Vindkraftverk för frekvensreglering i elnät

Johan Lindberg

Vid en övergång från traditionell elproduktion till en elproduktion med mycket vindkraft sker en försämring av frekvensdynamiken i elnätet. Genom att börja använda vindkraftverk för frekvensreglering så kan beteendet hos frekvensen avsevärt förbättras, framförallt i en situation med mycket el från vind i systemet.

För att förhindra ytterligare klimatförändringar ställer många länder om från en elproduktion beroende av fossila bränslen till en med mer el från sol och vind. Samtidigt demonterar andra länder sina gamla kärnkraftverk och ersätter dem med förnybara energikällor. I Sverige är utvecklingen framförallt att vindkraftverk ersätter de gamla kärnkraftverken när dessa tas ur drift. Den här rapporten visar att om vindkraftverk fortsatt används på samma sätt som idag så kommer det svenska elnätet att prestera sämre i framtiden, med avsende på frekvensstabilitet. Om en del av energin i vinden släpps förbi vid normal drift så kan vindkraftverk bidra till frekvensregleringen. Då kan systemet prestera likvärdigt med idag.

I traditionella generatorer, och framförallt i kärnkaftsturbiner, finns det mycket roterande massa. Om det skulle bli en obalans mellan producerad och konsumerad effekt kommer frekvensen i elnätet att börja avvika från den nominella. Vid en stor störning, såsom att en generator hastigt kopplas ifrån, kommer frekvensen i elnätet börja sjunka. Då saktar de kvarvarande generatorerna in och en del av rörelseenergin i de roterande massorna övergår till elektrisk effekt under inbromsningstiden. Under inbromsningen kommer vissa av de kvarvarande generatorerna att försöka kompensera för effekten som saknas. Sol och vind har ingen eller mycket liten roterande massa kopplad till elnätet. I Sverige används mestadels vattenkraft för frekvensreglering. Vattenkraftverk har dock en fundamental begränsning i hur fort de kan ändra sin produktion på grund av dynamiken hos vattenflödet i tillopprsröret till generatorn.

I det här exjobbet byggdes och användes flera modeller för att simulera olika scenarion och undersöka prestandan när vindkraftverk används för frekvensreglering. Dessa modeller var alla baserade på det svenska elnätet. Ett framtidsscenario där vindkraft har ersatt kärnkraften i Sverige undersöktes. Simuleringarna visade att om vindkaftverk används som de gör idag, genom att alltid försöka producera maximal effekt, kommer frekvensen avvika kraftigt från den nominella 50 Hz vid en större störning. Om 10% av effekten i vinden släpps förbi i normalfallet så har vindkraftverken möjlighet att variera sin effekt och bidra till frekvensregleringen. Simuleringarna visade att om vindkraft bidrar till frekvensregleringen så kan prestandan bli jämförbar med idag. Detta är trots den mycket lägre nivån av rörelseenergi i det framtida systemet och det mycket snabbare frekvenstappet som sker om en generator plötsligt kopplas bort. Anledningen till detta är att vindkraftverk kan agera mycket snabbare än vattenkraftverk då dynamiken i ett vindkraftverk är snabbare än dynamiken i vattenföldet. Simuleringarna visade också i många fall att vattenkraften inte kommer hinna med att reglera frekvensen i det framtida scenariot. Störst var förbättringen av att använda vindkraftverk för frekvensreglering när det blåser mycket och vindkraften bidrar mest till elsystemet. Detta är sannolikt den situationen som priset på el kommer vara som lägst och som det är minst ekonomisk förlust att släppa förbi en del av vinden.