

Vindkraft och ML

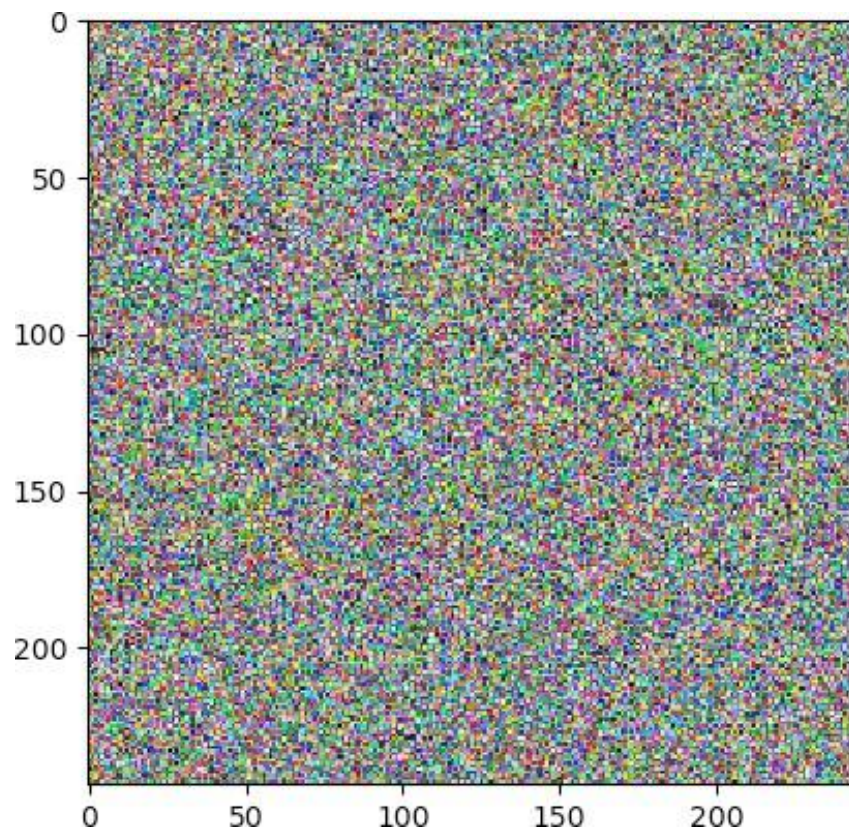
- hur kan vindkraft dra nytta av ML

AI och ML

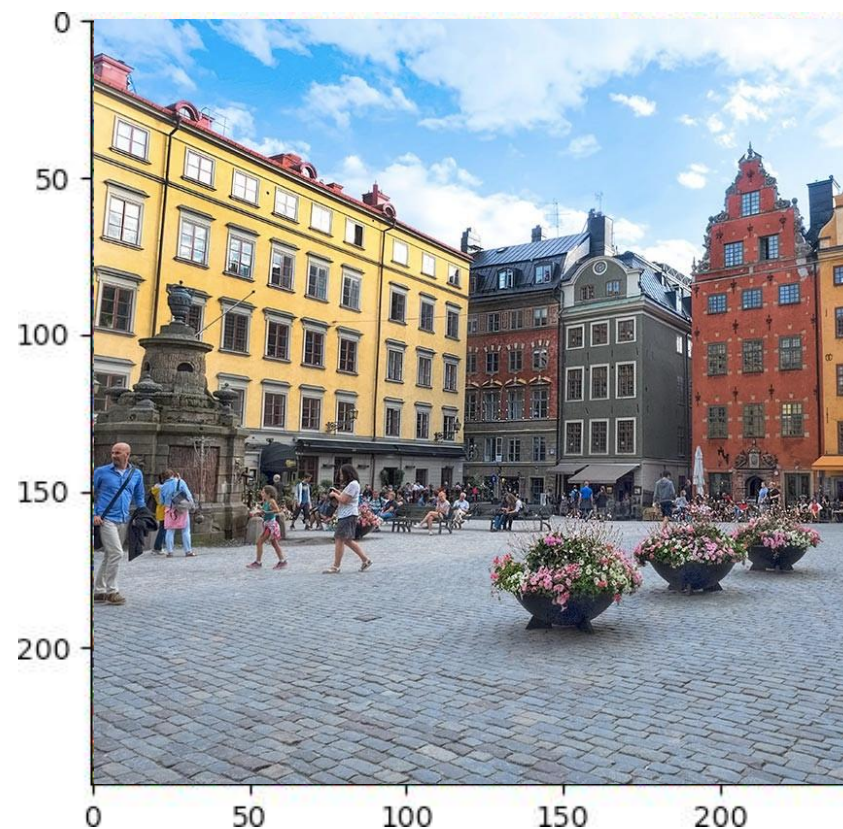
- **Intelligens:** förmågan att utnyttja kunskap för att bättre lösa en klass av uppgifter
- **Lärande:** förmågan att förbättra sin förmåga att lösa uppgifterna
- Datorprogram skrivs vanligtvis som en lista av instruktioner som en dator ska utföra. Programmet är representationen (koden) av en algoritm.
- **Klassisk AI:** Människor skriver ett program P som systematiskt delar upp problemet och bygger ihop en lösning. Exempel: schack, expertsystem.
Ansats: koda mänsklig kunskap och resonerade.
- **Machine Learning** - maskininlärning - är *ett annat sätt att programmera* datorer. ML-algoritmer använder träningsdata för att *förbättra* ett annat program P som skall utföra uppgiften. Ansats: ge exempel och låt en ML-algoritm hitta ett bra P.
- ML utgår från träningsdata insamlad i förväg, eller skapar mer data efterhand, för att förbättra P (exempel: Reinforcement Learning).

Ett sätt att se på ML: Glesa (sparse) representationer

Nästan alla bilder ser ut så här:



Nästan inga bilder ser ut så här:



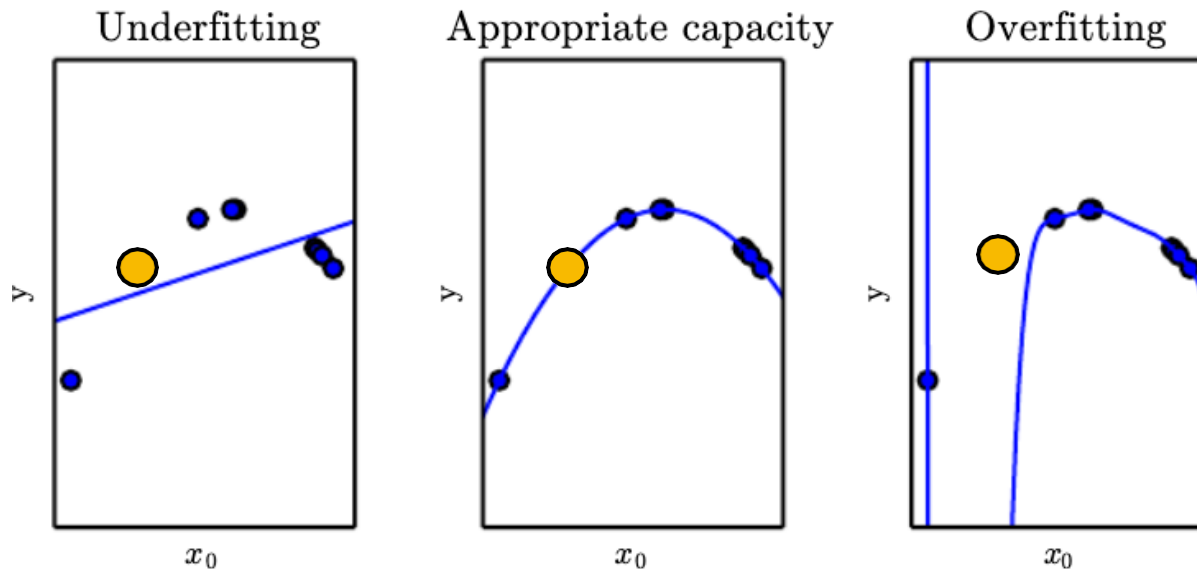
$\{3, 21, 49\}$

Ta en komplex, mångdimensionell representation av världen, och plocka ut en **liten representation** som fångar de relevanta skillnaderna mellan exempel i träningsdatat. Gärna “unsupervised”, dvs utan människo-annoterat data.

Generalisering: att undvika överanpassning när modellerna har miljontals parametrar

Sambandet mellan datat och den kompakta representationen kan vara kraftigt icke-linjärt, och generella program P som går att träna behöver miljontals parametrar.

Det har setts som dåligt - anti-Occam - att ha många parametrar.



Goodfellow

(2016)

Men det finns andra sätt att undvika överanpassning än att begränsa antalet parametrar! Så vi kan använda överparametriserade modeller som program.

Generalisering

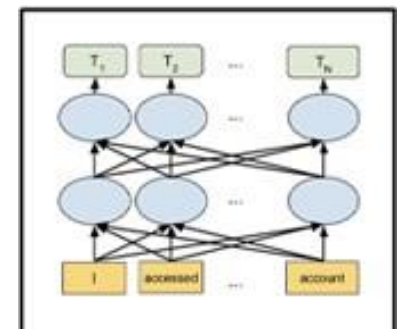
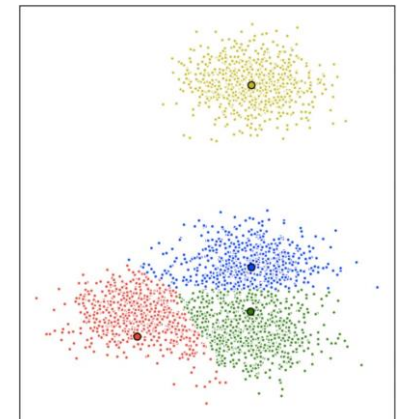
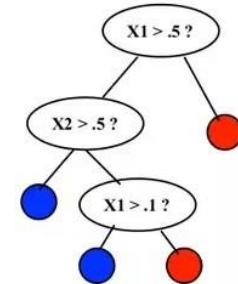
- ML-målet är att få bra förmåga att lösa *alla uppgifter i problemklassen*, inte bara lära sig uppgifterna som förekommer i tränings-datat.
- För att undvika överträning så tränar man på en datamängd, men använder en annan mängd för att avgöra om programmet blivit generellt bättre.
- Ofta tränar man på en annan uppgift än måluppgiften. Träningsuppgiften kan tex vara enklare att bedöma numeriskt.

Några exempel på ML-algoritmer

Algoritmen

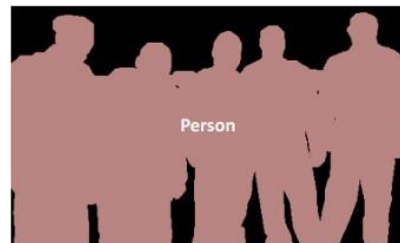
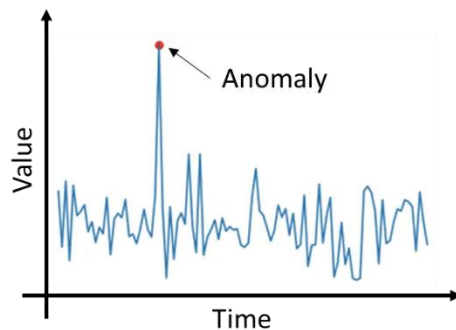
*drar kandidater till bättre P ur en klass på något sätt, och
accepterar kandidaten på något sätt.*

- **Random Forest** tränas med bootstrap sampling
- **K-means** tränas med EM
- **Deep Learning** tränas med SGD

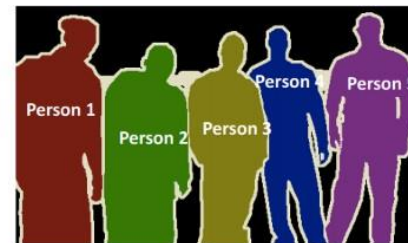


Några exempel på uppgifter för AI som kan programmeras med ML

- **Klassificering** (labeling, anomaly detection)
- **Vision** (instance segmentation, positionering)
- **Språk-modeller** (joint probability för ord-sekvenser)
- **Generering** (av tidsserier, bilder, text)
- **Styrning** (spel, fordon, industri-process)



Semantic Segmentation



Instance Segmentation

Några exempel på uppgifter för vindkrafts-AI

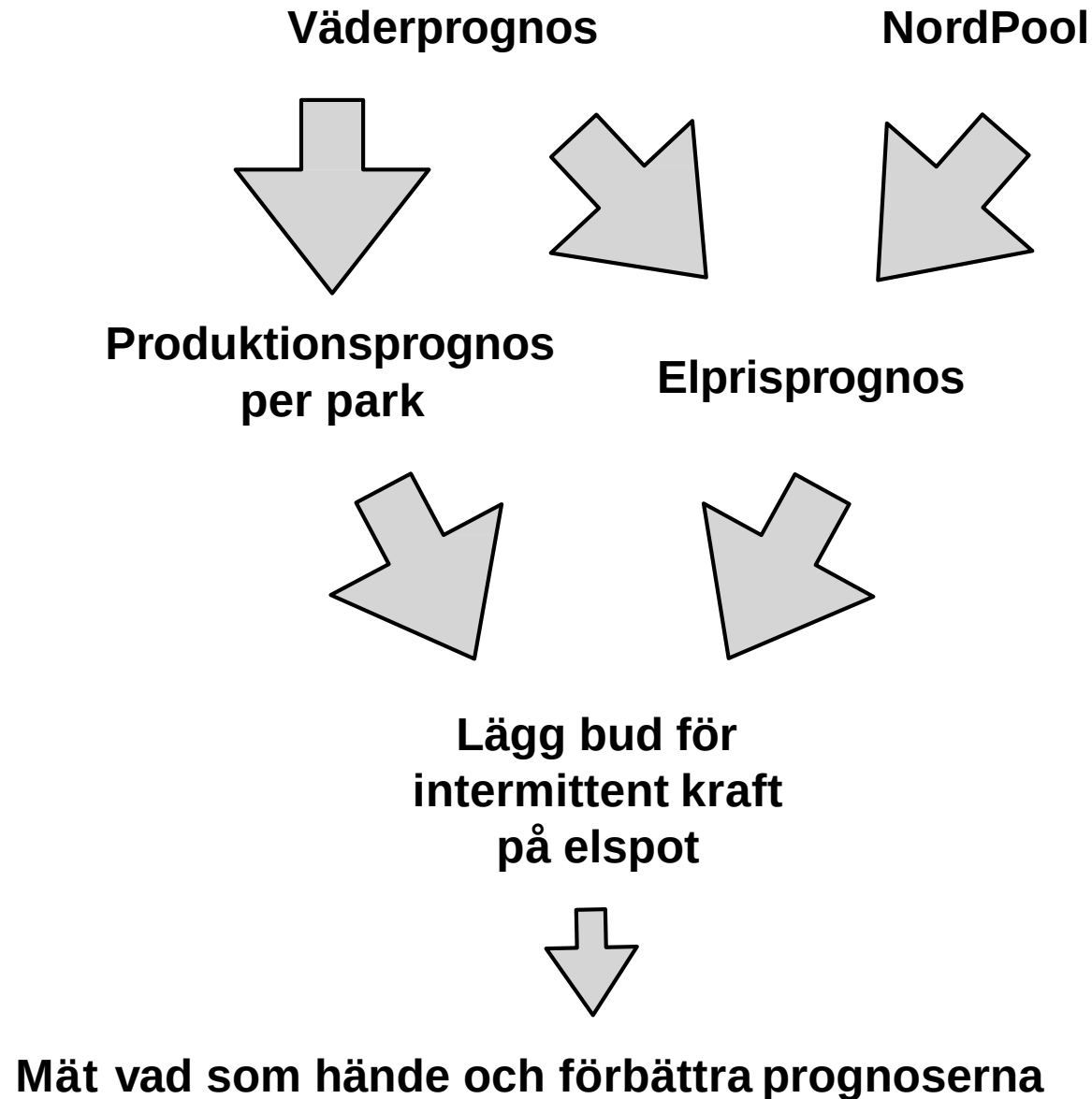
- Förutsäga
 - vindkraftsproduktion
 - servicebehov
- Upptäcka
 - förslitning (kullager, kugghjul, turbinblad, torn, ...)
- Klassificera/tolka
 - mätkurvor (vibrationer, ström)
- Styra
 - optimera produktion minus driftkostnader
 - lagra eller leverera elkraft
- Elhandel
 - lägg elmarknadsbud som tar hänsyn till förväntad produktion och marknadspriser

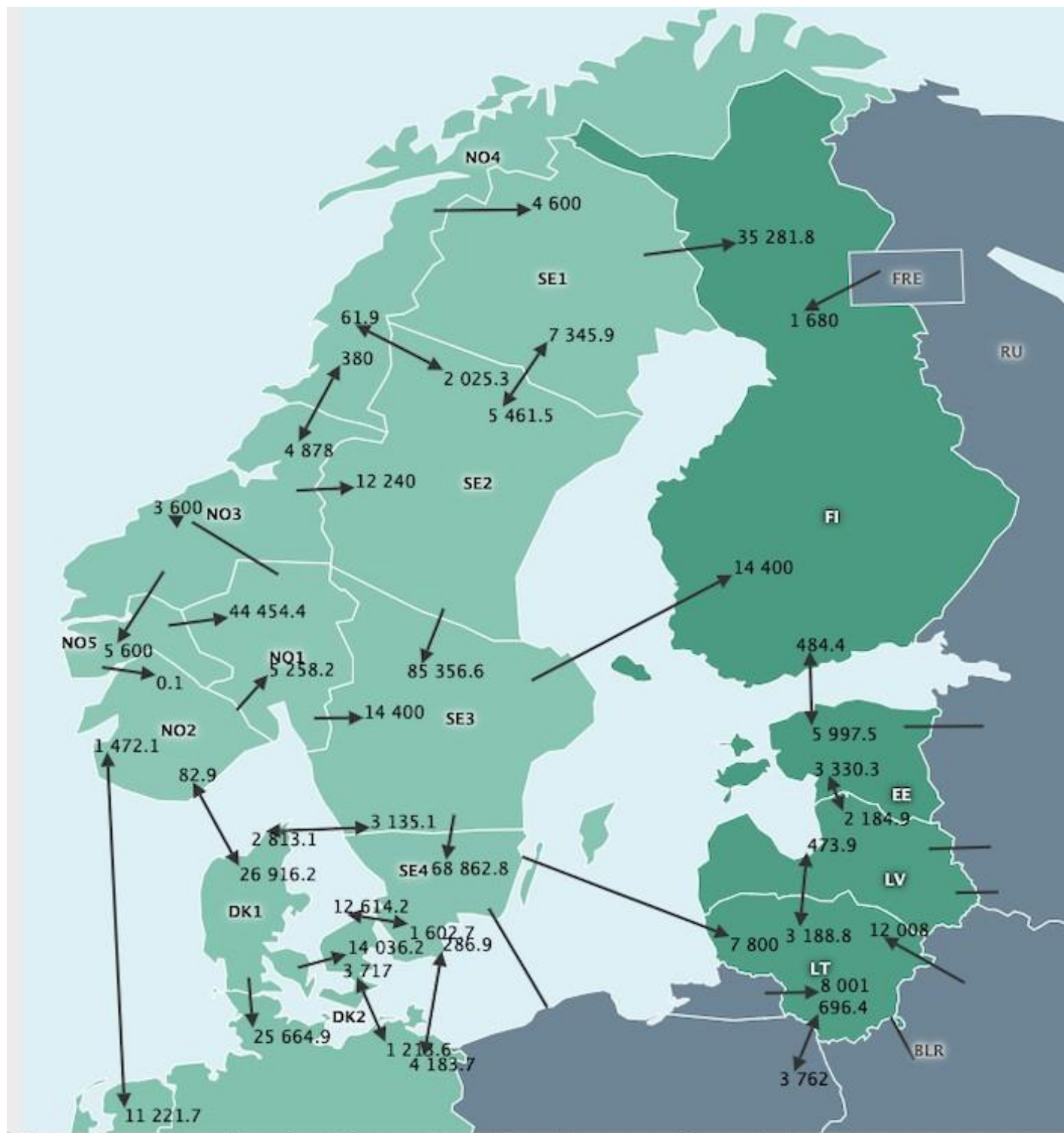


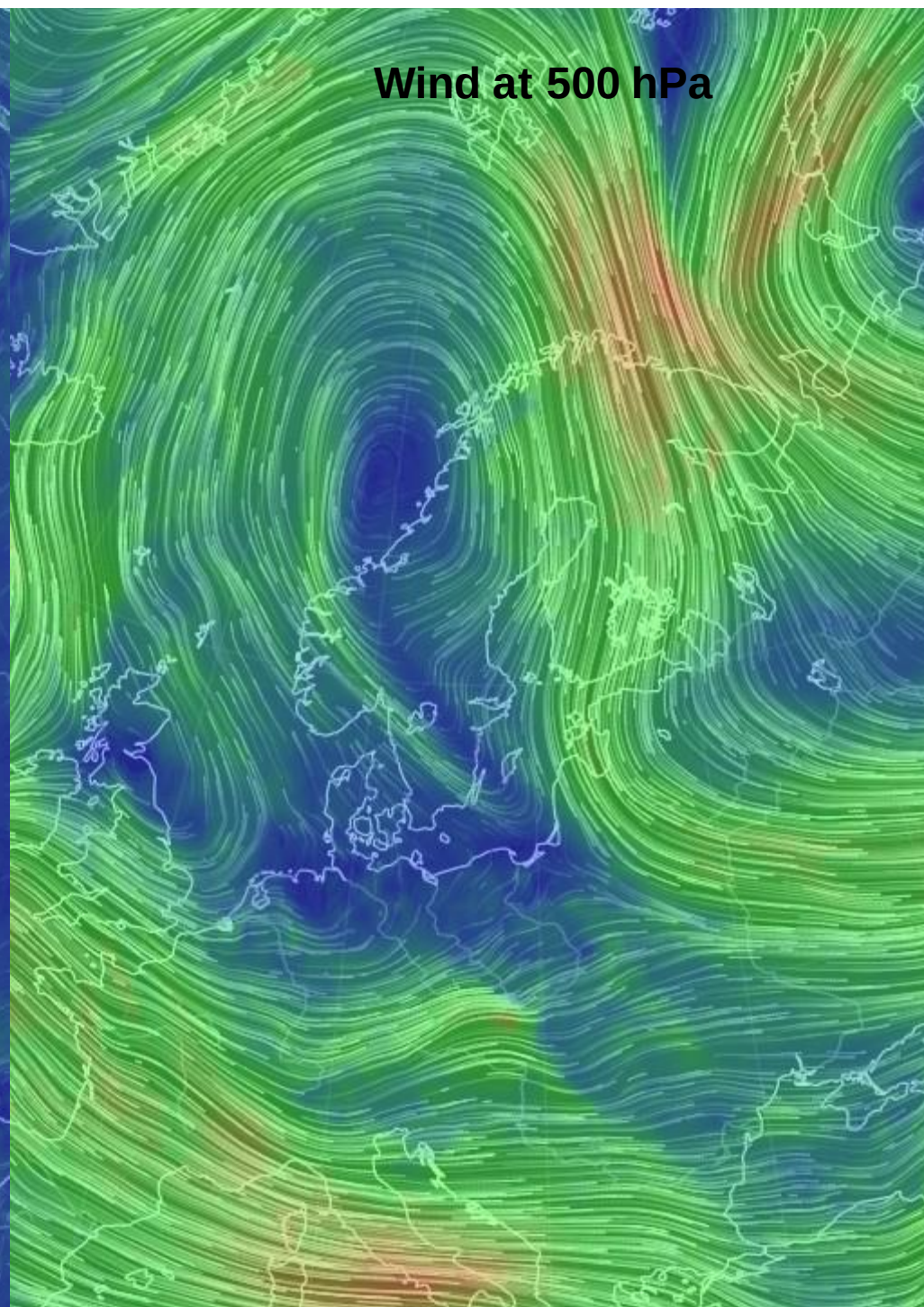
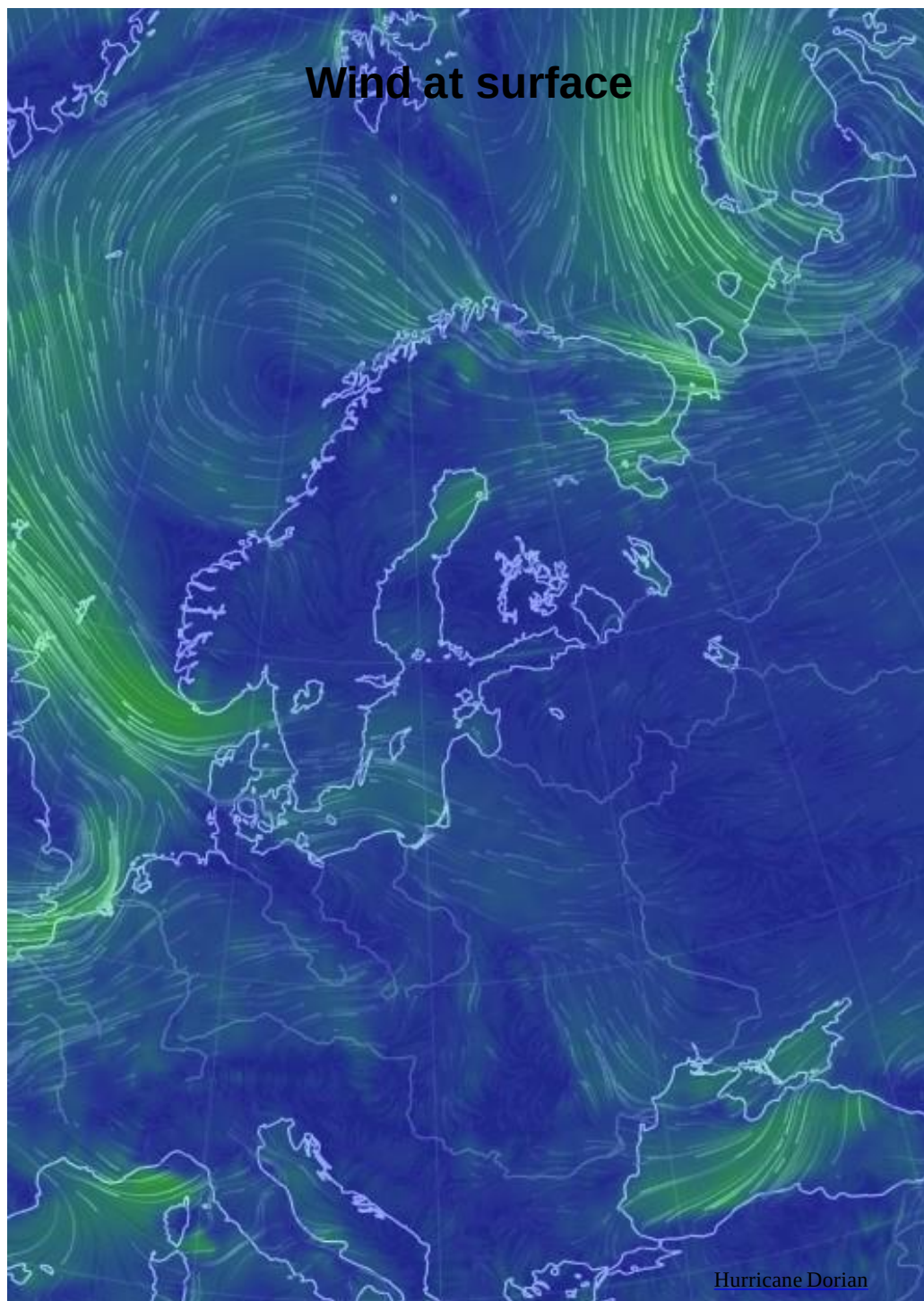
Träna ML modeller på data från ML-modeller

- Väderdatat vid produktionsprognoser är inte det sanna vädret, utan kommer från en annan prognos, vilket är riskabelt.
- Om prognosmakarna byter metod så måste ML-modellen tränas om. Prognosdatat kan innehålla prognoser som genererats från olika modeller.
- En tydligare modell för hur osäkerheten i prognosen behövs.

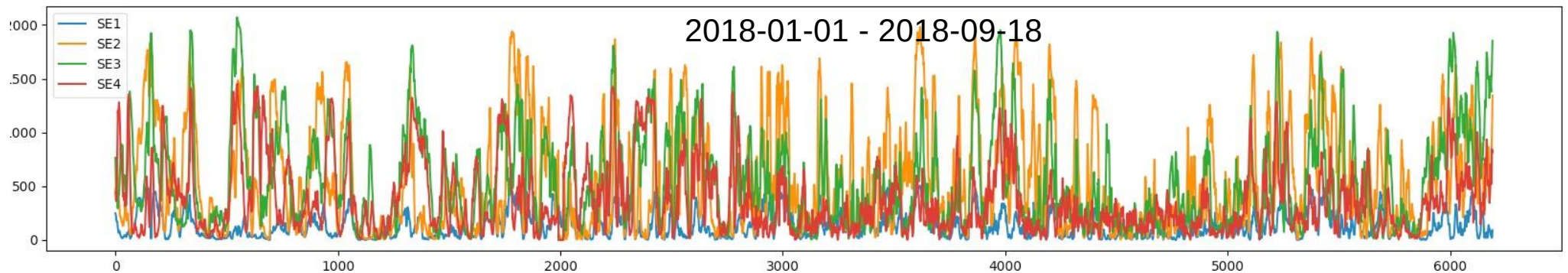
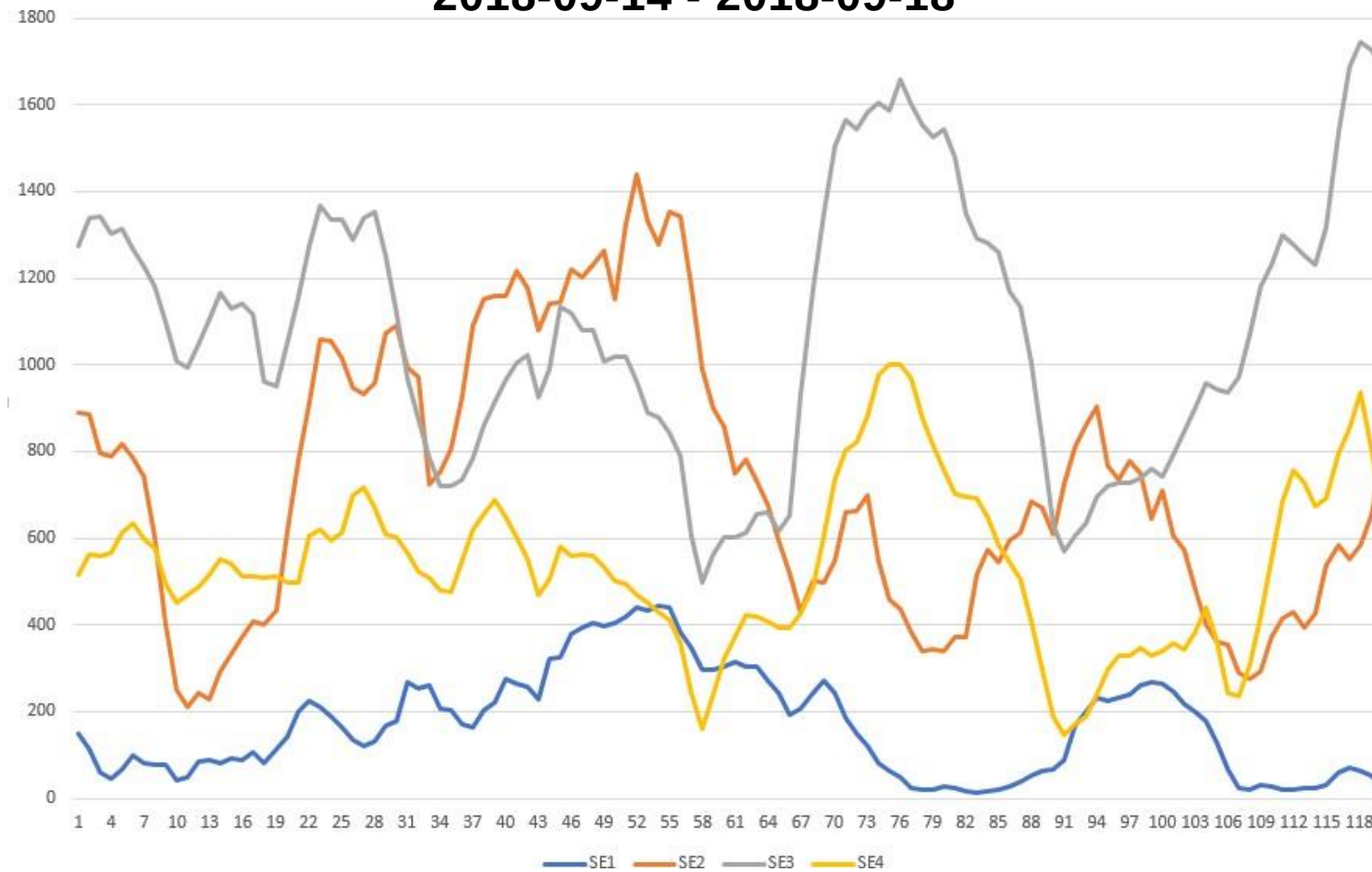
VindEL







Traded=produced Wind power 2018-09-14 - 2018-09-18



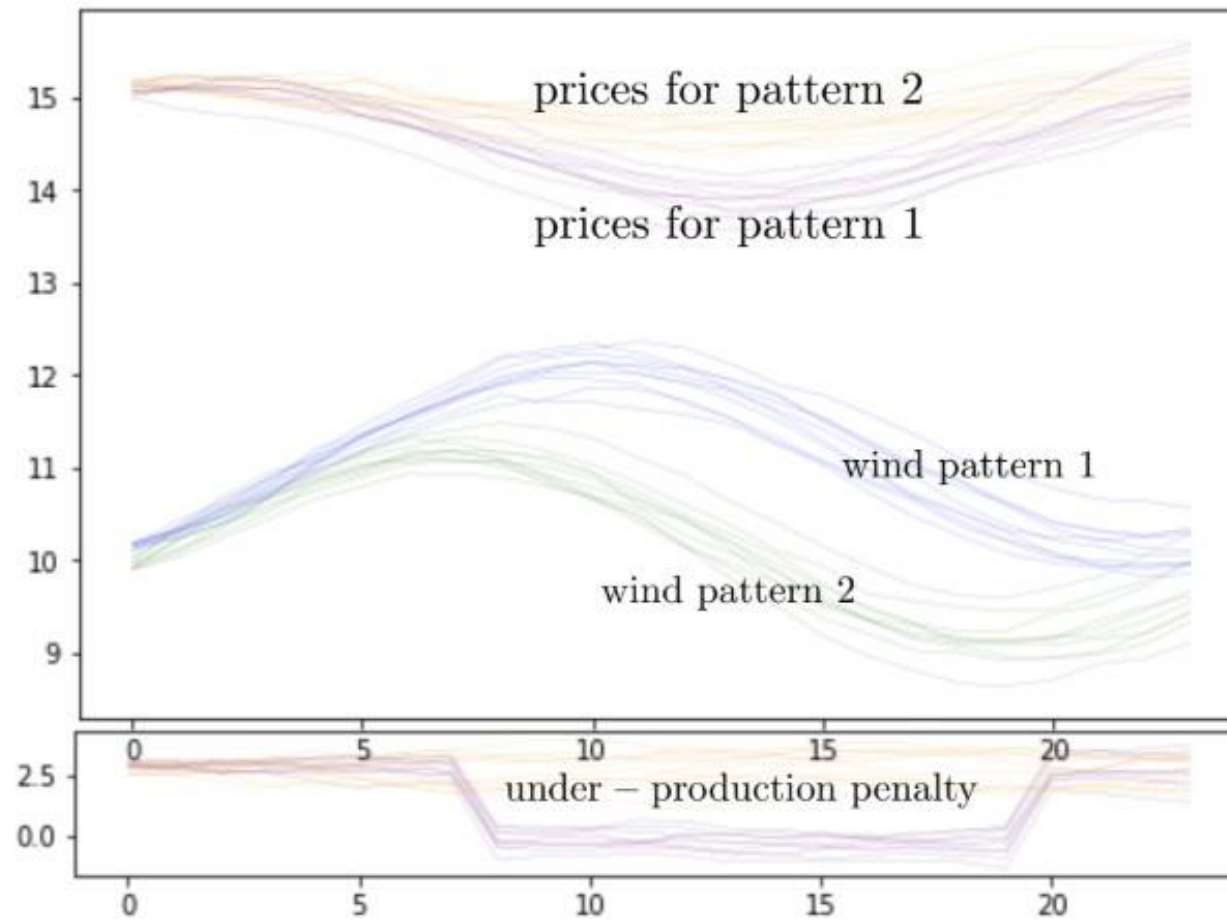
Profit in one day

$$\begin{aligned}\text{Profit} = & \sum_{t=1}^{24} \text{pow}_t \cdot \text{price}_t \\ & - \text{penalty1}_t \cdot \max(0, \text{pow}_t - \text{bid}_t) \\ & - \text{penalty2}_t \cdot \max(0, \text{bid}_t - \text{pow}_t)\end{aligned}$$

Stochastic variables

Controlled by us

Scenarios



Sammanfattning

- ML kan ta fram program som hittar mönster i stora mängder av mångdimensionell data, tex driftloggar, tidsserier, bilder.
- Svårigheter:
 - Vindkraftproduktion är ett distribuerat system som påverkas både av väder och av osäkra prognoser.
 - Många relevanta variabler (tex serviceavbrott) är idag icke-observerbara i datat.
- Möjligheter:
 - Upptäckta mönster kan ge en mer effektiv och automatisk styrning och drift.
 - Information om ett kraftverk kan ge information om andra kraftverk. Med rätt modell P kan de lära av varann.
 - Vi hoppas att datorstöd för analys och drift av vindkraftverk kan underlätta för fler aktörer att delta, och underlätta balanseringen.