

Nr. 3/2025

# Turbinopprustinger kan øke produksjonen i norske vannkraftverk

Når man skifter ut løpehjulet i et eldre vannkraftverk vil kraftproduksjonen øke fordi slitte komponenter skiftes ut med ny turbinteknologi som gir høyere virkningsgrad. Dersom man skifter ut løpehjulene i alle norske vannkraftverk over 10 MW, kan man øke den årlige vannkraftproduksjonen med om lag 1,5 TWh på grunn av forbedret turbinteknologi. Dette faktaarket er en revidert versjon av [faktaark 3/2020](#) med oppdatert datagrunnlag.

**Opprusting og utvidelse** er tiltak i eksisterende kraftverk som gir varig økning i produksjon. Mens utvidelser ofte innebærer nye naturinngrep, medfører opprusting sjelden slike inngrep. Utvidelser omfatter tiltak for å utnytte mer vann eller øke fallhøyden i et kraftverk. Opprustning er tiltak for å effektivisere et kraftverk. Å bytte løpehjul er et eksempel på opprusting.

Les mer om opprustning og utvidelse [HER](#).

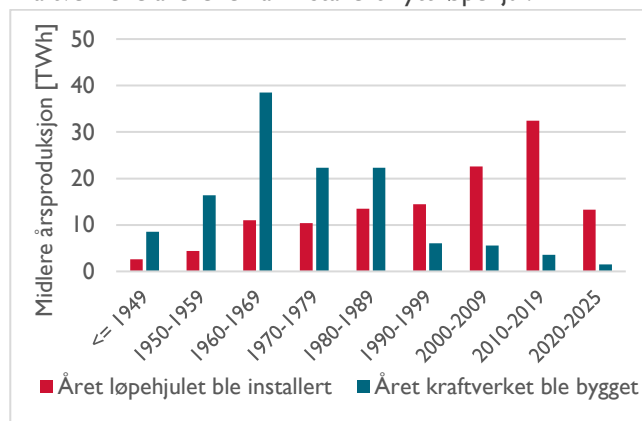
**Virkningsgrad** er et mål på effektiviteten til en komponent eller et system, og er definert som forholdet mellom nyttbar energi og tilført energi. Hvis virkningsgraden er 90 %, betyr dette at 90 % av den tilførte energien blir utnyttet. 10 % av tilført energi tapes i prosessen. Ettersom turbiner blir eldre, minker virkningsgraden på grunn av slitasje. Hvor mye er avhengig av mange faktorer som blant annet turbintype, variasjon i produksjon, vannkvalitet, vedlikehold m.m.

Vannkraftproduksjonen i Norge kan økes ved å oppruste eller utvide eksisterende kraftverk. Man kan gjøre dette ved å overføre nytt vann fra andre nedbørsfelt, øke fallhøyden eller redusere den mengden vann som renner forbi kraftstasjonen uten å bli brukt til kraftproduksjon. Man kan også utnytte hver liter vann som går gjennom kraftstasjonen mer effektivt, hovedsakelig ved å øke virkningsgraden til turbinen. Bytte av løpehjul er en miljøvennlig måte å øke kraftproduksjonen i et eksisterende vannkraftverk på, ettersom det ikke medfører noen nye naturinngrep.

## Kraftverkene i analysegrunnlaget utgjør 90 prosent av norsk vannkraftproduksjon

Vi har sett på potensialet for turbinopprustinger i kraftverk over 10 MW. Disse kraftverkene står for om lag 125 TWh av den norske vannkraftproduksjonen, som er på 137,6 TWh i et normalår. Dette tilsvarer om lag 90 prosent av årlig vannkraftproduksjon.

Alle kraftverkene som er med i analysen er fordelt på kraftverkbyggeår og løpehjulår i figur 1. Figuren viser at en stor andel av produksjonen kommer fra kraftverk bygget før 1990, og at mange av løpehjul er blitt skiftet ut de siste 25 årene. Dette indikerer at mange av de største kraftverkene allerede har installert nytt løpehjul.



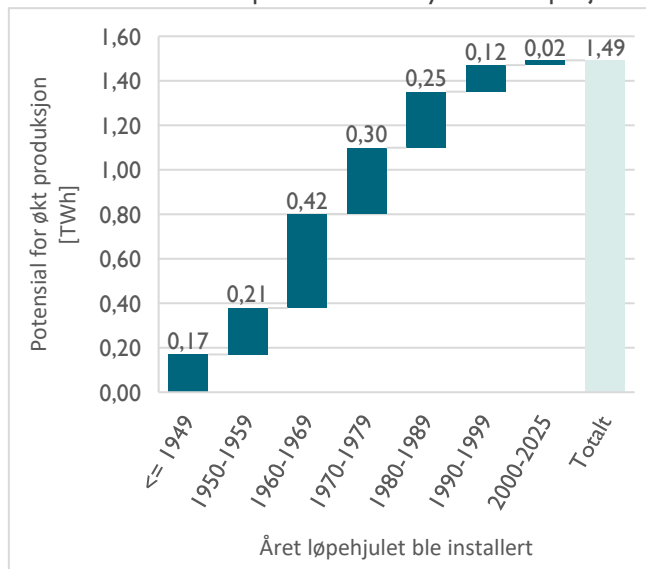
Figur 1: Norsk kraftproduksjon i store vannkraftverk fordelt på året kraftverket ble bygget og året løpehjulet ble installert

NVE har ansvar for å forvalte landets vann- og energiresurser, utvikle samfunnets evne til å håndtere flom- og skredfare og varsle om naturfare. NVE har hovedkontor i Oslo og regionkontor i Narvik, Trondheim, Hamar, Førde og Tønsberg. I tillegg har vi senter for fjellskredovervåking i Stranda og Kåfjord.

NVE hovedkontor  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091, Majorstuen  
0301 Oslo  
Telefon: (+47) 2295 95 95  
[nve@nve.no](mailto:nve@nve.no)

## Potensielt 1 TWh økt kraftproduksjon ved utskifting av løpehjul installert før 1980

Det er vanlig å anslå en teknisk levealder på 50 år for vannkraftturbiner. Samtidig er ofte tilstanden til turbinene i norske kraftverk så god at levetiden i praksis er lengere enn dette. Figur 2 viser potensialet for økt kraftproduksjon fordelt på året løpehjulet ble installert. Hvis man bytter ut alle løpehjulene som er installert før 1980 vil dette potensielt gi 1,1 TWh økt produksjon. NVE forventer at mye av dette opprustingspotensialet kan bli utløst de kommende årene etter hvert som kraftprodusentene bytter ut løpehjulene.



Figur 2: Potensial for økt produksjon ved bytte av løpehjul

Figuren viser at det totale potensialet for økt produksjon er 1,5 TWh hvis man skifter ut alle løpehjulene over 10 MW.

## Vannkraftturbiner har blitt mer effektive det siste århundret

Jo eldre en vannkraftturbine er, jo større virkningsgradsøkning kan man oppnå ved å skifte den ut. Et moderne løpehjul kan være åtte prosentpoeng mer effektiv enn et løpehjul fra 1910. Til sammenligning har generatoreffektiviteten bare økt med rundt tre prosentpoeng i samme periode. Dette betyr at når man skifter ut turbiner og generatorer i et vannkraftverk, er det turbinen som står for mesteparten av produksjonsøkningen.

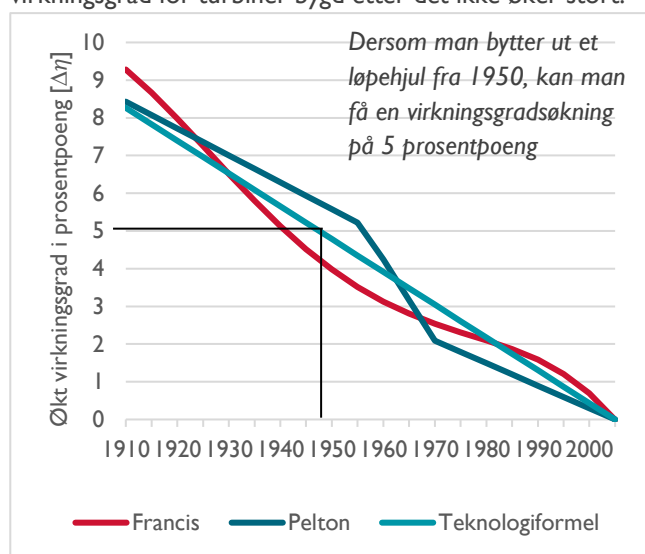
I forbindelse med elsertifikatordningen ble det utarbeidet en forenklet formel for historisk utvikling av turbineffektivitet. Dette ble gjort i samarbeid med vannkraftbransjen. Formelen beregner virkningsgradsforbedring basert på alderen til løpehjulet som byttes ut. Økt vannmengde eller slitasje blir ikke tatt hensyn til. NVE bruker formelen til å anslå hvor mye virkningsgraden øker på grunn av bedre teknologi når man skifter løpehjul. Vi kaller den «Teknologiformelen».

### Teknologiformelen

$$\Delta\eta = 0,087 \cdot X$$

$\Delta\eta$  = virkningsgradsøkning i prosentpoeng  
 $X$  = alder på løpehjulet som skiftes ut

Norske vannkraftverk har vanligvis en av de tre turbintypene: Francis, Pelton eller Kaplan. Omtrent to tredjedeler av kraftproduksjonen i Norge genereres i vannkraftverk med Francis-turbiner. Deretter følger Pelton og Kaplan som henholdsvis nest og tredje mest vanlige turbintype. Figur 3 illustrerer utviklingen i virkningsgrad for Francis og Pelton. Figuren viser også teknologiformelen, som NVE bruker for alle turbintyper. Utviklingen er referert til 2005 da virkningsgrad for turbiner bygd etter det ikke øker stort.



Figur 3: Potensial for økt virkningsgrad for løpehjul på grunn av teknologiforbedring det siste århundret, oppgitt i prosentpoeng

## Vi har brukt økningen i turbinvirkningsgrad til å regne ut potensialet for økt produksjon

Vi har estimert produksjonsøkningen som følge av turbinopprusting ved å gange løpehjulets midlere årsproduksjon med forholdet mellom økning i virkningsgrad og gammel virkningsgrad.

$$\Delta Prod = Prod_{midlere} \cdot \left( \frac{\Delta\eta}{\eta_{ny} - \Delta\eta} \right) \quad (1)$$

For nye Francis-turbiner kan man oppnå en virkningsgrad på over 95 %. Tilsvarende tall for Pelton og Kaplan er rundt 92 % og 93 %. I analysen har vi brukt en forventet virkningsgrad,  $\eta_{ny}$ , på 94 % for alle nye løpehjul da dette er mest representativt for datagrunnlaget. Dette er basert på forventet ny virkningsgrad per turbintype og andelen av kraften som produseres i kraftverk med de ulike turbintypene. Ved å summere produksjonsøkningen for alle løpehjul over 10 MW, kommer vi frem til 1,5 TWh.

### Analysen inkluderer bare bytte av løpehjul

Denne analysen ser bare på opprusting av turbiner ved løpehjulsbytte. Kraftproduksjonen kan økes ytterligere ved å rehabilitere andre komponenter i turbin, generator, transformator, kontrollanlegg, vannvei og inntak. Potensialet er enda høyere hvis man inkluderer utvidelser, som for eksempel overføring av vann fra andre nedbørsfelt.



Figur 4: Montasje av et av de første Peltonløpehjulene i Hakavik kraftverk.

Foto: NVE

### Vi har forbedret datagrunnlaget fra tidligere, men det finnes fortsatt mangler

Informasjon om kraftverkene er hentet fra NVEs vannkraftdatabase, Fosweb (Statnetts kraftsystemdatabase) og tall NVE har samlet inn fra kraftprodusenter og Fornybar Norge. Dette gjør at datagrunnlaget er bedre enn i forrige faktaark, hvor vi kun hadde brukt Fosweb og vannkraftdatabasen. Svakheter i datakvaliteten gjorde at potensialet for løpehjulsbytte ble overestimert i faktaarket fra 2020.

Datagrunnlaget er fortsatt ikke komplett. NVE mangler en systematisk god oversikt over bytte av løpehjul for konsesjonsfrie oppgraderinger.\*



Figur 5: Utskiftet Francisløpehjul fra Kvilddal kraftverk.

Foto: Mette Eltvik Henriksen / NVE

#### Dette er en del av underlaget for framskrivning av vannkraft til NVEs kraftmarkedsanalyser

NVE publiserer jevnlig langsiktige kraftmarkedsanalyser som beskriver utviklingen av energi- og kraftsystemet fremover i tid. Les mer [HER](#).

Vi publiserer også en kortsiktig kraftbalanse som ser på utviklingen i kraftmarkedet i Norge de neste fem årene. Les mer [HER](#).

\* Dersom du har et kraftverk som er opprustet eller utvidet, ville vi satt stor pris på å få oppdatert informasjonen i databasene våre. Send inn skjema for idriftsettelse av opprusting- og utvidelsestiltak i [Altinn](#).