



HydroCen

NORWEGIAN RESEARCH CENTRE FOR HYDROPOWER TECHNOLOGY

Tverrfaglig Open Calls prosjekt i HydroCen:

5.5.11 SusFlexMet

Metrics for sustainable flexibility from hydropower

Måltall for bærekraftig fleksibilitet



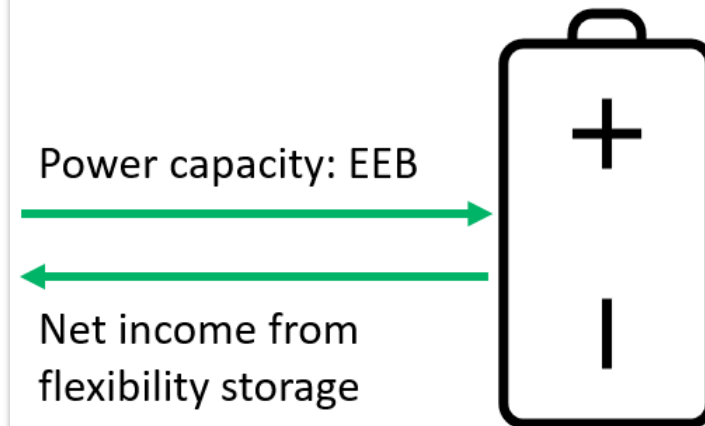
SusFlexMet - ide

- I det pågående OC-prosjektet Flexibility Metrics lager man måltall for reguleringsevne fra kraftstasjoner og vassdrag basert på produksjonsmønster og tekniske parametere
- Kan vi utvide til å også inkludere andre aspekter? Natur- og miljøpåvirkning, samt kostander og også verdi for samfunnet
- Kan vi sammenstille resultatene på en lettfattelig måte?

"gamle" måltall knyttet til fleksibilitet

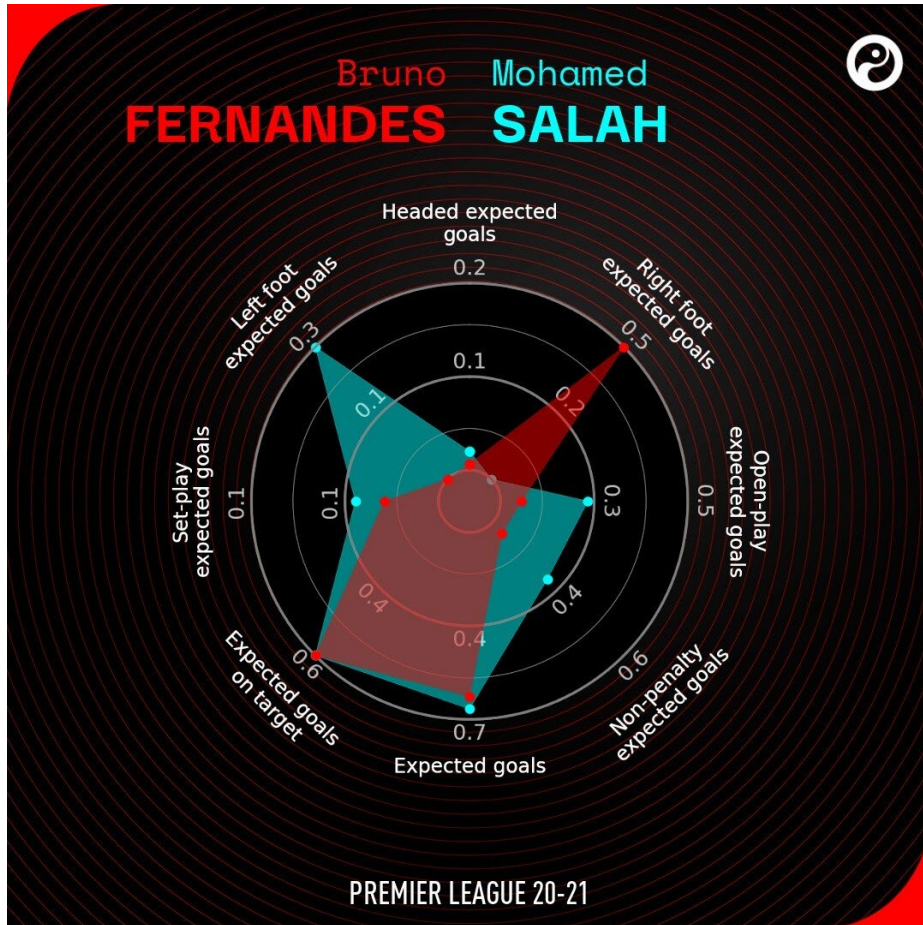
- Reguleringsgrad: $(\text{Maksimalt magasinvolym}) / (\text{Midlere årstilsig})$
 - Sier noe om evne til å lagre over tid
- Bruktid: $(\text{Midlere årsproduksjon}) / (\text{Prod kapasitet} * 8760)$
 - Sier noe om evne til kunne produsere kun på høye priser
- Høy reguleringsgrad og lav bruktid gir best fleksibilitet.
- Problemstillinger:
 - Ikke entydige begrep for serievassdrag
 - Bruktid og reguleringsgrad må vekttes sammen for å gi et måltall

Storage capacity: EEL



EEL: ekvivalent elektrisk lagringsbehov
EEB: ekvivalent elektrisk balanseringseffekt)

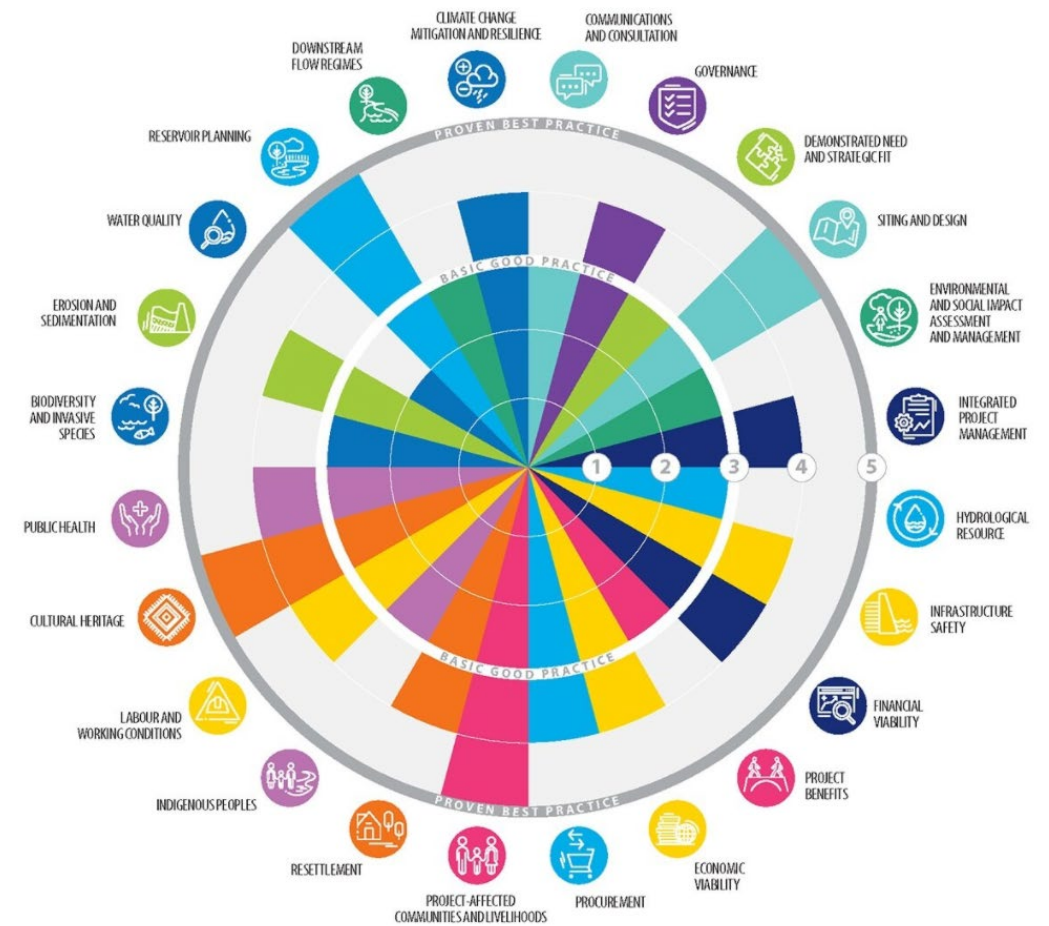
Inspirasjon



- Vi har hentet inspirasjon fra sportens verden!
- Eller egentlig fra AI og "multi-objective optimization"
- Mål: En innovativ, grafisk måte å representere flere dimensjoner ved fleksibilitet – evne til å levere, kostand for å levere, verdi (for aktør), verdi (for samfunnet), naturpåvirkning osv.
- Sammenstille resultater fra flere fagfelt i et helhetlig system.

IHA Hydropower Sustainability Assessment Protocol

- Smarte vannkraftfolk har tenkt på dette før oss!
- <https://www.hydrosustainability.org/assessment-protocol>
- Dette verktøyet dekker mye mer enn det vi kommer til å fokusere på, men kan brukes til inspirasjon.
- I første omgang kommer vi til å fokusere på lokale forhold i kraftstasjon/vassdrag og fleksibilitet.
- På sikt kan systemet kan brukes til å sammenstille og vise fram mange typer forskningsresultat fra HydroCen og tilhørende prosjekt.



Arbeidsmåte

- Kjernegruppe: Ellen Krohn Aasgård og Bjørnar Fjelldal (SINTEF Energi), Markus Majaneva (NINA) og Krishna Kanta Panthi (NTNU)
- Bruker den tverrfaglige gruppen for fleksibilitet som referansegruppe, og vil gjerne ha med noen industripartnere også
- Mål for i år: 1 måltall for miljø, 1 måltall for kostander/teknisk utstyr
- Vi har valgt å fokusere på miljø først, og kommet fram til et mulig design av analyse

Modelling the downstream longitudinal effects of frequent hydropeaking on the spawning potential and stranding susceptibility of salmonids

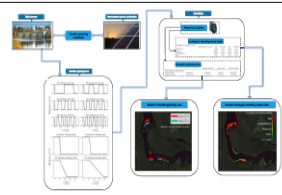
Anton J. Burman^{a,*}, Richard D. Hedger^b, J. Gunnar I. Hellström^a, Anders G. Andersson^a, Line E. Sundt-Hansen^b

^a Division of Fluid and Experimental Mechanics, Department of Engineering Sciences and Mathematics, Linköping University of Technology, 571 87 Linköping, Sweden
^b Norwegian Institute for Nature Research - NINA, NO-7034 Trondheim, Norway

HIGHLIGHTS

- Hydrodynamic scenarios with very high hydropeaking frequencies were modeled.
- A general method of computing dewatering time for any numerical model was provided.
- Higher hydropeaking frequencies had smaller amounts of potential spawning area.
- High frequencies lowered the portion of potential spawning area at risk of dewatering.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:
 Received 2 June 2021
 Received in revised form 8 July 2021
 Accepted 8 July 2021
 Available online 14 July 2021

Editor: Fernando A.L. Pacheco

Keywords:
 Hydropeaking
 Spawning habitat
 Salmonids
 Modeling
 Dewatering

ABSTRACT

Hydropower plant operating conditions are expected to change to be more in tandem with intermittent power production so as to meet the requirements of the Paris Agreement, which in turn may negatively impact ecological conditions downstream of the hydropower plants. The current study investigates how highly flexible hydro-power operating conditions may impact several salmonid species (European grayling, Atlantic salmon and brown trout) in the River Umeälven, a major river in northern Sweden; specifically, how changes in hydropeaking frequency may affect the area of the downstream watercourse that is hydraulically suitable for spawning (potential spawning area) and how changes in spill gate closing time may affect the propensity to stranding. River hydrodynamics were modeled using the open-source solver DelFTD, with a range of hydropeaking frequencies (from 10 to 60 starts and stops per day) and a range of spill gate closing times from (1–30 min). Increasing the hydropeaking frequency caused a reduction in potential spawning area, but also a reduction in dewatering of potential spawning area at low flows. Increasing spill gate closing time caused a decrease in propensity to stranding. Effects were dependent on both species and life-stage, and declined longitudinally with distance downstream from the spillway outlet. The modeling approach used here provides an effective method for predicting likely outcomes of flexible hydropower operating conditions, taking into account fish species and life-stages present and watercourse characteristics.

© 2021 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

To fulfill goals set in the Paris Agreement (UNFCCC, 2016), increased dependence on intermittent power production from solar-, wind- and wave-power is expected in the coming years. Consequent changes may therefore be required in the operating conditions of current

* Corresponding author.
 E-mail address: anton.burman@tuse (A.J. Burman).

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148999>
 0048-9697/© 2021 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Habitatforhold + prod.plan = sant?

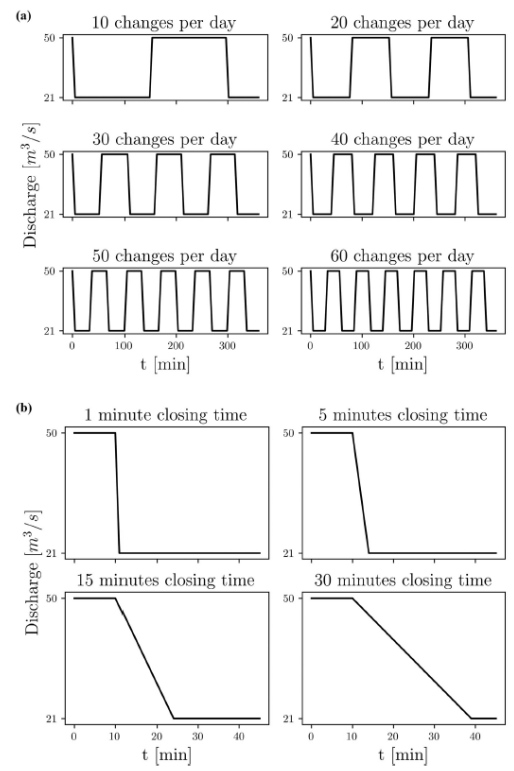
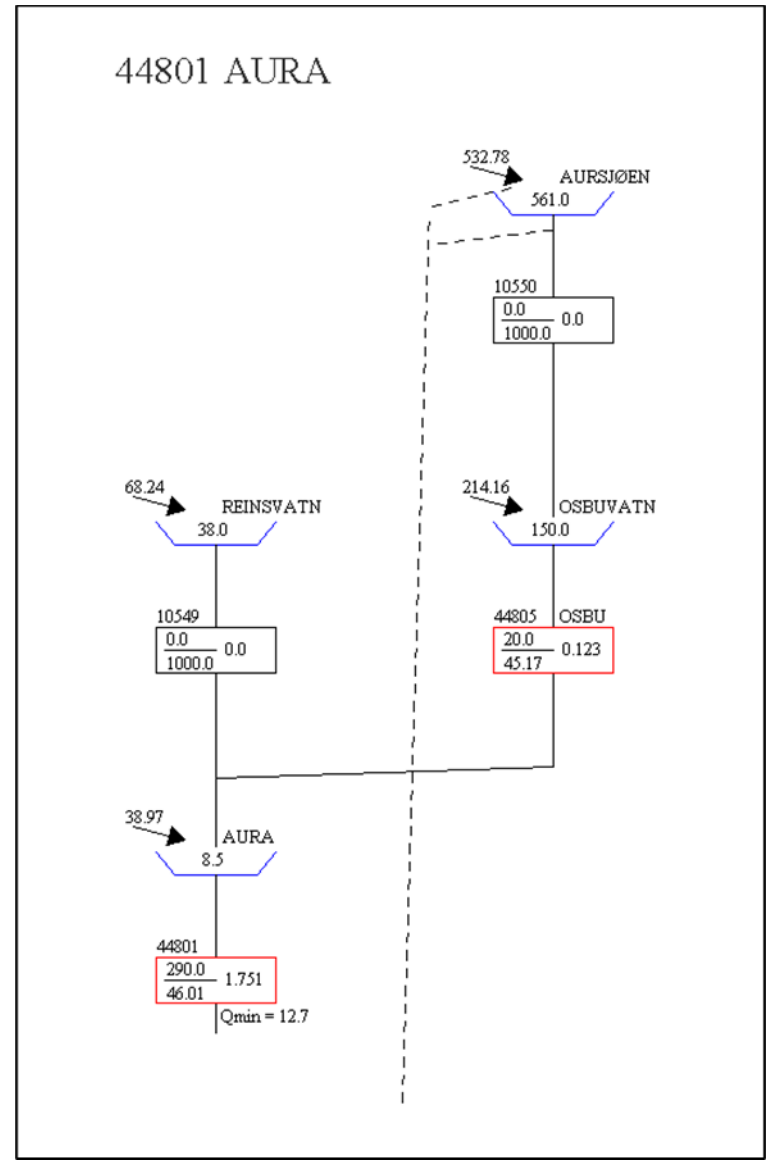
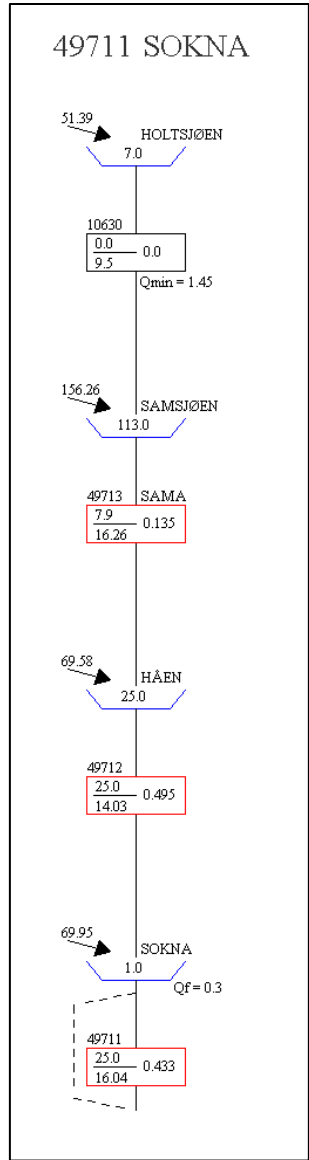
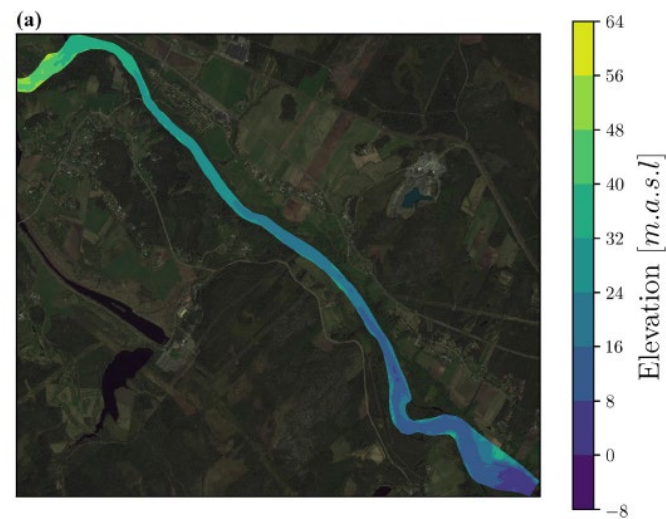


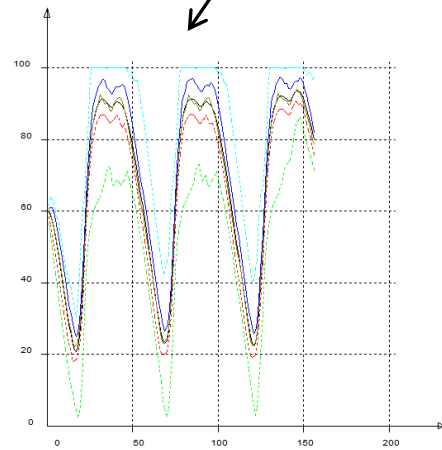
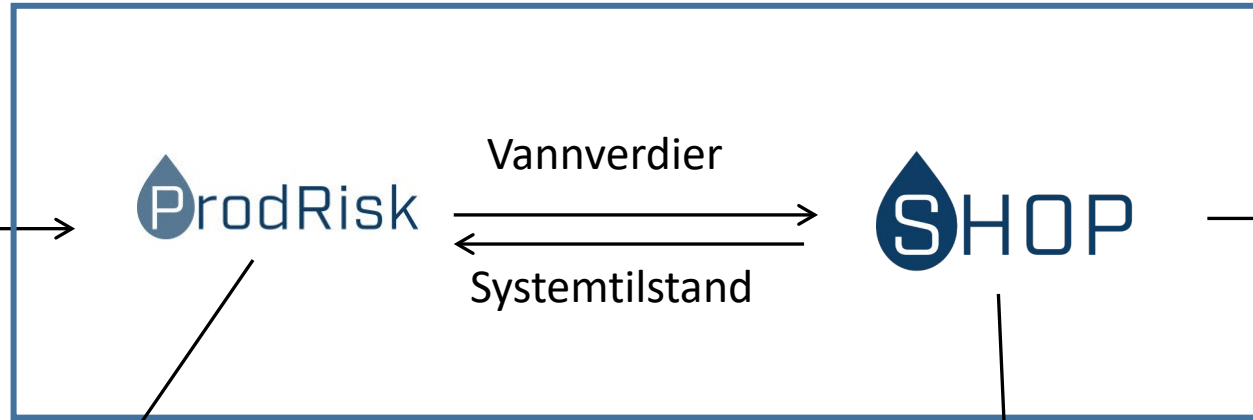
Fig. 3. Hydrographs used in this study: (a) hydrographs used for investigating the effect of hydropeaking frequency; (b) hydrographs used for investigating the effect of spill gate closing time.



Design av analyse

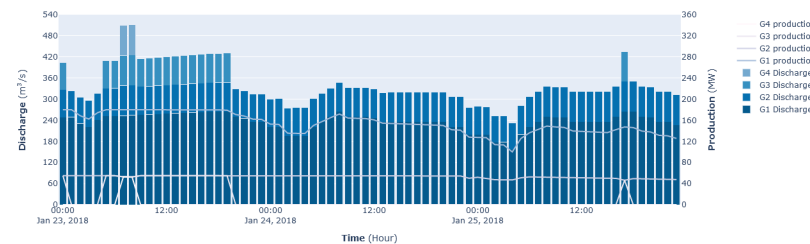
HydroCen-Simulator

Markedspriser
(antakelser
om det
omliggende
systemet)



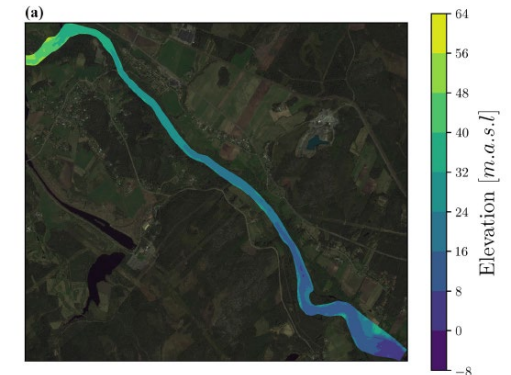
Magasinvolum og
produksjonsplan over år

Unit discharge and production in Plant2



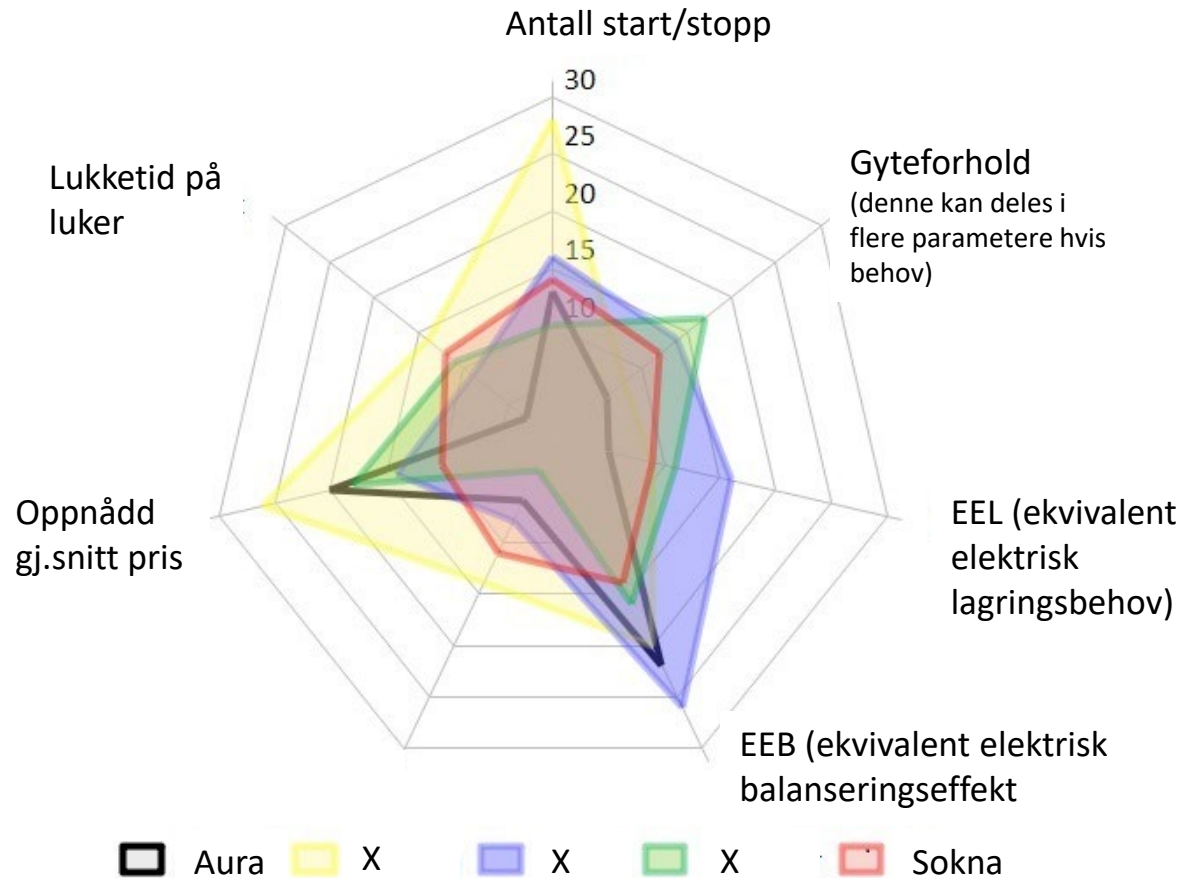
Detaljert produksjonsplan og
vannføring, pr. time for neste 2 uker

River
hydrodynamics



Påvirkning på gyteforhold

SusFlexmet – forventete resultater



- Hvis vi får til analysen over, vil vi få resultat som kobler sammen antall start/stop, lukketid å luker, gyteforhold, oppnådd gjennomsnittspris, EEL og EEB på en helhetlig måte.
- Er ikke sikkert radar plot er helt optimalt for å presentere resultater, men vi får til ett eller annet...

Veien videre

- Trenger case-vassdrag. Aura og Sokna er brukt i FlexMet, tenkte kanskje vi skulle spørre om å få jobbe videre med disse...
- Få inn parametere for kostander også, diskusjoner + inspirasjon fra Kunnskapsbanken?
- Hvordan definere måltall for de andre parameterne?
- Prosjektet varer i 2022 og 2023, og vi ønsker å involvere industripartnere også.

Mål: En innovativ, grafisk måte å representere flere dimensjoner ved fleksibilitet – evne til å levere, kostand for å levere, verdi (for aktør), verdi (for samfunnet), naturpåvirkning osv.



www.hydrocen.no

Twitter: @FMEHydroCen

LinkedIn: HydroCen

Flickr: HydroCen

Office:

The Waterpower Laboratory, NTNU

Alfred Getz vei 4

Gløshaugen, Trondheim

