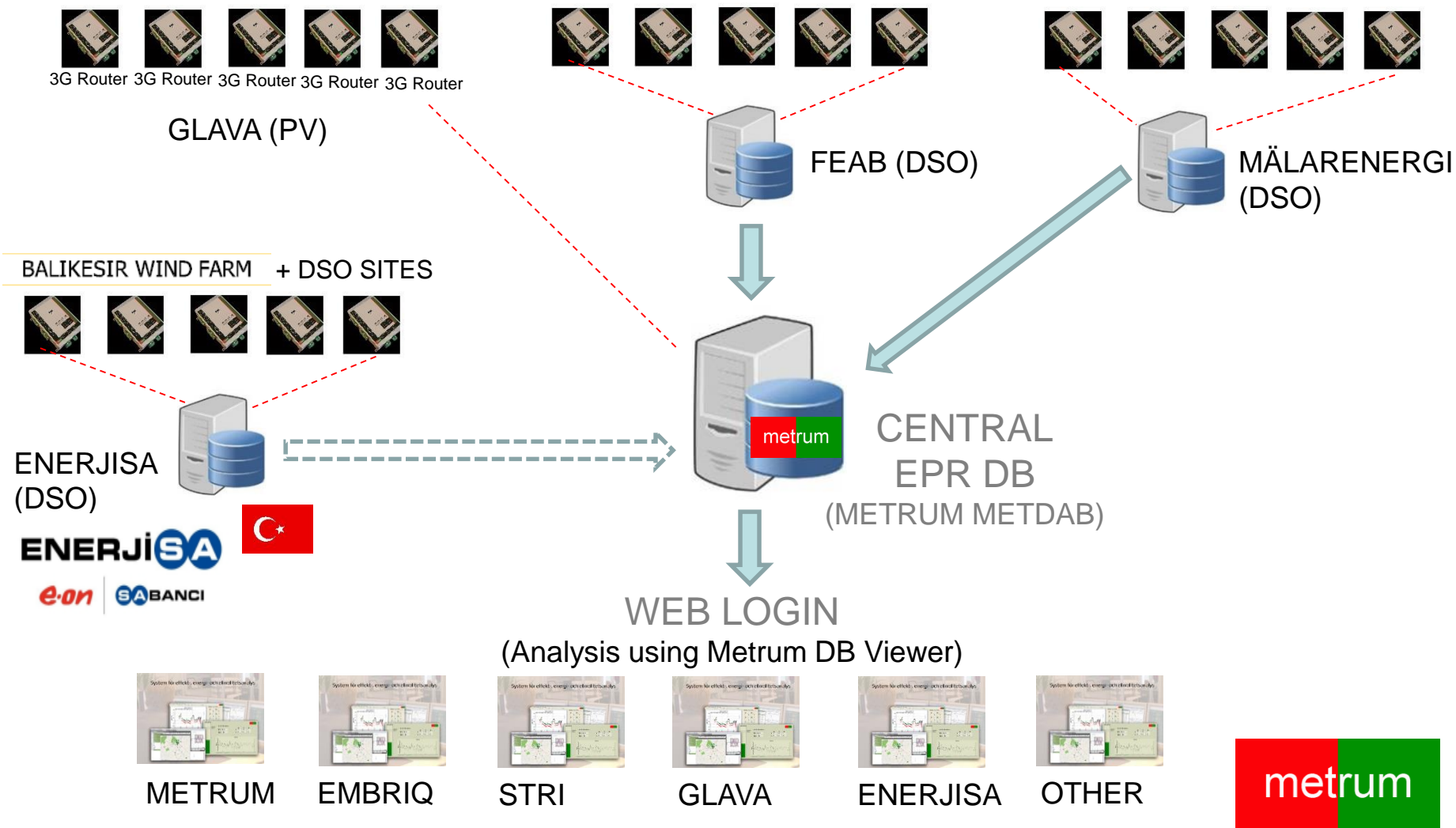
Enerjisa



Mälarenergi




Demonstratorer och tillgänglig mätdata (EPR)




AI och mönsterigenkänning används inom flera områden redan idag...

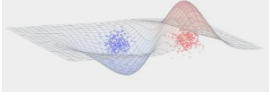
ARTIFICIAL INTELLIGENCE




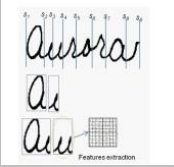
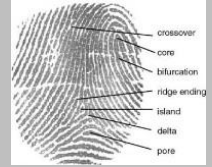


MACHINE LEARNING



PATTERN RECOGNITION



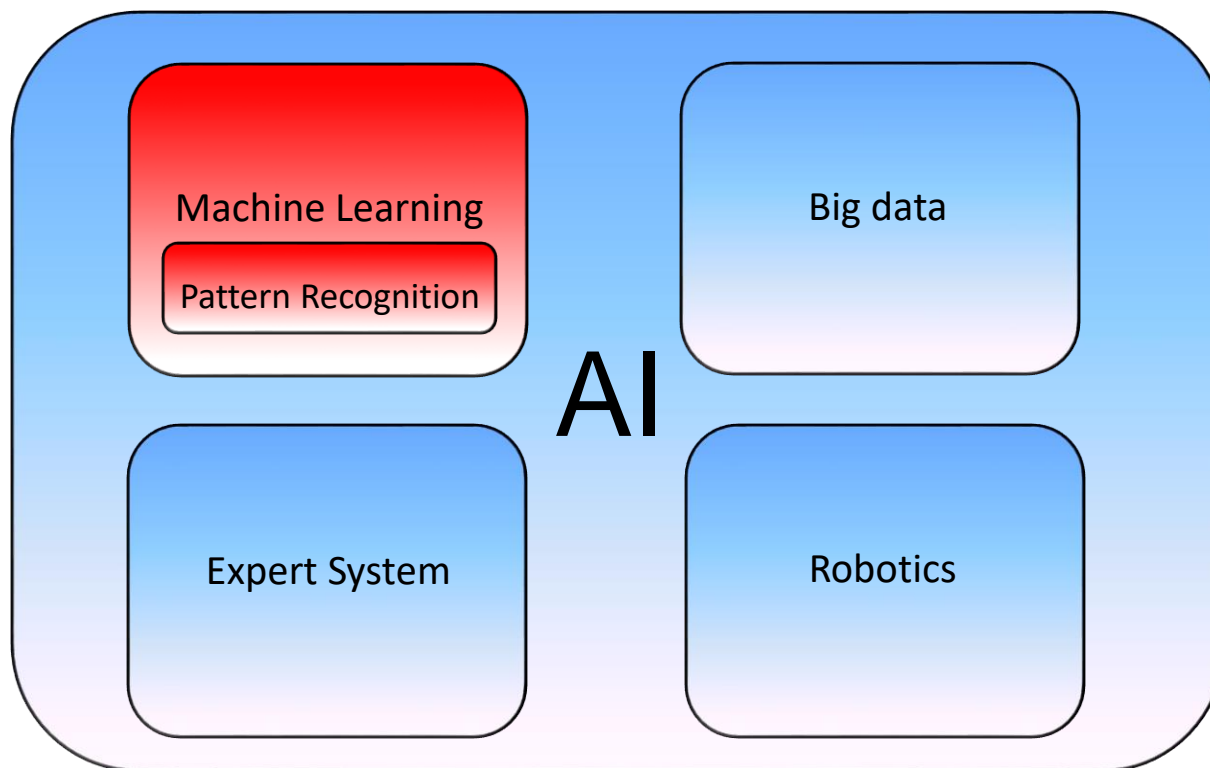
EXAMPLES OF TODAY'S APPLICATIONS



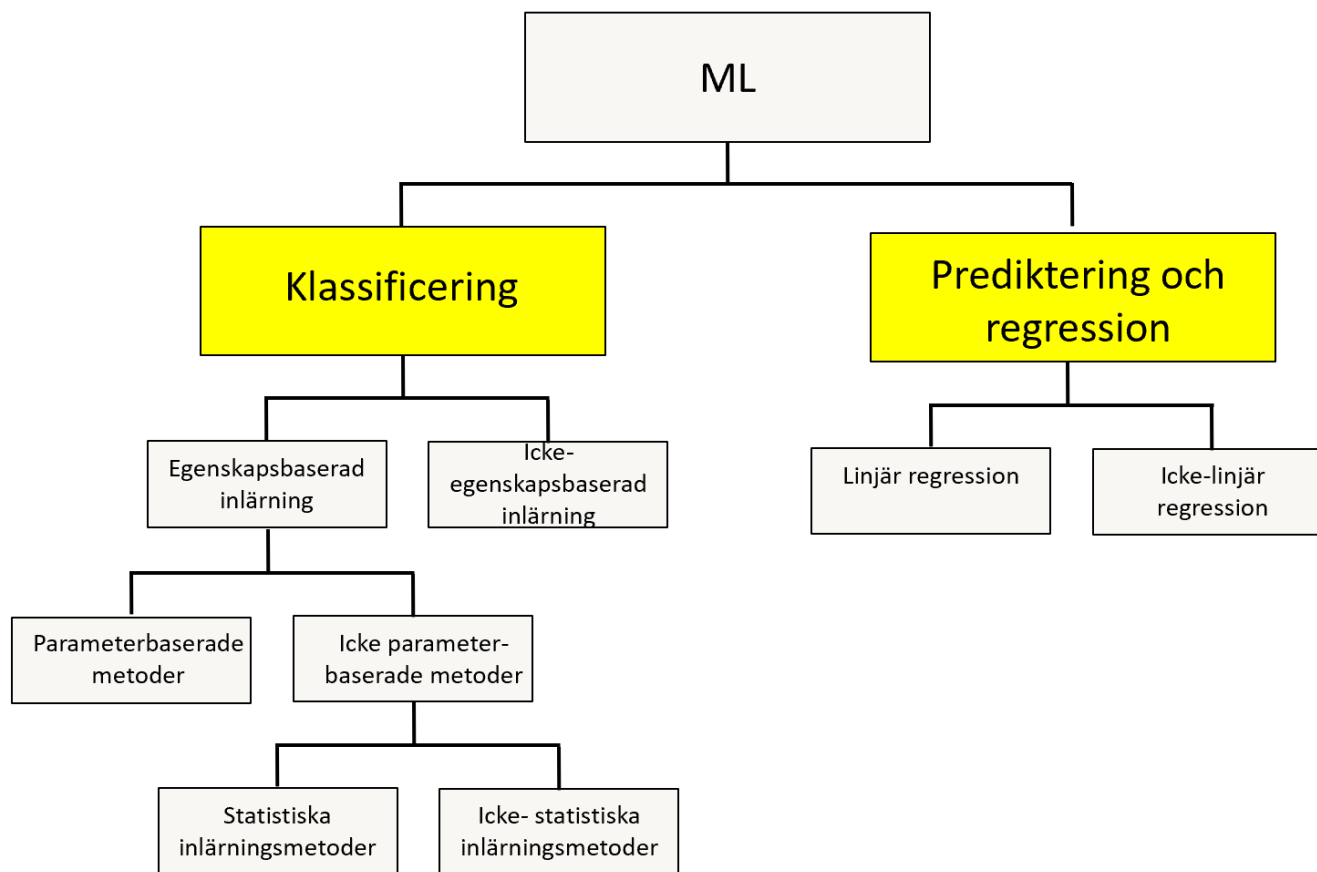
”Så hur kan det tillämpas vid analys av el?”

Val av AI lösning – Maskininlärning

Maskininlärning (ML) är en central del inom AI och avser algoritmer (mjukvara) vilka löser en specifik uppgift efter att ha blivit tränad med historiska data vilka beskriver egenskaper hos uppgiften i fråga.



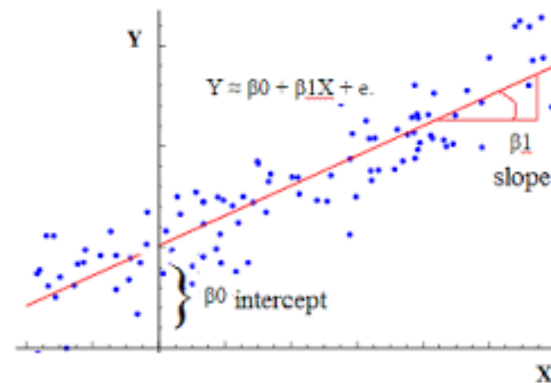
Huvudkategorier inom maskininlärning (ML)



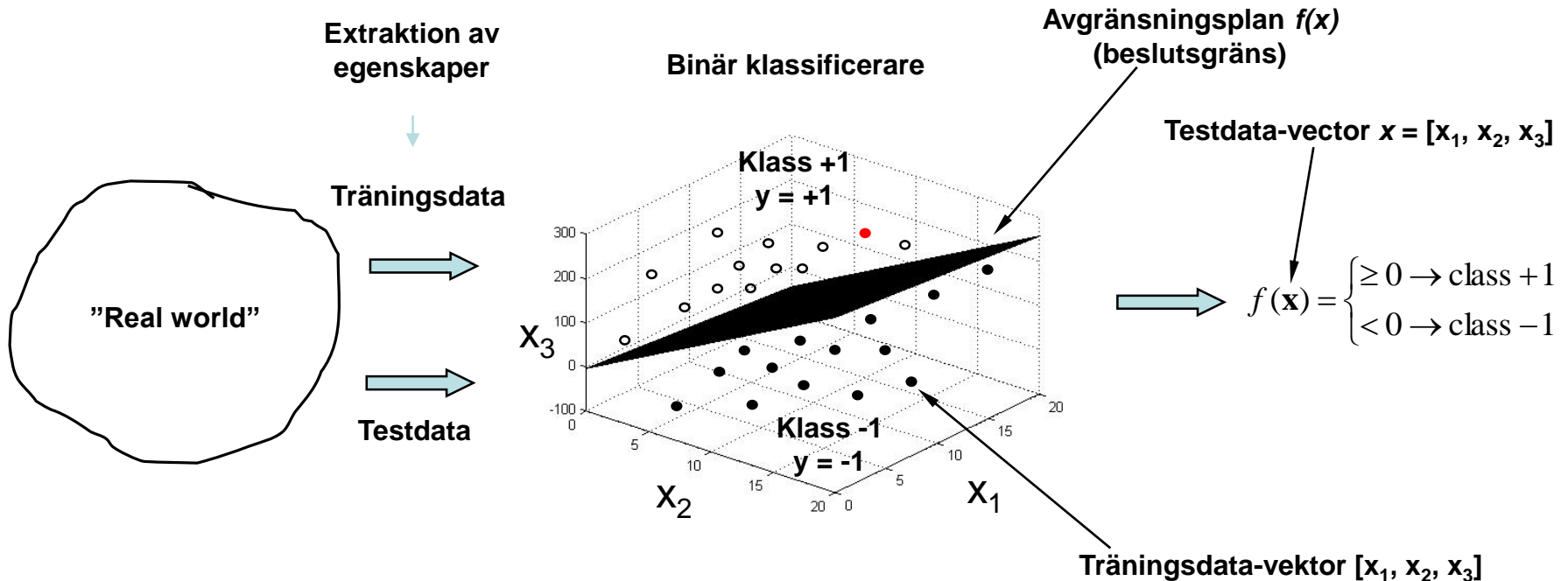
Prediktering & Regression

Prediktering är förmågan hos en ML algoritm att förutspå den mest troliga framtida utvecklingen hos ett objekt (t ex en fysikalisk storhet) baserat på historisk och prognoserad träningsdata.

Regression är förmågan hos en ML algoritm att bestämma en långsiktig trend i ett skeende (oftast en tidsserie).



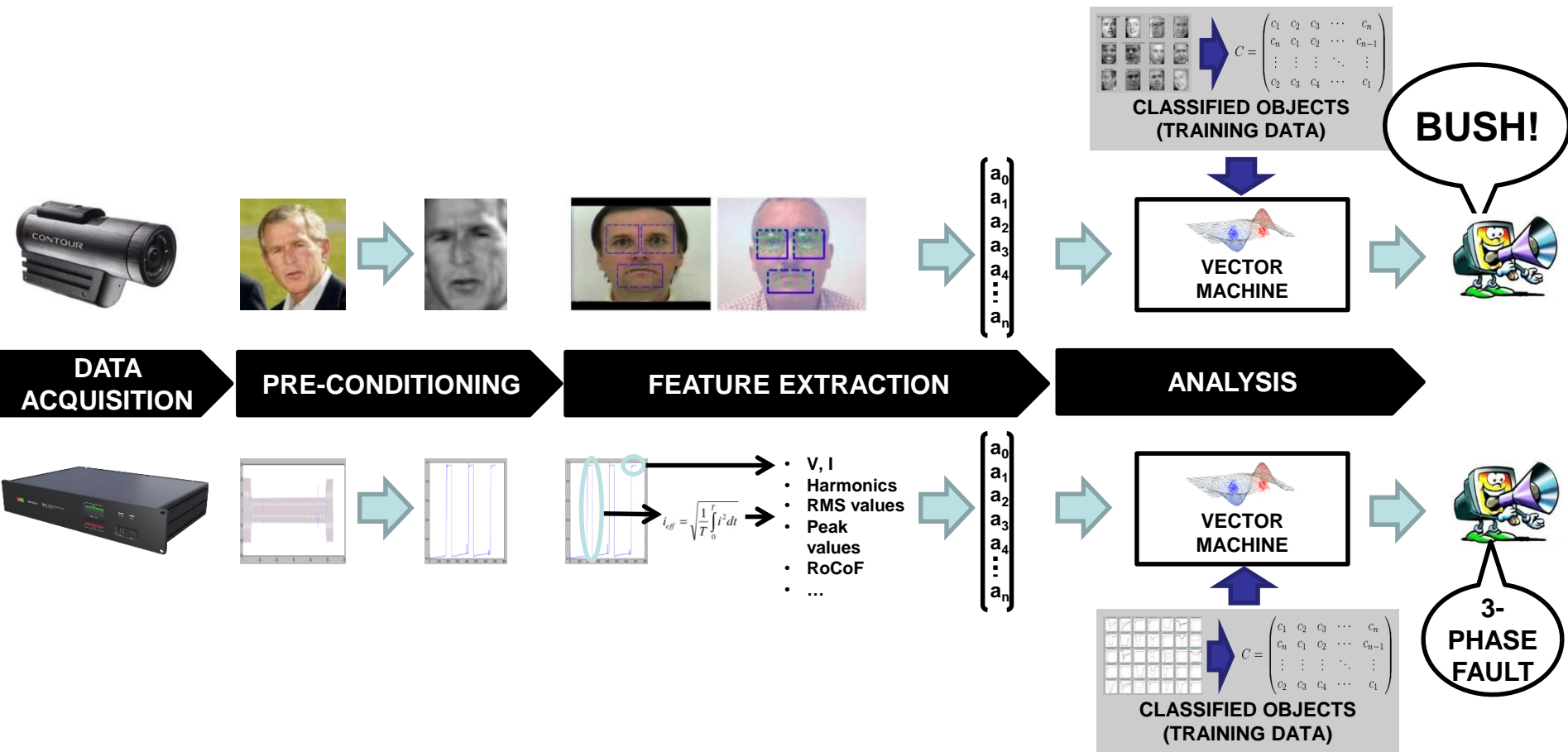
SVM (Support Vector Machine)



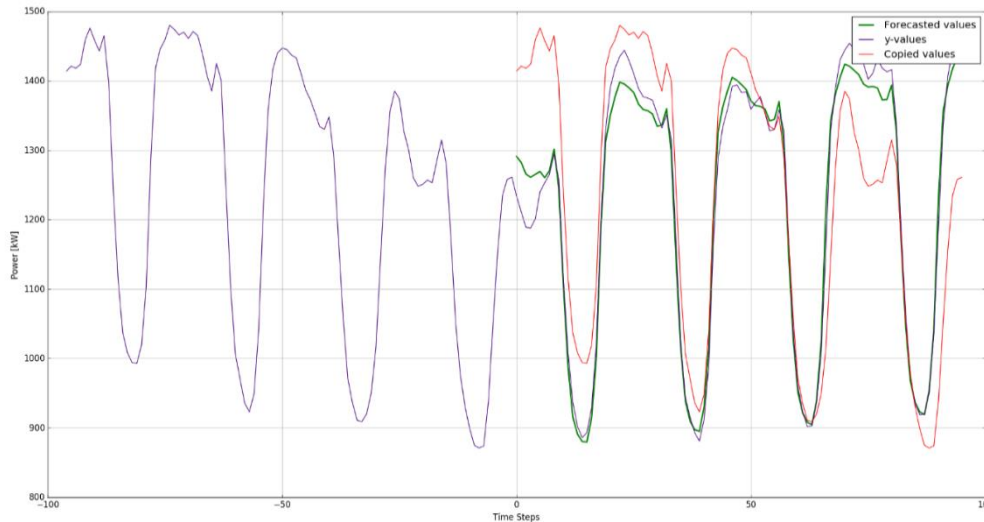
Egenskapsbaserad inlärning

Baseras på en stor mängd *träningsdata* vilka används för att träna (lära upp) en *ML algoritm (klassificerare)* vilket innebär att placera avgränsningsplanet i datarymden på ett sådant sätt att felklassificering minimeras.

4 huvudsakliga steg...



Simulering, dataanalys och verifiering

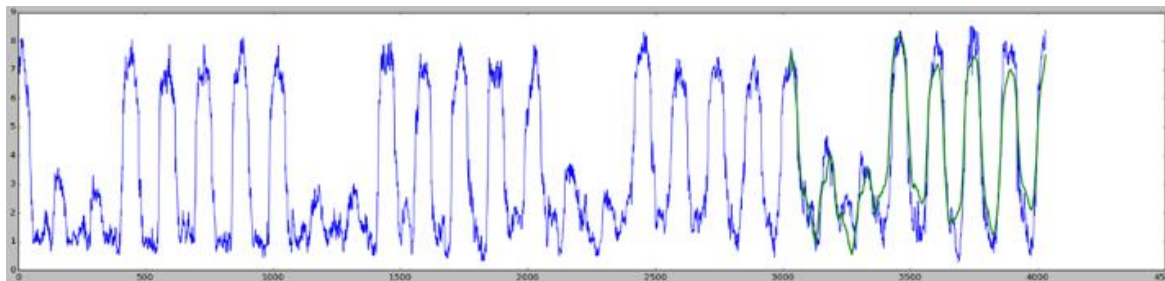


Trendanalys av spänningsvariationer (RMS)

MAPE_predicted_avg = 2.1 %

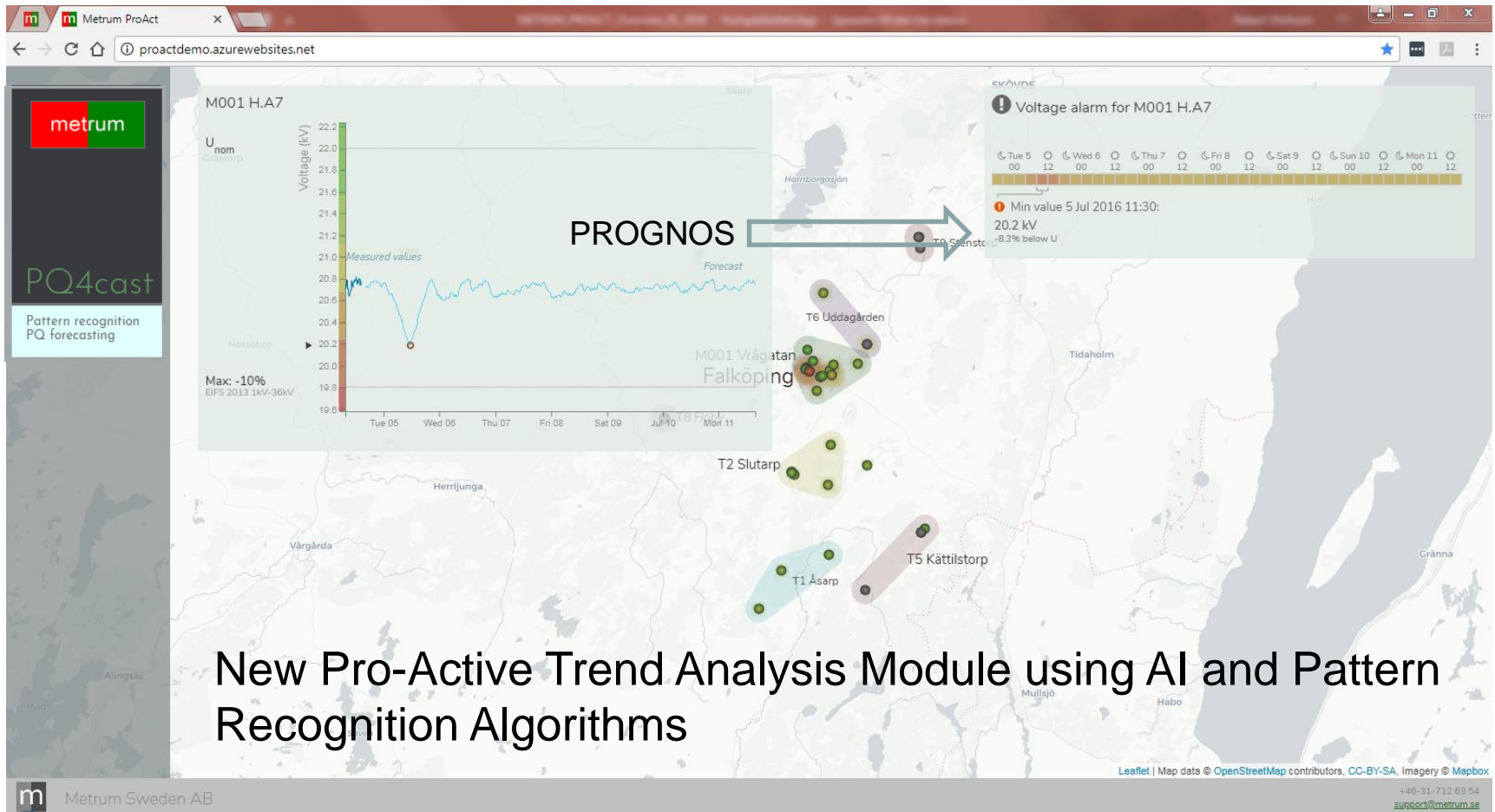
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Simuleringar, dataanalys
och verifiering av utvecklad
systemlösning (Python).



Trendanalys övertoner (5:e tonen)

PQ4cast – Ny proaktiv trendanalysmodul!



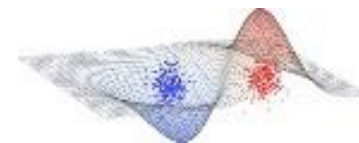
New Pro-Active Trend Analysis Module using AI and Pattern Recognition Algorithms

Automatiskt prognosystem för framtidens elnät!

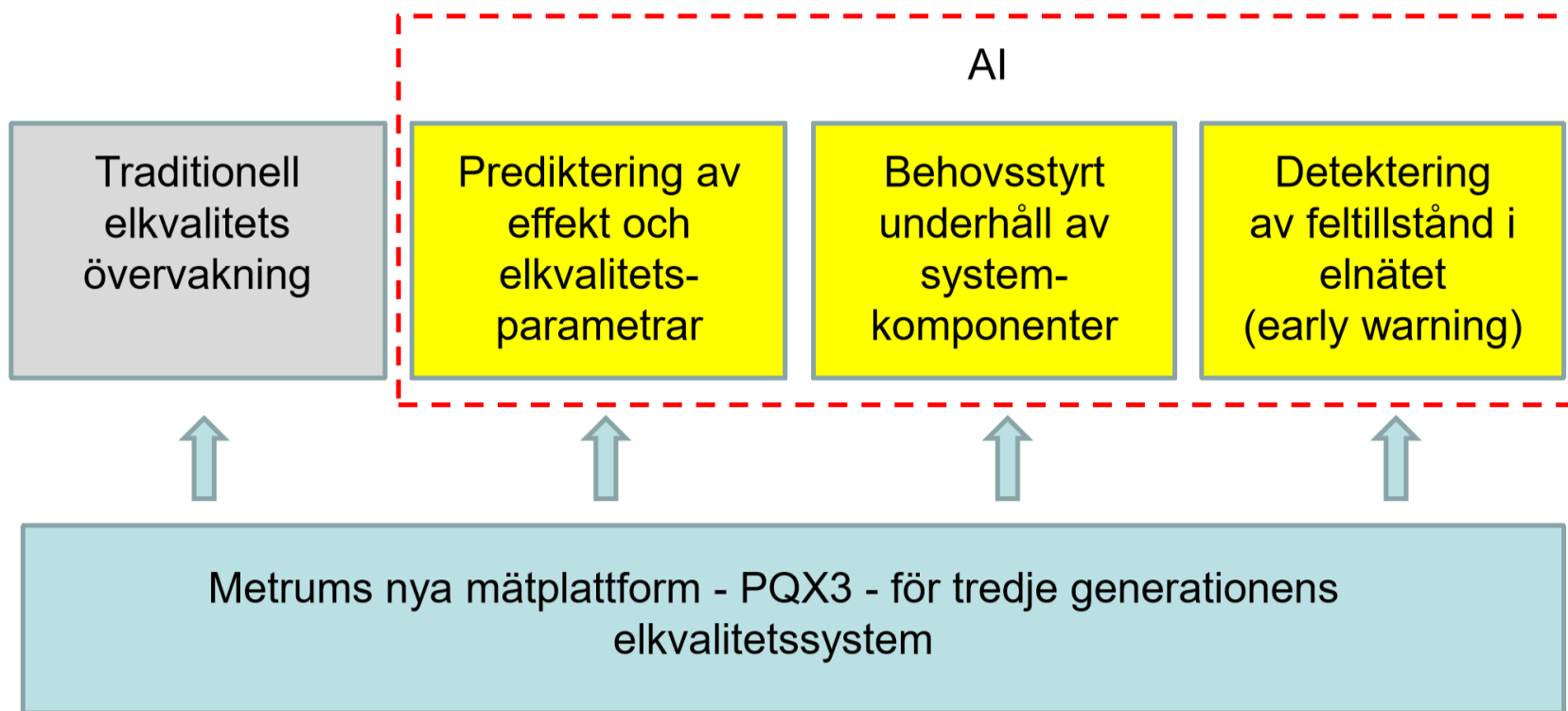
metrum

Resultat och slutsatser

- Metrum har utvecklat en proaktiv trendanalysmodul baserad på AI som möjliggör löpande prognoser
- AI-modulen kan användas i befintliga elkvalitetsmätsystem (PQMS) samt kan integreras med externa system
- Huvudanvändare är nätbolag (TSO/DSO), industri samt förnyelsebara produktionsanläggningar
- Lösningen ger en tydlig nytta i form av att prognoserna kan användas för en bättre uppföljning av trender, förebyggande planering av elnät samt för att minimera risken för kostsamma störningar och avbrott



3:e Generationens elkvalitetsinstrument (AI)



PQX3-FR



PQX3 – Generation 3 Series

Uppfyller nya krav och standarder

- ✓ Ny produktstandard elkvalitetsinstrument (**IEC 62586, PQI-A**)

Ökad integrering

- ✓ Möjliggör implementering av standardiserat globalt kommunikationsprotokoll (IEC 61850) och integrering till externa system (SCADA mfl)

Ny design, utökad prestanda & fler funktioner

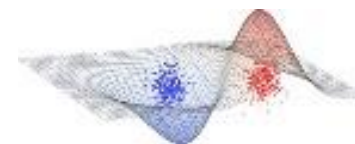
- ✓ Ny design
- ✓ Funktionalitet (Fler mätkanaler, Högre samplingsfrekvens, Större minne, USB, DI/DO)
- ✓ Redundant kommunikation (fler kommunikationsportar, +2 Ethernet)
- ✓ Förberedd för WIFI – Möjlighet att använda APPAR (konfiguration/realtidsanalys)
- ✓ Nytt OS (LINUX) – fler möjligheter
- ✓ **Förbättrad prestanda ger fler möjliga användningsområden**

Generation 3

- ✓ **Möjliggör användning av mönsterigenkänning & pro-aktiv analys (del av förebyggande underhåll)**



NMI issues first Power Quality certificate

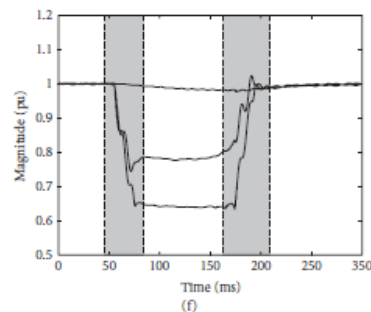
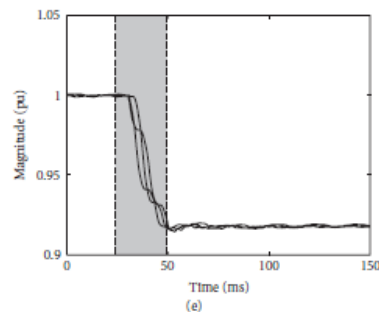
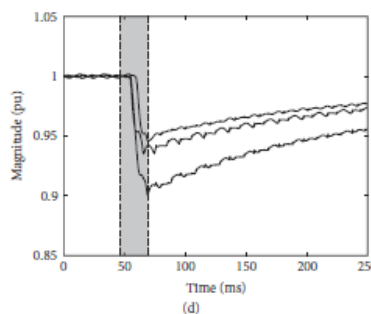
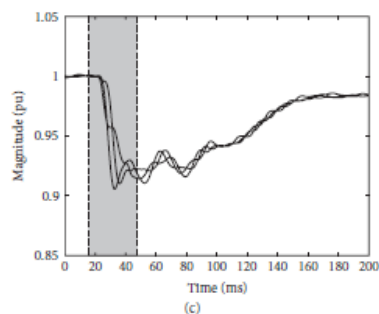
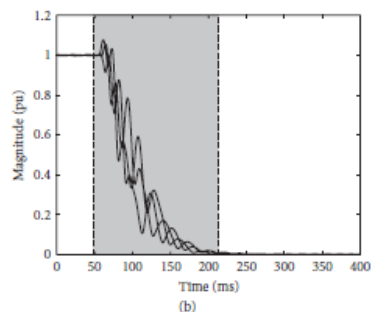
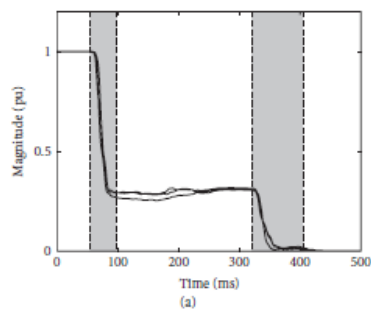


metrum

Exempel på klassificering av störningar

Instrument & System AI Solutions

FIGURE 2: RMS voltage values versus time (shadowed parts: transition segments). (a)–(f): (a) an interruption due to fault; (b) nonfault interruption; (c) induction motor starting; (d) transformer saturation; (e) step change; and (f) single stage voltage dip due to fault.



Klassificering

- Typ av störning
- Sannolik felorsak

Exempel på ML & klassificering av olika objekt

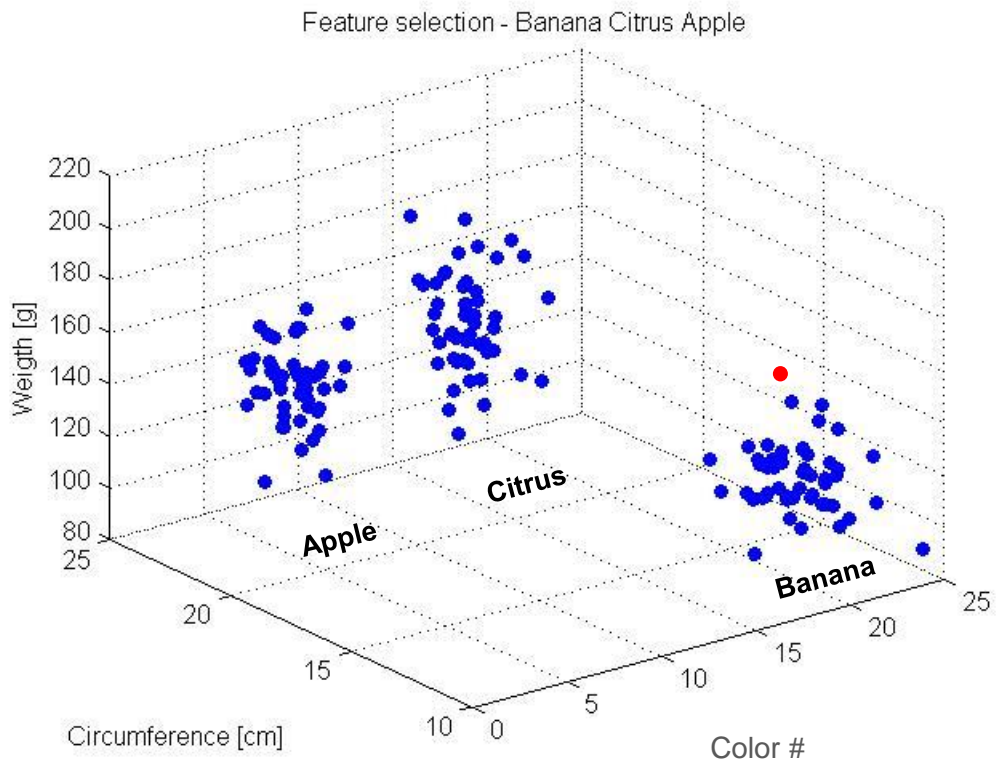
Vi önskar att vår ML-algoritm ska kunna klassificera tre olika objekt:
Banan, citron och äpple



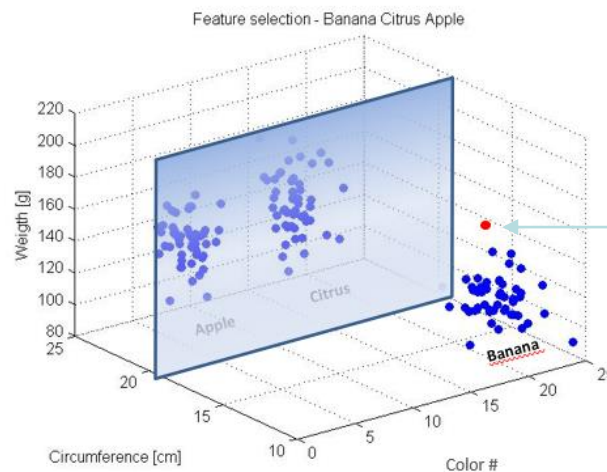
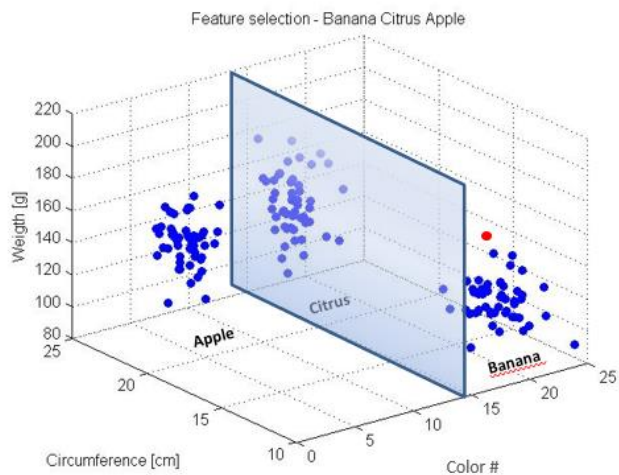
Viktigt: Att hitta typiska egenskaper hos objekten som särskiljer dessa från varandra

<u>Egenskaper</u>	<u>Banan</u>	<u>Citron</u>	<u>Äpple</u>
Vikt:	110 g	130 g	120 g
Omkrets:	12 cm	18 cm	22 cm
Färg #:	22	18	10

Träningsdata i datarymden



Avgränsningsplan & Resultat



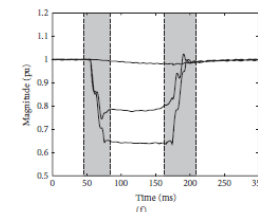
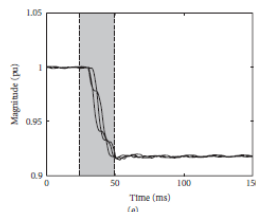
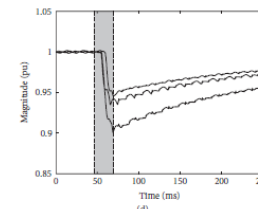
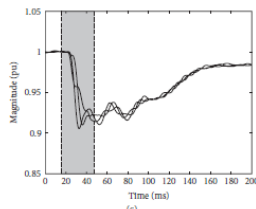
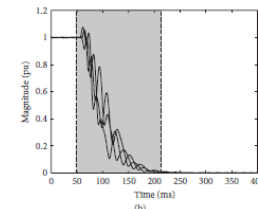
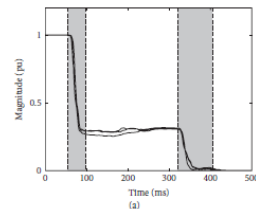
Effektiv dataanalys – endast 2 avgränsningplan krävs för att detektera att objektet är en banan

ML-algoritmen är generellt mycket snabbare, effektivare och ger ett mera noggrant resultat än motsvarande tester utförda av en traditionell programvara uppbyggd av klassiska programmeringssatser så som IF, IF ELSE osv.

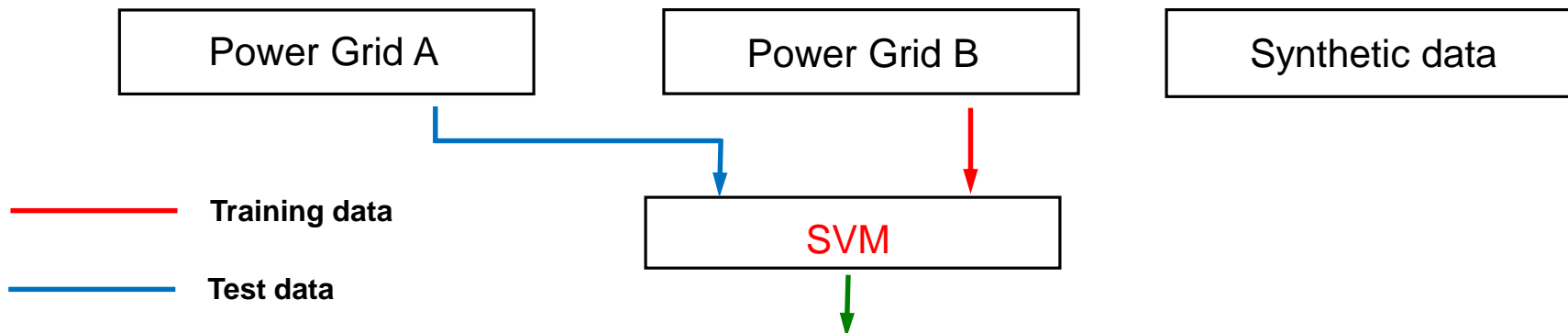
Exempel på klassificering avseende störningar

Disturbance types

Dist. Type	Disturbance type description	# of disturbances originated from Power Grid A	# of disturbances Originated from Power Grid B	# of disturbances originated from synthetic generated data
D1	One faulty phase	141	475	225
D2	Two faulty phases	181	125	225
D3	Three faulty Phases	251	196	223
D4	Two faulty phases with one phase more affected	127	67	250
D5	Transformer energizing	214	250	

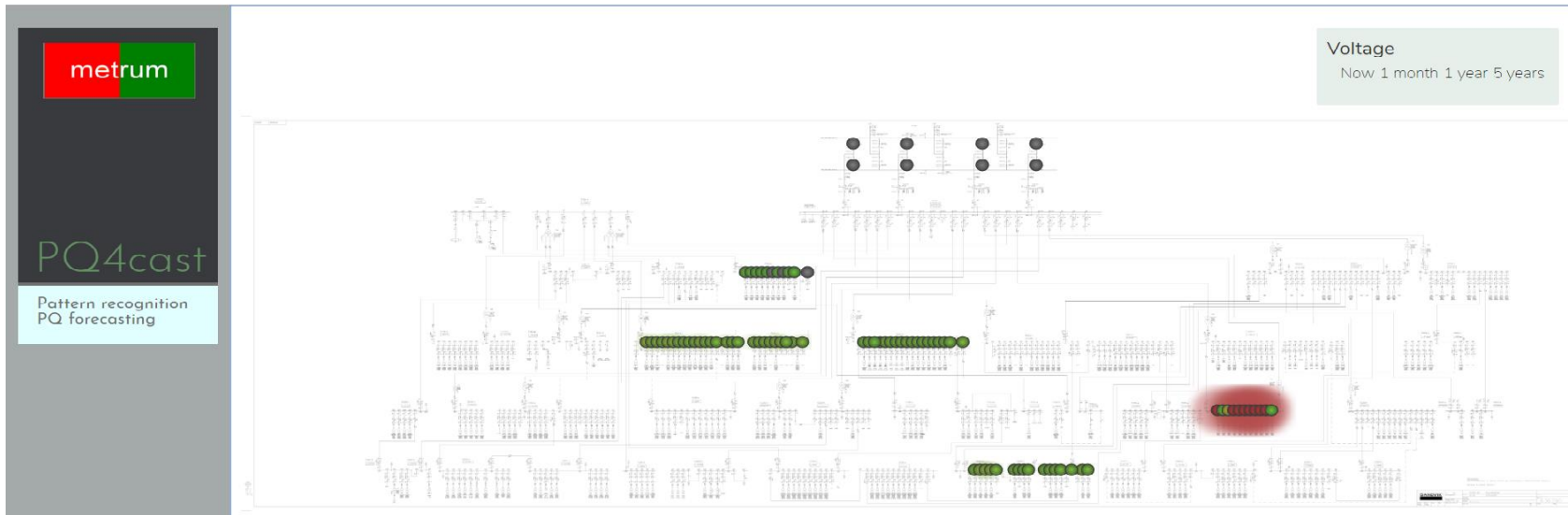


Exempel på klassificering avseende störningar



	D1	D2	D3	D4	D5	NC	Detection rate
One Phase Fault (D1)	137	0	2	1	0	1	97.2 %
Two Phase Fault (D2)	0	154	16	0	0	11	85.1 %
Three Phase Fault (D3)	10	1	232	0	0	8	92.4 %
Two faulty phases with one phase more affected (D4)	4	1	1	121	1	0	95.2 %
Overall detection rate: 92.5 %							

PQ4cast – Uppdaterad lösning för industrin!



- Inklusive enlinje-scheman (möjlig kontroll från mottagningspunkter och ner till enskilda gruppcentraler/maskinnivåer)
- Inkluderar prognoser för både aktiv & reaktiv effekt

Automatiskt prognosystem för framtidens elnät!

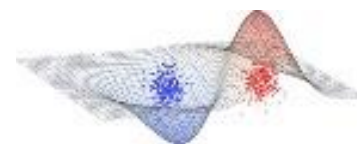
metrum

ACES – Adaptiv kontroll av energilager (AI)



The Adaptive Control of Energy Storage (ACES) project develops and demonstrates adaptive optimisation of battery energy storage services, using *Artificial Intelligence* algorithms.

Combining AI with advanced battery health and power quality monitoring, new business models and innovative billing solutions, the ACES project aims to trigger wide-scale deployment in power grids, a critical success factor for the renewable energy transition.



www.acesproject.eu

metrum

Tack för visat intresse!

- **Robert Olofsson:**
- **Mobil:0707-778540**
- **Email: ro@metrum.se**

Amrish Kubavat
Mobil:0766-451183
Email: ak@metrum.se