

ETT EXAMENSARBETE för civilingenjörsexamen inom området aerodynamik har utförts av Anna Häggström (Teknisk Fysik, KTH) hos vindkraftgruppen på FOI, FFA. Vindturbiner och propellrar har historiskt sett analyserats med antingen bladelementteori eller virveltrådsmetoder. Detta examensarbete behandlar det senare området.

I tidigare virveltrådsmetoder har man antagit att den kontinuerliga virvelyta som avgår från bladets bakkant kan representeras av diskreta virvlar som lämnar bladet och driver med vinden och modifieras av induktionshastigheter från resten av virvelsystemet. Induktionen beräknas med Biot-Savarts lag. Härvid kommer de avgående virvlarna att färdas på en skruvformad yta. Så är inte fallet i verkligheten. På grund av bl. a. viskositet koncentreras cirkulationen till en koncentrerad spetsvirvel per blad, medan rotvirvlarna inte tycks koncentreras. Koncentrationen till spetsvirvlar uppstår inte med hjälp av Biot-Savarts lag enskilt.

Eftersom den gängse teorin inte ger resultat som överensstämmer med observationer i samband med experiment måste metodiken förbättras. En tilläggsteori behövs. En fundamental genomgång av grundläggande strömningsmekanik sågs därför påkallad. Resultatet av examensarbetet är en metod att beräkna radie och stigning på spiralen som bildas av en spetsvirvel, utifrån givna värden på axialkraft- och axial- och momentkoefficienterna C_T och C_Q och given maximal cirkulation runt bladet. För att uppnå detta har det inversa problemet lösts. Dvs från kända spiralparametrar är de motsvarande lastkoefficienterna beräknade och en interpolationsrutin, som också har implementerats, gör denna invertering möjlig. Det är nämligen rättfram och enkelt att beräkna induktionen på bladen för att få lokalströmningen där, varefter krafterna kan beräknas. Men då måste virvelgeometrin i vaken vara känd och det är den inte med mindre än att ”riktig” spetsvirveldiameter och spiralstigning först (nära bladet) kan beräknas artificiellt med metoden från examensarbetet.

Arbetet skall ses i perspektivet “praktisk aeroelastisk simulering” där en kombination av koncentrerade spetsvirvlar och standardinduktionsräkning kommer att kunna ge tillförlitliga resultat i dynamiska situationer såväl som i statiska. Här har i vissa fall tidigare saknats metodik eller också har man lappat på enklare metoder. I och med att koncentrerade spetsvirvlar kommer att kunna användas blir det plötsligt möjligt att överhuvudtaget använda induktionsteori. Tidigare, med virvelyta, tog det alltför lång datortid för praktisk användning. Arbetet kommer därför att, relativt enkelt, kunna integreras i nu använd prestandakod med vissa tillägg från praktiska synpunkter. En typisk avsättning för en bearbetad version av examensarbetet kommer att vara det av Teknikgruppen AB framtagna programmet VIDYN.

Det får medges att rapporten inte lämpar sig för allmän läsning hos frisören, utan arbetet förstås i allmänhet endast av en mycket liten grupp experter.