Installasjonsanbefalinger for en fiskal oljemålestasjon der scaling forekomst er stor i fremtiden eller allerede tilstedeværende – Del 1

v/ Ole Kristian Våga - IKM

Scaling, eller sedimentoppbygning dannet av mineraler løst ut av råolje eller fra vannet som ofte finnes i råoljen er et stadig økende problem på Norsk sokkel. Samtidig består flere og flere utbygginger av tie-in felt der ulike råoljer blandes i samme separator, eller der injisert vann blander seg med formasjonsvann under produksjon og skaper krystallisering eller mineralutfelling når vannkutt for produserende brønner nås. Som et resultat av dette igangsettes mottiltak og modifikasjoner, men kunne vi på et tidligere stadium forhindret dette ved preventive tiltak i forkant av utbyggingen? Er det noen installasjonsanbefalinger eller instrumenter som vil kunne redusere denne scaling forekomsten sett i målesammenheng?

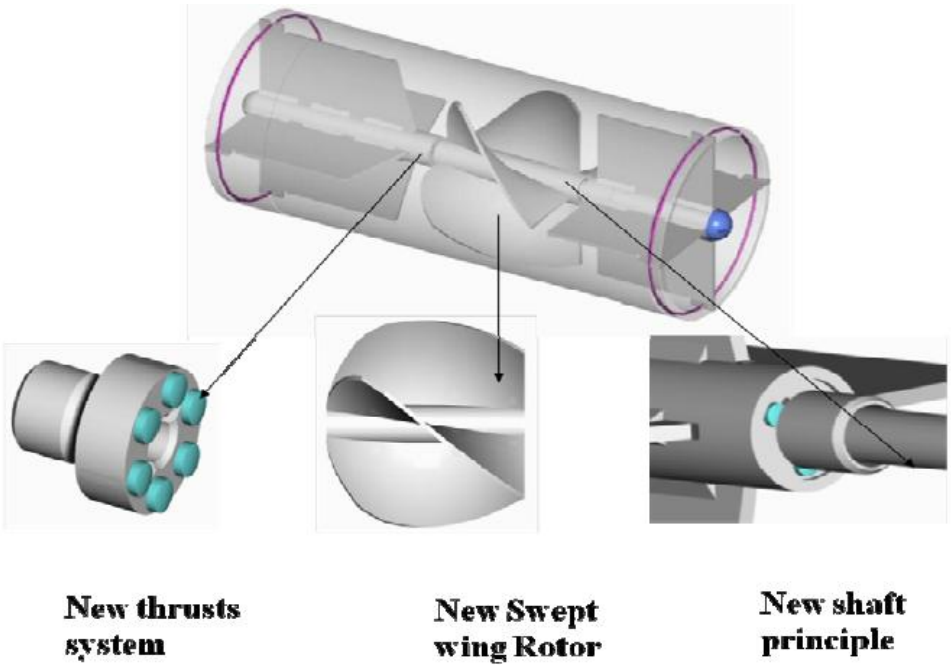
Som så mange andre tilfeller relatert til oljeproduksjon vil det også i scaling sammenheng være individuelle forskjeller en må ta hensyn til der hver enkel applikasjon må ses på som én. Dette er informasjon en ofte sitter på i tidlig stadium, og i noen tilfeller allerede før utbygging utføres som: oljeanalyser, formasjonsvannanalyser, reservoaranalyser, planlagt injisert vannanalyse og hvilke nærliggende felt en muligens i fremtiden vil tilknytte hovedinstallasjonen via for eksempel en subsea-template. Ut fra denne informasjonen vil/burde en kunne si noe om scaling vil være et problem i fremtiden (eller allerede fra start av produksjon) og hvilke tiltak en bør gjøre før det er for sent der skift i k-faktor eller sedimentoppbygging i Prover umuliggjør kalibrering for lasting/eksport av olje. Dette er noe operatørene på Norsk sokkel allerede gjør (programmer for å forutse mulig forekomst, samt testing av forskjellige kjemikalier for å forhindre forekomsten), men kanskje leverandørene også skulle vært tilstedeværende i denne fasen? Historier der personell har hakket løs biter på størrelse med fotballer i separatorer til ørsmå krystallisering på rotoren i en turbin vitner om forksjellige grader av scaling, men uavhengig av grad vil det alltid føre til konsekvenser for vår måling.

Ettersom scaling problematikk avhenger av så mange forskjellige faktorer vil åpne diskusjoner og god samhandling disiplinene seg i mellom være kritiske for å kunne trekke ut en god målefilosofi for det aktuelle feltet. Det er ingenting som koster mye mer enn modifikasjoner og nede tid forbundet med scaling når først forekomsten er et faktum. Veslefrikk er et godt eksempel. På Brage derimot klarer PTEK gruppen å unngå den verste scaling forekomsten topside ved kontinuerlig regulering av brønner.

Som dokumentert i API MPMS 5.3 er to bladede turbinmålere mindre følsomme både ovenfor viskositetsendringer og avsetninger enn konvensjonelle turbinmålere. En flerbladet turbinmåler blir påvirket av viskositetsvariasjoner grunnet geometrien på bladene sammenlignet med strømningsprofilen. Hos en helical rotor er derimot strømningshastigheten parallell med bladene på tvers av hele bredden av bladet. Lengden av rotoren varierer da for å sikre fullstendig utviklet strømningsprofil samt for å minimere virveldannelse nedstrøms bladene, noe flat bladede turbin meter ikke har, som igjen fører til en stor feilkilde. Selv om en helical turbin er mindre sensitiv for scaling, vil det allikevel føre til en nedgang i nøyaktighet over tid. Dette da turbinmeter teknologi og ytelse er basert på at rotorens hastighet er proporsjonal med strømningsraten. En drift i ytelsen, eller meterfaktor,

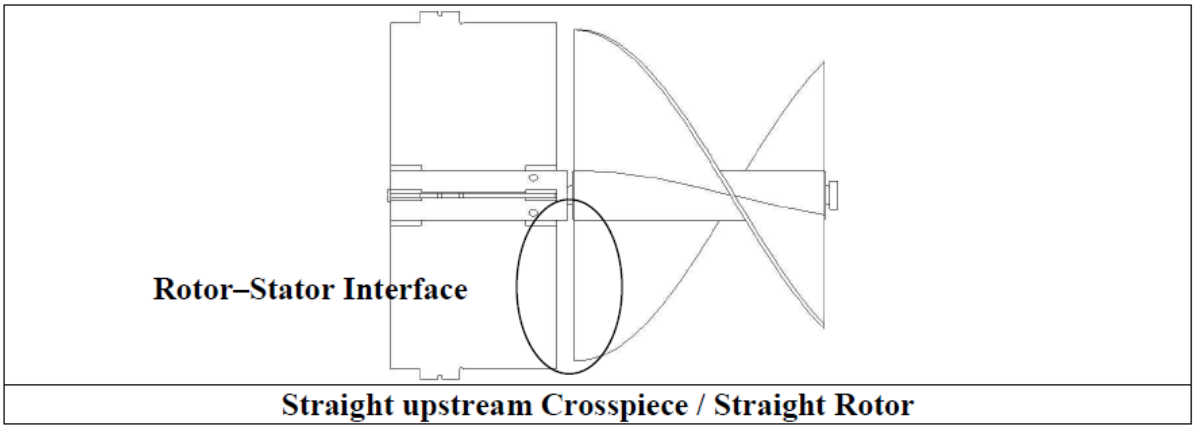
indikerer en endring i rotor hastighet. Om da dette skjer under samme strømningsforhold er det tydelig en forandring i drag for turbinen, og med innføringen av scaling varierer da meterfaktoren som en konsekvens. For å stabilisere meterytelsen må vi da forstå hvor draget oppstår og redusere eller eliminere disse kildene.

Ved nærmere undersøkelser ser en at det er to primære områder som står for det meste av rotorens drag eller friksjon i en helical turbin: kanten på rotorbladene oppstrøms og rotorlagrene. Ved å modifisere den ledende kanten hindrer en at sedimenter og lignende fester seg på rotoren, samt ved å forandre lagrene slik at det ikke blir avleiringer på rotor akselen.

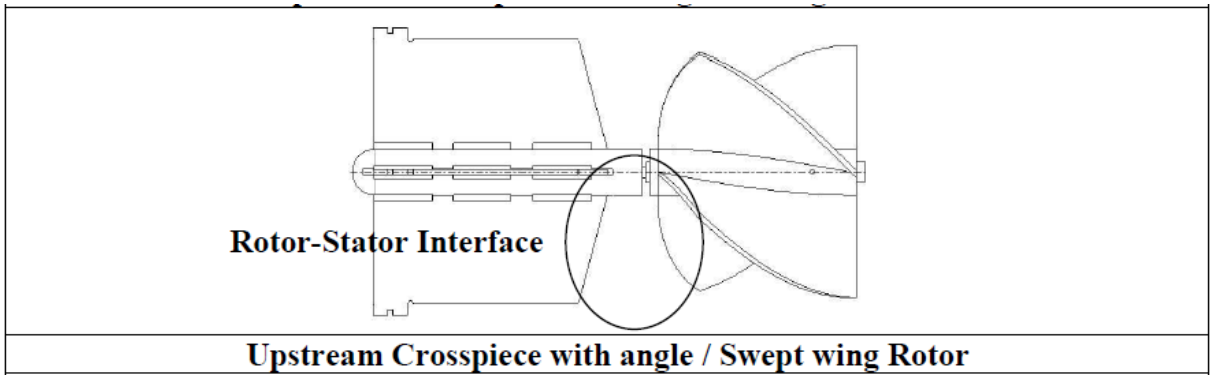


Figur 1

Strømning der interaksjon mellom en roterende del (rotor) og en fast del (stator) er realiteten vil tilstedeværelsen av ren stress og drag mellom de to delene være stor ved høye rater. Når rotoren og statoren er nært koplet er virkningen høyere drag/motstand og større trykkeffekt på overgang rotor/stator, noe som ikke er gunstig ettersom trykkfall øker sedimentavsetningen.

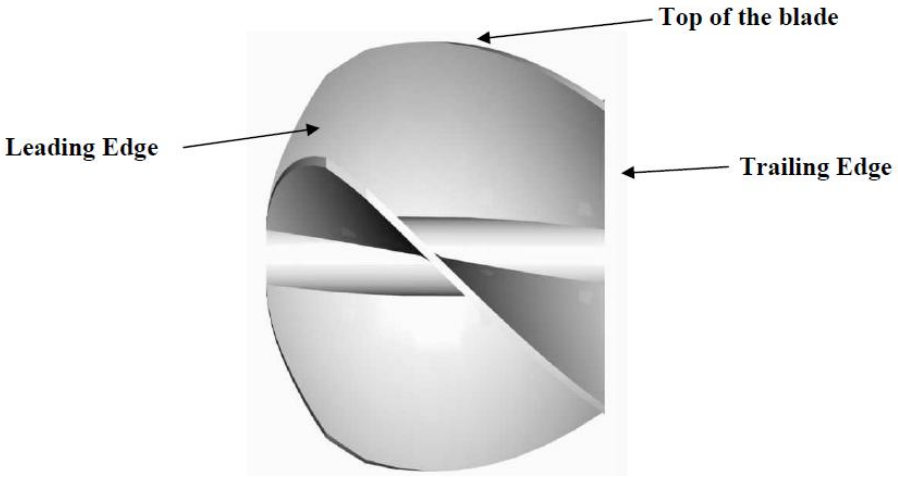


Figur 2: Oppstrøms interface med rett rotor

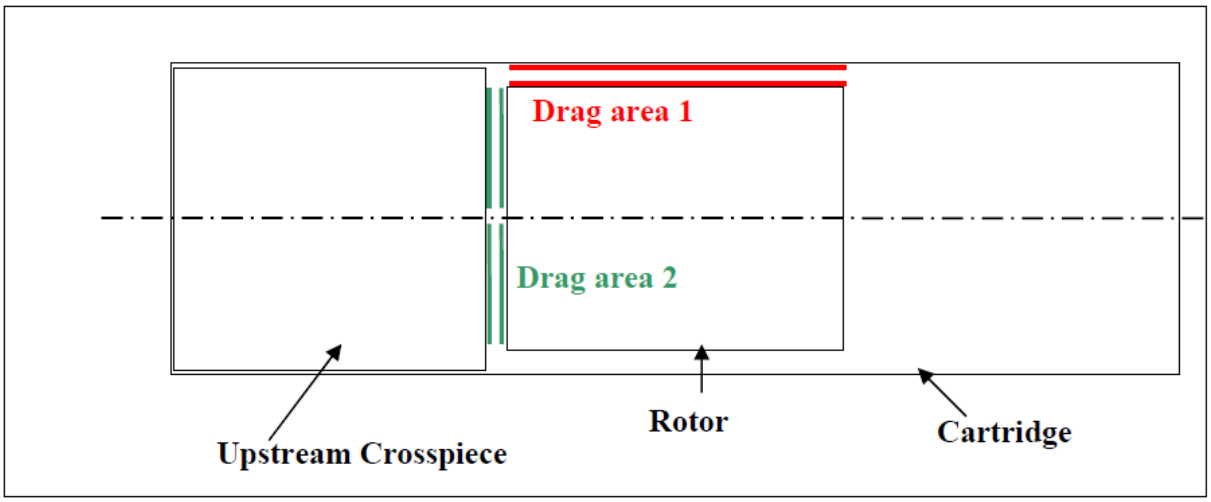


Figur 3: Oppstrøms overgang med bøyd rotor

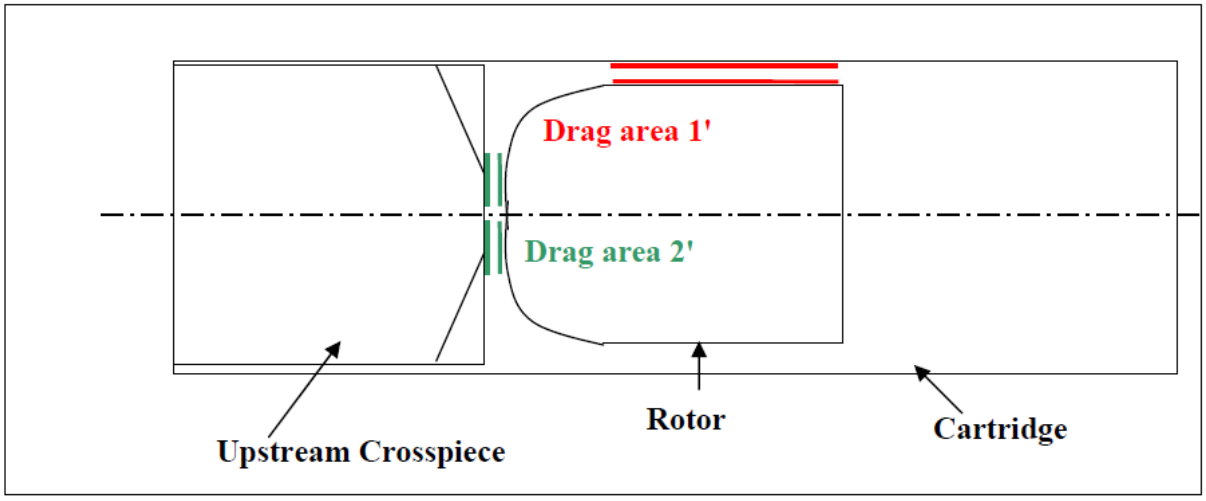
Den bøyde rotorvingeutformingen har også fordelen av å unngå opphopning av scaling på forkanten av rotoren og hindre eventuelle problemer oppstrøms for rotoren. Videre vil modifisering på denne måten reduserer interface flatekontakt samt drag. Som det er vist på bildet nedenfor, er kontaktflatene redusert.



Figur 4: Optimalisert rotor design

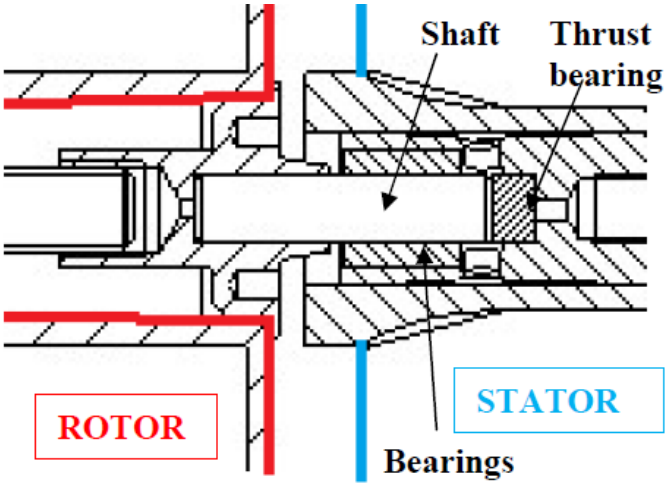


Figur 5: Drag område på en standard helical turbin

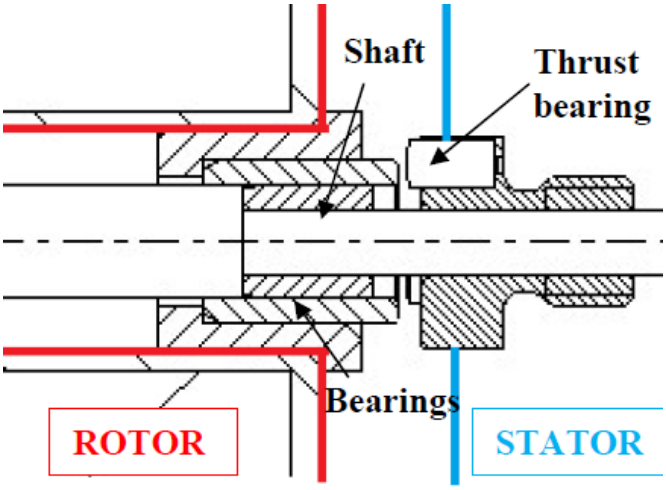


Figur 6: Drag område ved vinklet og avbøyd rotor

Problemet med standard lagre er at de kan samle avsetninger som skaper endring i motstanden mellom akselen og lagrene, så vel som mellom akselen og thrust lagrene.

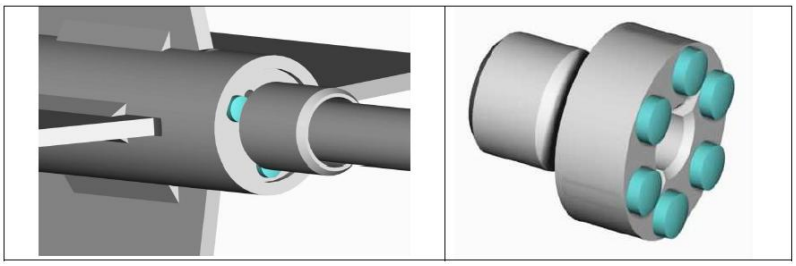


Figur 7: Standard lager



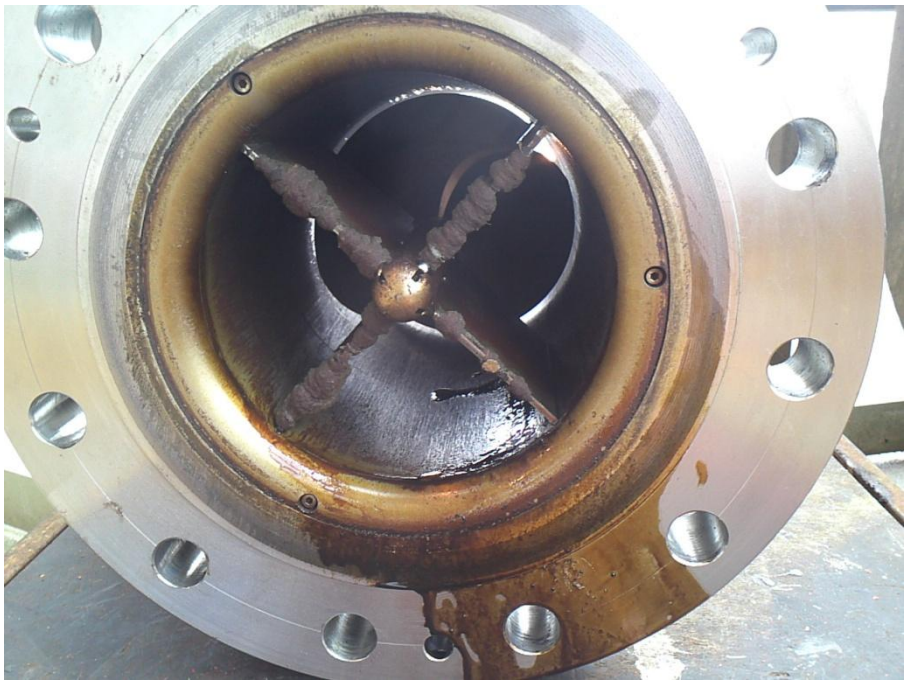
Figur 8: Forbedret lager med bedre scaling resistens.

For å løse dette fenomenet med sedimentoppbygning/avleiringer er skaftet nå en lang akse festet til oppstrøms og nedstrøms statorer (lagrene er plassert inn i rotoren). Oppstrøms og nedstrøms thrust lagrene er flyttet ut av statoren og har mer kontakt med fluidet. Dette thrust lager design bidrar til å unngå akkumulering av avleiringer ettersom det alltid er strømmende fluid rundt lageret med lavt trykkfall.



Figur 9: Thrust lager

Foreløpig konklusjon etter 2mnd test:
Noen CFD simulering og test i felt er blitt utført med dette nye designet. På Norsk sokkel var følgende utseende på turbin etter 2mnd i drift:



Figur 10: turbin etter 2mnd drift på norsk sokkel

Resultat så langt er en økning i k-faktor, og som vi ser av bilde er det statoren oppstrøms som sørger for mesteparten av dette. Det er derfor blitt lagd en ny oppstrømsstator (cross-piece) der en unngår kant og heller har designet den oppstrøms som en flyvinge.

Ettersom vi jobber med et spesifikt produkt der scaling består hovedsakelig av bariumsulfat vil vi i overflatebehandle internal (rotor, stator, aksling osv) med en inhibitor. Resultater av mekanisk forandring og overflatebehandling vil følge i del 2.

Sammenligning med standard teknologi gir vist forbedring og reduksjon av avleiringer med dette nye designet, men som vi ser er det fremdeles forbedringer som må gjøres for å redusere nedetid og forbedre nøyaktigheten over tid.