

# Veileder om elsertifikater ved oppgradering og utvidelse av vannkraftverk

## Innhold

1	Generelt .....	2
1.1	Elsertifikatberettigede tiltak .....	2
1.2	Søknaden .....	2
2	Data som skal oppgis .....	3
3	Hvordan beregne tildelingsfaktoren .....	4
3.1	Virkningsgrader og utvidelser av turbin .....	4
	Slitasje .....	4
	a) Modelltester .....	5
	b) Feltmålinger .....	5
	c) Bruk av formel .....	6
3.2	Oppgradering av transformator eller generator .....	6
3.3	Andre tiltak .....	6
4	Simulering av produksjonen .....	7
5	Opprustning og utvidelse av vannkraftverk i flere trinn .....	7

## 1 Generelt

### 1.1 Elsertifikatberettigede tiltak

Kraftverk som er opprustet og/eller utvidet, og som følge av dette har utvidet sin produksjonskapasitet, kan søke om rett til elsertifikater for den varige produksjonsøkningen i anlegget. Tiltakene som er gjort i anlegget skal ha hatt byggestart etter 7.september 2009 for at den netto produksjonsøkningen skal være elsertifikatberettiget. Dette gjelder for alle kraftverk, uansett installert effekt.

Oppgradering av vannkraft består av tiltak for å:

- redusere falltap i vannveier
- bedre virkningsgrader
- øke slukeevnen til kraftverket
- øke magasinkapasitet
- øke fallhøyden
- tilføre nytt vann fra nabovassdrag

### 1.2 Søknaden

Det skal fremlegges dokumentasjon på investeringer og tiltak som er gjort, samt beregninger som viser hvor stor produksjonsøkning man har hatt som følge av tiltakene. Basert på produksjonsøkningen skal søker selv beregne tildelingsfaktoren for kraftverket. Med tildelingsfaktor menes den delen av et anleggs totale produksjon av elektrisk energi som kvalifiserer for rett til elsertifikater. Beregningene vil bli kontrollert av NVE ved innsending av søknaden. Formel for tildelingsfaktor (TF):

$$TF = \frac{\text{Netto økt produksjon i kraftverket som følge av tiltaket}}{\text{Total produksjon for kraftverket etter tiltaket}}$$

NVE vil ta utgangspunkt i søknaden når den kommer inn. Søknaden kan sendes inn først når prosjektet er realisert og idriftsatt. Hvis søknaden ikke er fullstendig vil den kunne sendes i retur eller avslås på bakgrunn av for dårlig søknad eller dokumentasjon. I alle tilfeller der økt slukeevne er inkludert må NVEs konsesjonsavdeling kontaktes for å avklare forholdet til konsesjon.

Simuleringsmodeller skal som hovedregel brukes for å dokumentere produksjonsøkningen. Simuleringsmodellene bruker hydrologidata og data om vannkraftverket. NVE tar ikke stilling til modellen som den enkelte aktør vil bruke, men vår kontroll vil foregå ved bruk av NVEs modeller som i hovedsak er Vansimtap og i noen tilfeller Samkjøringsmodellen.

Det er ikke anledning til å benytte historisk snittproduksjon for å beregne produksjonsøkningen og deretter tildelingsfaktoren. I helt spesielle tilfeller kan NVE velge andre enklere metoder.

## 2 Data som skal oppgis

I tabellen under er det listet opp hvilke verdier som skal oppgis for produksjonsanlegget både før og etter investering. Bruk gjerne tabellform som vist under. Sammen med disse dataene, skal det også legges frem detaljerte beregninger og forklaringer på hva søker mener den varige netto produksjonsøkningen er, slik at NVE kan foreta en kontrollberegning og vurdere om søkers tall virker rimelige.

	Før tiltak	Etter tiltak
Middeltilsig [millioner m <sup>3</sup> /år]		
Middelproduksjon [GWh/år]		
Midlere brutto fallhøyde [m]		
Magasinvolum [mill. m <sup>3</sup> ]		
Slukeevne, Qmaks [m <sup>3</sup> /s]; Største vannføring gjennom kraftverket ved midlere brutto fallhøyde.		
Maksimal effekt [MW]; Maksimal effekt ved maksimal vannføring, Qmaks, og midlere brutto fallhøyde.		
Energiekvivalent ved Qmaks [kWh/m <sup>3</sup> ]; Spesifikk energiproduksjon ved kraftverkets slukeevne		
Alder på komponenter som skiftes ut		

### 3 Hvordan beregne tildelingsfaktoren

I avsnittene under beskrives noen av tiltakene som gir rett til elsertifikater i nærmere detalj.

#### 3.1 Virkningsgrader og utvidelser av turbin

Aktører i bransjen har mange tiårs erfaring med statistikk for teknologiutvikling og slitasjeutvikling. For turbiner av alle slag (Pelton/Francis/Kaplan) har NVE basert seg på et notat fra GE<sup>1</sup> for å få fram enkle modeller for beregning av teknologiutvikling og slitasje. I samråd med bransjen har NVE også kommet fram til hvilken dokumentasjon som er akseptabel for å beskrive gevinst ved oppgraderinger og utvidelser av vannkraftverk.

Følgende standarder som er i bruk av bransjen vil bli akseptert:

- a) **Modelltester i henhold til IEC 60193**
- b) **Feltnmålinger i henhold til IEC 60041**
- c) **Bruk av vedlagte formel**

Modelltester eller feltnmålinger som grunnlag for fastsettelse av virkningsgradsøkningen er kjent og akseptert i bransjen. Begge metoder blir normalt benyttet ved oppgraderinger i forbindelse med dokumentasjon av garantioppløsning.

For både modelltester og feltnmålinger vil virkningsgradsforbedringen variere med vannmengden som går gjennom turbinen. Derfor må det måles på minst 4 punkter for å få fram kurven mellom 20 prosent og 100 prosent av maksimum slukeevne. To av punktene skal være ved stasjonens vanligste driftspunkter. Deretter gjøres en snittberegning av disse fire punktene, som da angir tildelingsfaktoren NVE kan bruke.

Formelen gir virkningsgradsforbedringen ved utskifting av turbin/løpehjul basert på alderen til turbinen som byttes ut. Den gir ikke gevinst for økt slukeevne. Formelen vil gi liten virkningsgradsforbedring hvis utstyret som byttes ut er av nyere dato.

#### Slitasje

I forskrift for elsertifikater med kommentarer (§11) går det fram at utbedring på grunn av elde og slitasje ikke kvalifiserer for rett til elsertifikater. All utvidelse inkluderer elementer av vedlikehold og tiltak for å oppgradere deler som er slitt. Dette må det tas hensyn til ved beregning av tildelingsfaktor.

Formelen for slitasje skal brukes dersom en velger modelltester eller feltnmålinger. Unntak fra dette er i de tilfeller der virkningsgraden fra den tiden da anlegget var nytt kan dokumenteres.

Formel for slitasje:

$$Z = 86,5 - 0,043 X$$

Z er slitasje i prosent fra siste oppgradering og X er årstall da turbinen sist ble oppgradert.

---

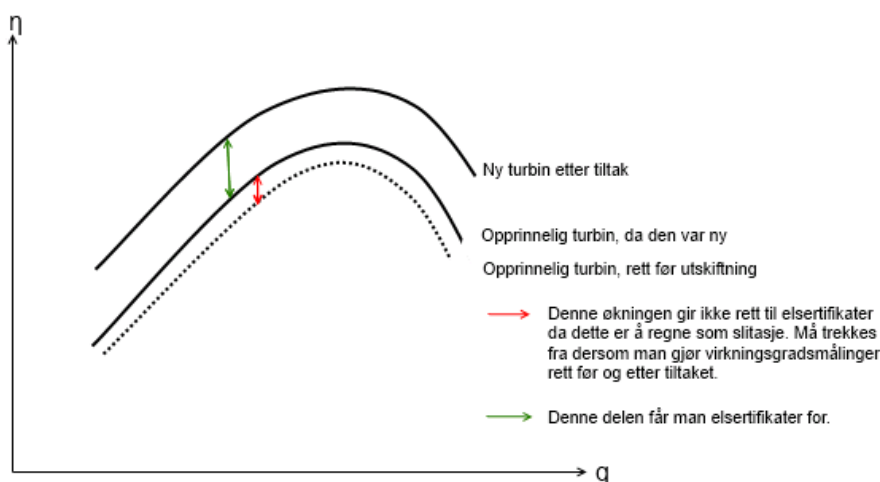
<sup>1</sup> ordre nr 215770, ORom 2005 -12-01

### Eksempel:

Virkningsgradsmålinger av turbinen gir virkningsgrad før og etter tiltaket. Løpehjulet ble byttet ut i 2012. Det opprinnelige løpehjulet var fra 1970, men du mangler dokumentasjon på virkningsgraden fra da dette løpehjulet var nytt. Formelen for slitasje gir da:

$$Z = 86,5 - 0,043 * 1970 = 1,79 \%$$

For å kompensere for at noe av virkningsgradsforbedringen skyldes slitasje på løpehjulet, skal en derfor trekke 1,79 prosent fra den målte virkningsgradsforbedringen.



#### a) Modelltester

For større anlegg vil normalt kraftverkseier bruke modelltester. Modelltester koster i størrelsesorden 3 - 5 mill kr. Modelltestene må utføres av anerkjente firmaer med dokumenterbar kompetanse. Et laboratorium bør være godkjent i henhold til IEC 60193 eller nyere. I tilfeller der opprinnelig virkningsgrad fra da turbinen var ny ikke kan dokumenteres, må formel for slitasje brukes. Denne vil angi fratrekk på gevinsten.

#### b) Feltmålinger

Feltmålinger brukes som grunnlag for fastsettelse av virkningsgradsøkningen og er en kjent og akseptert metode i bransjen. Feltmålinger koster anslagsvis mellom 75 - 300 000 kr pr. måling, avhengig av type måling som utføres. Dette kan være målinger av typen; termodynamisk, gibson, akustisk og flygel.

Målingene må utføres før og etter tiltaket, og gjennomføres av anerkjente firmaer med dokumenterbar kompetanse. Prisen på måling kan ligge lavere eller høyere enn NVEs anslag, og aktørene anmodes derfor om å kontakte kjente firmaer som kan dokumentere kompetanse for å få prisvurdering.

Feltmålinger må utføres av personell som ansees som tredjepart. Med dokumenterbar kompetanse mener NVE personell sertifisert i henhold til IEC 60041. Det skal være personer med erfaring fra virkningsgradsmålinger eller som har formell bakgrunn for å starte med dette. Dersom feltmålinger utføres av personell uten erfaring, må arbeidet godkjennes av et firma med slik kompetanse.

Utstyret som brukes til måling skal være i henhold til IEC 60041. Dette sikrer at utstyret er riktig kalibrert og egnet for den målingen som skal utføres.

I de tilfellene der opprinnelig virkningsgrad ikke kan dokumenteres skal formel for slitasje brukes, se avsnittet om slitasje over.

### c) Bruk av formel

Som nevnt innledningsvis har NVE i samråd med bransjen laget en formel som kan brukes der kraftverkseier selv prioriterer dette.

For Kaplan-, Francis- og Pelton-turbiner har NVE laget følgende enkle formel for vurdering av virkningsgradsforbedringer basert på teknologiutviklingen:

$$Y = 175 - 0,087 X$$

Y er bedret virkningsgrad i prosent og X er årstall da turbinen sist ble oppgradert.

*Eksempel:* er X = 1960 blir Y = 4,5 %.

Formelen inkluderer slitasje og gir virkningsgradsforbedringen ved oppgradering av én turbin. Hvis kraftverket kun har én turbin vil dette da bli tildelingsfaktoren for anlegget.

I tilfeller hvor en ikke bytter alle turbinene i kraftverket, vil virkningsgradsforbedringen kun gjelde for deler av produksjonen. Dette må det tas høyde for ved beregning av den totale tildelingsfaktoren for anlegget.

## 3.2 Oppgradering av transformator eller generator

Ny hovedtransformator gir et fast påslag på ett prosentpoeng for kraftverk under 10 MW. For større kraftverk må bedret virkningsgrad dokumenteres.

Ny generator gir et fast påslag på ett prosentpoeng.

Investeringer i annen type fast utstyr i kraftverket, som gir økt virkningsgrad, kan også komme i betraktning dersom NVE finner at det er gitt tilfredsstillende dokumentasjon på dette.

## 3.3 Andre tiltak

Tilføres det mer vann til systemet, eller slukeevnen økes, må man gjøre simuleringer for å finne hva produksjonsøkningen er. Deretter skal tildelingsfaktoren beregnes og fremlegges med søknaden. Produksjonsøkninger som følge av tiltak som økning av fallhøyde og reduksjon av falltap, vil kunne beregnes på ulike måter. Tildelingsfaktoren skal også i disse tilfeller beregnes og fremlegges med søknaden.

## 4 Simulering av produksjonen

Dersom tiltaket krever simulering av produksjonen før og etter tiltaket skal følgende data legges til grunn:

- NVEs avrenningskart (1961 – 1990) brukes til å fordele vannet i feltet
- Årsserien (1961-2010) brukes til å beregne vannmengdeendringen fra 1961-1990 til 1981-2010
- Perioden 1981 – 2010 brukes til å fordele tilsiget over året.

NVEs årsserier 1981 – 2010 er tilgjengelig på NVEs nettsider. Seriene som NVE benytter til produksjonssimuleringer for det norske vannkraftsystemet er gjort tilgjengelige og kan lastes ned via:

<http://www.nve.no/no/Vann-og-vassdrag/Data-databaser/Historiske-vannforingsdata-til-produksjonsplanlegging-/>

Produksjonen før og etter tiltaket simuleres. For mange kraftverk kommer kapasitet i nedenforliggende kraftverk inn som en faktor å ta hensyn til. Det må dokumenteres hvordan dette håndteres.

Hydrologisk avdeling i NVE kan bli trukket inn ved kontroll av søkers hydrologiberegninger. Imidlertid kan avklaring om vannmerke diskuteres med Hydrologisk avdeling på forhånd.

## 5 Opprustning og utvidelse av vannkraftverk i flere trinn

I utgangspunktet anbefales det at alle tiltak som gjennomføres i et anlegg, samles i en søknad. Dette forenkler prosessen både for NVE og søker betraktelig.

Hvis søker velger å søke for ett og ett tiltak må gebyret på 60 000 kr betales for hver søknad. Et tiltak må kunne stå alene og gi en produksjonsøkning som gir rett på elsertifikater for at søknaden skal bli godkjent.

Kontaktpersoner:

Torodd Jensen	<a href="mailto:tje@nve.no">tje@nve.no</a>
Birgit Longva	<a href="mailto:blo@nve.no">blo@nve.no</a>
Christine Birkeland	<a href="mailto:cbi@nve.no">cbi@nve.no</a>