

Vedlegg E: Feilkilder og unøyaktighet

Modellenes fysiske mål

Gjør fysiske mål av D1, D2, L og vurderer andre karakteristiske størrelser eller utforming på hver modell og noter avvik fra design målene i SolidWorks 2017. Alle målinger tatt etter coating er påført.

Faktiske mål av modellene

Modell	D1	D1 ref	D2	D2 ref	L	L ref	Tilleggskommentar til symmetri og formlikhet opp mot SolidWorks-modell
Konus	62,10	61,34	0	0	70,75	71,12	
Konuscut	61,35	61,34	51,35	51,81	35,80	35,56	
PBCF	61,50	61,34	51,10	51,81	35,40	35,56	
Trompet	61,25	61,34	81,20	81,34	71,40	71,12	
Kanal trompet	61,40	61,34	81,35	81,34	71,10	71,12	

(Mål gjort med skyvelære, med nøyaktighet til $\pm 0,05$ mm)

Prosentmessige avvik vil også påvirke troverdigheten til resultatene.

Modellenes overflate under test

Coatingen gav små «porer» med tilsynelatende jevn størrelse, $d= 0,1$ mm og $h=25$ μ m etter sammenligning med ruhetsmalen, men ujevn fordeling. Porene er tilsynelatende resultatet av at coatingstoffet genererer små bobler under blandingen av de to komponentene, disse vedvarer til blandingen er stiv.

Tettheten av disse porene ble målt på hver modells «mest porede felt» til:

- Konus: 13 porer/cm²
- Konus-cut: 15 porer/cm²
- Trompet: 11 porer/cm²

- PBCF: 6 porer/cm²
- Kanal trompet: 12 porer/cm²

(Gjennomført ved å telle antall porer innenfor et valgt felt av 1 cm x 1 cm)

Modellens coating hadde også merkbart forskjellig ruhet etter test enn før. Coatingen gav før test en lakkblank finish, altså blank, glatt med klart gjenskin. Etter test var gjenskinnet redusert og overflaten matt. Fortsatt tilnærmet en polert overflate i sammenligning med ruhetsmalen, men en synlig forskjell. Denne synlige overflateendringen kan være resultatet av en rekke årsaker. Coatingen er delvis løselig i ferskvann, tross forpakningens merking «water resistant», resultatet overflateslitasje fra kavitasjonen under forsøket, eller resultatet coatingens reaksjon under undertrykk. Uavhengig av årsak vil denne endringen av modellenes overflate underveis gi vanskeligheter med repliserbarhet og redusere forsøkernes nøyaktighet.

Forsøksdesign og testfasilitetene

Kavitasjonstunellens begrensninger

Undertrykksprøvene

Vakuumpumpens kapasitet var begrenset til 31 – 35 kPa absoluttrykk i tunellen. Dette medførte at flere av modellenes kavitasjonskarakteristikk ikke fullstendig kunne fastsettes. Videre viste det seg problematisk å fastsette et nøyaktig trykk i tunellen. Avvikene varierte opp til $\pm 0,3$ kPa og var absolutt høyest i de tilfeller hvor strømningshastigheten var høy. Dette vil gi mest betydningsfullt utslag på referansemålingene av virkningsgrad for modellene. Der hver referanse baserte seg på 99,00 kPa i tunellen ved $n_{imp} = 0$ og $n_{prop} = 1$.

Givernes nøyaktighet

Giverne for turtall til propell og impelleren, så vel som reguleringen av vakumpumpa, på instrumentpanelet, har begrenset nøyaktighet. Impellerturtallet kunne bestemmes inntil 0,01 rps nøyaktighet ifølge instrumenteringen, men fysisk var det vanskelig å sette en gitt verdi mer nøyaktig enn $\pm 0,03$ rps. Spesielt ved impellerens høyere turtallspekter.

Propellerturtallet kunne bestemmes inntil 0,01 rps nøyaktighet ifølge instrumenteringen, men fysisk var det vanskelig å sette en gitt verdi mer nøyaktig enn $\pm 0,02$ rps. Regulatoren av propellens turtall lot seg også påvirke av lastkondisjonen og vannhastigheten i tunellen, dette ble spesielt tydelig ved impellerens høyere turtall, 8.00 – 11.92 rps. Dette er tatt høyde for i

beregningene, men vil i hovedsak påvirke påliteligheten til sammenligningen av resultatene fra modell til modell.

Eksempel på maksimal unøyaktighet:

Modell 1; $n_{\text{prop}} = 8,98$ og $n_{\text{imp}} = 2,63 \rightarrow V_a = 0,9943$

Modell 2; $n_{\text{prop}} = 9,02$ og $n_{\text{imp}} = 2,57 \rightarrow V_a = 0,9686$

Gir $J_1 = 0,5548$ og $J_2 = 0,5369$

(Kun hypotetisk eksempel med V_A interpolert fra tabell uten hensyn på dyse differansetrykk ved angitte forhold)

Dette vil dermed være maksimal nøyaktighet ved sammenligning av de forskjellige modellene under «identiske forhold». Som ved sammenligningen av η_0 ved 9 rps og $J = 0,55$. Der J kun kan sies nøyaktig til $\pm 0,02$. Et slikt utslag vil også påvirke virkningsgraden.

Riktignok er denne giverunøyaktigheten tilnærmet like stor ved alle turtall og gir absolutt størst utslag ved lave turtall for både propell og impeller.

Impellerhatighet og faktisk strømningshastighet

Den faktiske vannhastigheten i tunellen ble interpolert ut ifra impellerens turtall og korrigert med hensyn på dyse differansetrykket i forkant av selve test seksjonen. Referanse verdiene hentes fra de initiale testene av tunellen. Den testen ble gjennomført med en målesonde i måleseksjonens senter både i tverrsnitt og aksial retning, altså 60 cm aktenfor propellens plassering under mine forsøk. Testen ble også gjennomført uten aksling eller noen andre objekter ved måleseksjonens innløp. Dermed vil den faktiske vannhastigheten, V_a , over propellens blader være noe høyere enn hva referanse verdiene tilsier, fra dyseeffekten som følger av tilstedeværelsen av propellen og akselen. Hvor stor denne forskjellen er eller hvordan denne avhenger av vannhastigheten eller propellen er ikke kjent. I sum vil dette redusere målingenes nøyaktighet.

Målenøyaktigheten til instrumenteringen

Alle sensorer og analogdigitale konvertere har en innebygget unøyaktighet, alle signalførende kabler og elektronikk er utsatt for elektromagnetiskstøy. I sum gir dette instrumenteringens avvik fra de reelle verdiene i øyeblikket. Disse er riktignok relativt små, men bidrar til forsøkets totale unøyaktighet. T og $Q \pm 0,1-0,05\%$ av fullskala. 1,2 N Trust og 0,06 Nm dreiemoment.

O₂ variasjoner

Under det enkelte modellforsøk ble O₂% andelen i kavitasjonstunellen målt ved start og stans. Disse er et % mål av fri oksygen i vannet relativt til mettet løsning, som tilsvarer 100%. Verdien er relevant fordi en høy verdi gjør kavitasjon mindre energikrevende. Fri O₂ fungerer som utgangspunkt for kavitasjonsnuclei, kjernen i hver gassblære. Variasjonene vil påvirke innsesjonen til hver test. Variasjoner vil gi unøyaktighet.

O₂ verdiene under modellforsøk:

#	O ₂ ved start	O ₂ ved slutt
Modell 1	79,1 %	77,1 %
Modell 2	79,1 %	77,1 %
Modell 3	83,2 %	81,0 %
Modell 4	78,2 %	79,4 %
Modell 5	79,9 %	81,2 %

Disse målingene er heller ikke gjennomført ved et angitt tidspunkt i prosedyren for tunelltester. Derfor er, spesielt målingene «O₂ ved slutt» lite pålitelige.

Totalt

Som beskrevet i dette vedlegg er det det en rekke forhold som svekker den generelle nøyaktigheten av målingene gjort i denne studien. Målingene i denne studien bør derfor ikke benyttes til å uten forbehold til å kommentere objektive forhold. Eksempelvis propellens faktiske ytelse og lignende.

Det er videre en rekke forhold som forhold som påvirker nøyaktigheten til resultatene ved hver enkelt modell. Disse er etter beste evne tatt høyde for, som temperaturavhengige forhold, givernøyaktigheten og korreksjon av vannhastigheten. Disse er alle gjort på samme grunnlag ved hvert modellforsøk. Derfor er ansees modellresultatene sammenlignbare til en viss nøyaktighet. Eksempelvis variasjoner i η_0 på mer enn 2% mellom modeller ansees som en reel forskjell i ytelse.