

Nya modeller förbättrar estimering av elförbrukning och ger bättre kunskap om elnäten!

Behovet av att estimerar elförbrukningen timme för timme under årets alla dagar har funnits länge hos elnätsbolag och forskare, framför allt på nätstationsnivå. Många metoder som används i Sverige idag är dock gamla och använder endast kundernas årsförbrukning som indata under hela året trots att det blir allt vanligare med nätbolag som mäter energiförbrukningen varje timme hos samtliga kunder. Med maskininlärning och statistik kan uppmätta timvärden utnyttjas för att få mer noggranna modeller att estimerar elförbrukningen med. Dessa modeller kan sedan användas för att uppskatta elförbrukningen för andra stationer.

Elkraftssystemet kan delas upp i två delar. Dels transmissionsnätet som levererar stora mängder el på stora avstånd till olika regioner från kraftverk. I dessa regioner finns distributionsnät och från dessa får enskilda kunder el levererad. Distributionsnäten består i sin tur av en stor mängd nätstationer där varje nätstation ansvarar för distributionen av el till ett känt antal kunder – typiskt inom några kvarter.

Tidigare fanns endast årlig avläst energiförbrukning tillgänglig för varje kund. Till följd av detta har uppskattningar av elförbrukning gjorts med metoder som endast kräver årsenergier. Dessa uppskattningar har legat till grund för dimensioneringsbeslut av elnätet men också använts vid drift av elnät. Exempel på gamla metoder är typvärdesmetoden som genererar förväntad elförbrukning för varje timme på året. Denna typ av uppskattning kallas för lastprofil. Vidare har Velanders formel har använts för att uppskatta hur mycket el som förbrukas under årets mest belastade timme. Ett problem med bägge metoderna är att de förutsätter att elförbrukningen är normalfördelad både i normalfall och extremfall vilket är ett ogiltigt antagande. Detta har lett till att gamla metoder resulterar i överdimensionering av elnäten som inte längre känns acceptabel.

Ett forskningsprojekt på LTH söker bästa möjliga information om nutidens

elförbrukning för att få kännedom om hur laster från elektriska fordon och generation av förnyelsebar energi kommer att påverka det befintliga elnätet. I detta arbete har därför två nya typer av modeller utvecklats för att utnyttja timvärden av energi från Krafringen i Lund med hjälp av maskininlärning och statistik.

Den första modellen generaliserar timvärdesdata från Krafringens nätstationer genom att koppla elförbrukningen till ett antal attribut. De attribut som används för att estimerar elförbrukningen hos en godtycklig station är följande:

- Antal kunder anslutna
- Medelboarea hos anslutna
- Timme på dygnet
- Månad
- Veckodag
- Lufttemperatur

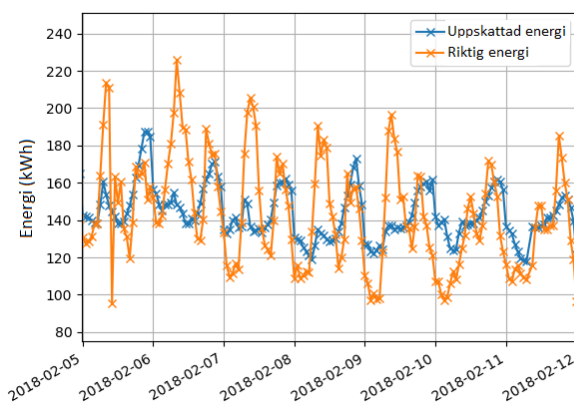
Modellen lär sig hur dessa attribut påverkar elförbrukningen genom att kombinera den klassiskt statistiska metoden linjär regression tillsammans med ett neuralt nätverk, vilket är den mest kända maskininlärningsalgoritmen.

Ekvationen nedan visar hur modellen f tar attributen x beskrivna ovan som indata för att ta fram den estimerade elförbrukningen \hat{y} . Notera att det är f

som tränas med Krafringens nätstationer men som sedan endast behöver attribut för att estimeras elförbrukning hos andra nätstationer.

$$\hat{y} = f(\mathbf{x})$$

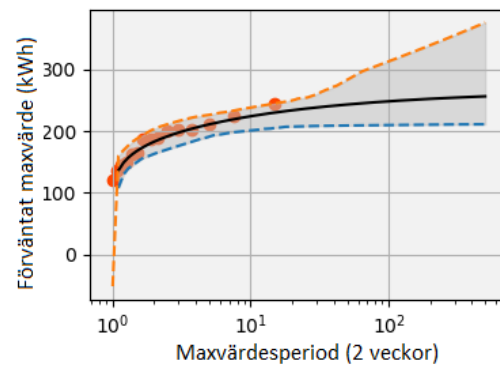
Så varför kombinera linjär regression med ett neuralt nätverk? Linjär regression ger möjlighet att lägga in information om fysiska/kända samband mellan attribut och den förväntade elförbrukningen, till exempel att elförbrukningen bör öka linjärt med antalet kunder anslutna till en station. Ett neuralt nätverk kan användas för att hitta det optimala sambandet mellan attribut och elförbrukning där sådan information inte finns, dessutom är neurala nätverk mycket effektiva på att analysera stora mängder data vilket krävs vid analys av många nätstationer för långa tidsperioder. Genom att kombinera modellerna fås styrkorna från båda. Figur 1 visar hur estimering från denna modell ser ut för en vecka.



Figur 1 Verklig och estimerad energi från första modellen.

Den andra modellen bygger på matematisk extremvärdesteori och används för att förutspå den maximala elförbrukningen under en timme, denna information är väsentlig för

dimensionering av nätet och till skillnad från tidigare extremvärdesmodeller behövs inte några antaganden om hur elförbrukningen är fördelad. Metoden samlar den största förbrukningen för en station för alla tillgängliga tvåveckorsperioder. Dessa används för att skapa en extremvärdesdistribution som genererar en maxvärdesgraf vilket kan ses i figuren nedan. Y-axeln visar den förväntade maximala elförbrukningen för en station givet en tidsperiod av tvåveckors-perioder definierad av x-axeln.



Figur 2 Maxvärdesgraf för en station. De streckade linjerna visar att det förväntade maxvärdet ligger inom det definierade området med 95% säkerhet.

Efter validering av resultaten från de olika modellerna visar det sig att den första modellen överträffar tidigare använda modeller genom att reducera medelfelet på estimeringarna med 54%! Den andra modellen lyckas förutse hur ofta olika maxvärden förekommer för en station för samtliga tidsperioder som förekommer i tillgängliga data. Modellerna kan användas av nätföretag och forskare för att få bättre information om elförbrukning i olika delar av nätet utan att röja säkerhetsklassade data mellan varandra, denna information kan användas vid drift och dimensionering av nät men också för att förutspå hur förnyelsebar energi och elektriska fordon kommer påverka redan befintliga elnät.