

Energimyndighetens titel på projektet – svenska <b>Nytt prognosstöd för effektiv drift av elnät</b>	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska <b>New prediction services to enable resource efficient grids</b>	
Ev. Energimyndighetens program <b>SampEl</b>	Tidplan <b>2017-08-15 till 2020-02-29</b>
Total projektkostnad <b>5 917 199 kr</b>	Energimyndighetens andel av kostnaden i %/kr <b>2 313 168 (39%)</b>
Ev. rapporttitel hos stödmottagaren <b>Slutrapport: Nytt prognosstöd för effektiv drift av elnät</b>	Ev. rapportnr hos stödmottagaren
Universitet/högskola/företag <b>Expektra AB</b>	Avdelning/institution
Adress <b>Vendevägen 87</b>	Organisationsnummer <b>556818-0292</b>
Namn och e-post - projektledare <b>Niclas Ehn niclas.ehn@expektra.se</b>	
Namn och e-post – Huvudförfattare/ medförfattare/projektdeltagare/doktorander <b>Per Åslund per.aslund@expektra.se, Niclas Ehn niclas.ehn@expektra.se</b>	
Nyckelord: 5-7 st <b>Elnät, maskininlärning, ANN, prognoser, flexibilitet, effektbehov, kapacitetsbegränsning</b>	

## Sammanfattning

Expektra har i projektet inventerat och identifierat behovet av prediktionsstöd för effektivare drift av elnätet. Kapacitetsutmaningar i elnätet ställer delvis nya krav på prognoser i syfte att kunna agera proaktivt och avhjälpa dessa. Utifrån detta har två primära områden valts ut för etablering av en prototyp som genererar kortsiktiga prognoser av flöden i elnätet. Det avser optimering av abonnemang mot överliggande nät och aktivering av flexibla resurser i elnätet. Inom ramen för prototypen har även maskininlärningsalgoritmer vidareutvecklats i samarbete med KTH. Prototypen har testats av deltagande nätbolag, Nacka Energi och Vattenfall Eldistribution, där affärsvärdet har värderats. Projektet har resulterat i 2 vetenskapliga publikationer samt en öppen workshop där resultatet presenterats.

## Summary

In the project, Expektra has analysed and identified the need for prediction support for more efficient operation of the electricity grid. Capacity challenges in the electricity grid place new demands on forecasts to be able to act proactively and resolve these. Based on this, two primary areas have been selected for the establishment of a prototype that generates short-term forecasts of flows in the electricity grid. This refers to the optimization of subscriptions to overhead grid and the activation of flexible resources in the grid. Within the framework of the

prototype, machine learning algorithms have also been further developed in collaboration with KTH. The prototype has been tested by participating grid companies, Nacka Energi and Vattenfall Eldistribution, where the business value has been valued. The project has resulted in 2 scientific publications and an open workshop where the results have been presented.

## Inledning

Med nya krav på resurseffektiv drift av elnäten ökar behovet av prognosstöd för nätägare. Detta är ett relativt utforskat område och en typ av kortsiktiga prognoser på laster i elnätet saknas i stor utsträckning idag. Många elnät upplever redan idag problem att begära utökad kapacitet från överliggande nät, något man tror kommer att bli allt vanligare framöver. För att veta när och hur mycket extra kapacitet som kommer att behövas har nätägarna behov av prognoser på last och ev produktion i elnätet.

Detta projekt har inventerat och verifierat nätbolagets behov av prediktionsstöd till hjälp för effektivare nätverksamhet. Det övergripande målet med projektet var kunskaps-, metod- och prototyputveckling inom området för prediktion av energi- och effektbehov med hjälp av maskininläring. Målet har varit att ta fram prognosverktyg som levererar kvalitativa prognoser som bidrar till effektivare drift av elnätet. Projektet har genomförts i samverkan mellan Expektra AB som huvudman tillsammans med Vattenfall Eldistribution, Nacka Energi, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Sjögerstads Elektriska Distributionsförening och Ale El Ekonomisk förening.

## Huvudresultat

En viktig slutsats från detta projekt var att det krävs realtidsvärden från mätvärdesystem för att ge relevanta prognoser för känsliga punkter närmaste 1-48 timmar. Vidare har det saknats resurser och tid för att implementera, testa och utvärdera de nya algoritmer inom maskininläring som tillkommit inom projektets metod-del.

Med anledning av detta har en ansökan om ett ytterligare projekt, Nya och förbättrade prognosstöd för elnätsbolag Projektnummer 40275-3, skickats in och beviljats. Här skall de mest intressanta behoven för tillägg inkluderas.

## Måluppfyllelse

Första delmålet med detta projekt var att kartlägga behovet av kortsiktiga prognoser inom elnätsdriften. Inledningsvis identifierades ett antal möjliga tillämpningar som bedömdes som intressanta. Två av dessa, optimering av abonnemang mot överliggande nät, samt aktivering av flexibla resurser valdes i samråd med nätägare ut att gå vidare med. Nästa delmål var att etablera en prototyp som består av ett antal moduler för datainhämtning, automatiserad strukturering, prognosmotor samt rapportering. Prototypen använder maskininlärningsmetoder och genererar timupplösta prognoser varje timme för en tidsperiod för nästkommande 1-72 timmar. Utvecklingen av maskininlärningsmetoder har bedrivits i nära samverkan mellan KTH och

Expektra. Detta projekt har bidragit till att utforska nätverksbaserade metoder för behandling av sekventiella data avseende elförbrukning i olika delar av distributionsnätet. Det viktigaste vetenskapliga bidraget ligger i lokala *Bayesianska* inlärningsmekanismer inspirerade av biologiska fenomen. KTH har publicerat 2 forskningsartiklar. Nästa delmål avser kvantifiering av affärsnyttan med denna typ av prognoser. En viktig slutsats är att affärsnyttan är mycket svår att bedöma exakt eftersom det handlar om nya tillämpningar där förutsättningarna inte är helt klarlagda. Denna typ av kortsiktiga prognoser bidrar dock till bättre beslutsunderlag för de både utvalda tillämpningarna. Här bekräftade de deltagande pilotföretagen ett tydligt värde. Resultaten har även kommit till fortsatt användning i ett annat EU-finansierat forskningsprojekt, CoordiNet. Sista delmålet avsåg en öppen workshop, som genomfördes den 20 november 2020, där metoder och prototyper som utvecklats presenteras. Målgruppen för seminariet var primärt nätbolag.

### Effekter i samhället

En relevant effekt som påverkar samhället relaterar till kopplingen mellan prognoser och användning av flexibilitet för att hantera kapacitetsutmaningar. I det fall flexibilitet skulle kunna ses som ett reellt alternativ till konventionell kapacitets-förstärkning i elnäten blir prediktioner av denna typ mycket viktiga. I många fall utgör de dimensionerade maxeffekterna ett mycket begränsat antal timmar per år. Exempelvis skulle de sista 20 % av maxkapacitet, som i regel utnyttjas fåtal timmar per år, kunna ersättas med flexibilitet. Härigenom skulle elnätet användas mycket effektivare med väsentligt högre utnyttjandegrad. Prediktioner kan därmed bidra till stora samhällsekonomiska vinster.

### Genomförande

Projektet har genomförts i tre delvis parallella aktiviteter/strömmar. *Prototyputveckling och kravinsamling*, *Metodutveckling* och *Resultatförädling*. Projektet initierades med en relativt öppen frågeställning där först och främst behovet av prediktionsstöd inom elnätsverksamhet skulle identifieras. Här identifierades potentiella tillämpningar som mynnade ut i två specifika tillämpningar, 1) optimering av tilläggsabonnemang och 2) värdera behov av flexibla resurser. Baserat på detta utvecklades en prototyp som kunde generera de prognoser som efterfrågades, i detta fall ett automatiskt system som 1 gång/timme uppdaterar timupplösta prognoser för nästkommande 1-72 timmar för mätserier inom distributionsnätet. I direkt relation till prototyputvecklingen samverkade Expektra och KTH med att vidareutveckla maskininlärningsalgoritmer för detta ändamål. Utifrån en första prototyp vidareutvecklades sedan en version i nära samarbete med pilotkunderna. Slutligen levererades resultatet till deltagande pilotkunder för verifiering. Det mesta av den akademiska, kunskaps- och metodutvecklingen har handlat om olika maskininlärnings-algoritmer, benchmarkproblem med fokus på teoretiska aspekter. I syfte att koordinera arbetet med de forskningsrelaterade momenten med de praktiska tillämpningarna inom prototyputvecklingen har Expektra och KTH haft regelbundna möten. Expektra och nätbolagen haft regelbundna avstämningsmöten där bland annat en rad

praktiska frågor behandlats. I tillägg har behovsbild, prognostiseringskrav på olika tidshorisonter samt hur dessa skall tillgängliggöras för användare diskuterats och utvärderats.

Slutligen genomfördes ett öppet seminarium, för såväl forskningsvärlden som kraftindustrin, efter att tilläggsprojektet genomförts.