

Flow manipulation for improved operation of hydraulic turbines

FORFATTER	Kristian Sagmo
PROSJEKT I HYDROCEN	WP 2,6.
DATO	31.08.2022
SAMARBEIDSPARTNERE	NTNU

Mål

Å kunne øke levetid samt utvide driftsregime for vannkraftsturbiner ved å forbedre robusthet til skovlene i maskinen.

Bakgrunn

Utvidet driftsmønster for vannkraftsturbiner er ønskelig for kraftprodusenter å kunne svare på svingninger i kraftnettet, samt utnytte prissvingninger i kraft-markedet. Dette fører til at turbiner må kunne tåle kjøring på del-last og full-last i større grad enn tidligere. For å kunne bidra til å øke robustheten til turbinene har vi derfor forsket på hvordan vi kan øke levetiden til skovlene i turbinen. Nærmere bestemt har vi sett på hvordan vi kan dempe vibrasjoner i skovlene som noen ganger oppstår som følger av virvel-avløsninger, særlig relevant når turbinen kjører utenfor designet driftspunkt.

Forskningen har primært vært drevet av laboratorie-aktivitet men også noe numeriske simuleringer.

Funn/resultater

Gjennom eksperimenter har vi funnet en metode for å dempe vibrasjoner i skovler som oppstår ved virvel-avløsninger. Metoden går ut på å bruke strømningsrettede virvler for å bryte opp de periodiske virvelavløsningene som noen ganger skaper problemer på turbin skovler.

Nyttiggjøring/verdiskapning

Jamfør motivasjonen for forskningen slik forklart ovenfor, kan forskningsresultatene, dersom metoden tas i bruk, brukes til å øke levetiden til turbiner samt økt fleksibilitet av driftsmønster (økt driftsområde). Dette kan føre til kostnadsbesparelser for kraftprodusenter, og/eller økte inntekter dersom driftsområdet til turbinen økes. Forskningsresultatene er også relevante innen f.eks skipsdesign (hydrofoiler/propeller) samt offshore strukturer (risere/barduner), vindturbiner og gassturbiner, for å nevne noe.

Metoden kan enten tas i bruk på design-stadiet, eller som del av ettermontering på eksisterende turbiner.

Referanser og lenker til publikasjoner og avhandling

- **Trailing edge vortex shedding in hydraulic turbines and the effect of stream-wise vorticity on vortex induced vibrations (PhD Thesis)**
- **Trailing edge vortex shedding in hydraulic turbines and the effect of stream-wise vorticity on vortex induced vibrations** (article)

English version:

Objective

Being able to increase the lifetime and extend the operating regime of hydropower turbines by improving the robustness of the blades in the machine.

Background

Extended operating ranges for hydropower turbines are desirable for power producers to be able to respond to fluctuations in the power grid, as well as exploit price fluctuations in the power market. This means that turbines must be able to withstand running at part-load and full-load to a greater extent than before. In order to contribute to increasing the robustness of the turbines, we have therefore researched how we can increase the lifetime of the blades in the turbine. More specifically, we have looked at how we can dampen vibrations in the blades that sometimes occur as a result of vortex shedding, particularly relevant when the turbine runs outside the designed operating point.

The research has primarily been driven by laboratory activity but also some numerical simulations.

Results/Findings

Through experiments, we have found a method to dampen vibrations in vanes that occur during vortex shedding. The method involves using streamwise (flow-aligned) vortices to break up the periodic vortex shedding that sometimes causes problems on turbine blades.

Relevance/utilization

As outlined by the motivation for the research as explained above, the research results, if the method is adopted, can be used to increase the lifetime of turbines as well as provide an increase in the operating range. This can lead to cost savings for power producers, and/or increased income if the operating range of the turbine is increased. The research results are also relevant in e.g. ship design (hydrofoils/propellers) as well as offshore structures (risers/bardunes), wind turbines and gas turbines, to name a few.

The method can either be used at the design stage, or as part of retrofitting existing turbines.

References and links to publications and thesis

- **Trailing edge vortex shedding in hydraulic turbines and the effect of stream-wise vorticity on vortex induced vibrations (PhD Thesis)**
- **Trailing edge vortex shedding in hydraulic turbines and the effect of stream-wise vorticity on vortex induced vibrations** (article)