

# Strömningsexciterade svängningar i vattenkraftturbiner

## - Hur ska strömningen genom en turbin modelleras i en rotordynamisk modell?

Martin Karlsson<sup>1</sup> & Håkan Nilsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Polhemslaboratoriet, Avdelningen för Datorstödd maskinkonstruktion  
Luleå tekniska universitet  
karmar@ltu.se

<sup>2</sup>Strömninglära/Tillämpad Mekanik  
Chalmers tekniska högskola  
hani@chalmers.se

Vattenkraften byggdes ut i Sverige för mellan 100 och 30 år sedan. Större delen av den byggdes för att producera baskraft för en reglerad elmarknad. De största förändringarna sedan utbyggnadsperioden är att elmarknaden i dag är avreglerad och att det sker en märkbar utbyggnad av förnyelsebar elproduktion. Båda dessa faktorer påverkar sättet som ett vattenkraftaggregat körs på. Från att vattenkraften har körts med väldigt få starter och stopp, startas och stoppas idag aggregaten flera gånger dagligen. Sättet som ett aggregat används på påverkar även dynamik, serviceintervall och livslängd. Rotordynamisk analys är ett av de verktyg som kan användas för att förstå och förbättra ett vattenkraftaggregats dynamik. I ett vattenkraftaggregat har elektromekaniska krafter, lageregenskaper och strömningsexciterade krafter stor inverkan på rotordynamiken. I denna presentation diskuteras de modeller som utvecklas för att analysera strömningsexciterade svängningar i vattenkraftturbiner för olika driftförhållanden. En stor skillnad mellan att analysera ett rotordynamiskt system och ett strömningssystem är att det i det första är stora fundamentala krafter som påverkar systemets dynamik, medan det i det senare är betydande att även beskriva de

taljer. I ett rotordynamiskt system finns många icke-linjäriteter och ofta krävs många och långa simuleringar av en relativ liten modell för att utföra en analys. Då ett strömningssystem i sig oftast kräver en stor modell är det ofta svårt att utföra långa simuleringar och än svårare att göra långa och många simuleringar. I forskningsprojektet som presenteras används finita volymsmetoden för att beräkna rotordynamiska koefficienter, samt periodiska krafter och moment från en strömningssystemmodell av en turbin. Rotordynamiska koefficienter, krafter och moment analyseras med hjälp av ett egenutvecklat rotordynamikprogram. Tidsupplösta strömningssystemresultat presenteras tillsammans med rotordynamisk frekvens- och stabilitetsanalys.

Forskningen i detta projekt finansieras av Elforsk AB:s och Energimyndighetens ELEKTRA-program och Svenskt Vattenkraftcentrum. Beräkningarna är utförda på Swegrid med stöd av Vetenskapsrådet/Swedish National Infrastructure for Computing. Mjukvaran som används för strömningssystemberäkningar är OpenFOAM. Författarna vill tacka utvecklare och användare av OpenFOAM som genom programmetts användarforum delar med sig av sina erfarenheter och råd.