

# **Om regelverk for elsertifikater**

Nærmere om "bygggestart"  
og  
opprustning og utvidelse av kraftverk

# Rapport nr 19/2005

## Regelverk for elsertifikater

**Oppdragsgiver:** NVE

**Prosjektleder:** Torodd Jensen

**Forfatter:** Bård Aspen, Jonas Sandgren, Erik Berger og Knut Tjugen  
Sweco Grøner as

**Trykk:** NVEs hustrykkeri

**Opplag:** 80

**Forsidefoto:**

**ISBN:** 1503-0318

**Sammendrag:** Rapporten konkluderer med at det ikke er mulig å gi en entydig definisjon av byggestart som vil omfatte alle typer prosjekter. En variert dokumentasjon må forventes presentert, og det kan bli et tolkningsproblem i enkelte tilfeller. Antallet prosjekter som kan gi grunnlag for diskusjon antas håndterbart.

De svenske kriteriene for tildeling av sertifikater for opprusting og utvidelse av vannkraftverk er i utgangspunktet anvendbare for norske forhold. Målemetoder, målenøyaktighet og beregningsmetoder er temaer som må avklares nærmere.

Produksjonssimuleringer vil være et nødvendig verktøy for sammensatte prosjekter. NVE må fastsette premissene for disse.

I prinsippet vil samme regelverk kunne gjelde for andre fornybare energikilder som for vannkraft, men det finnes ikke tilstrekkelig datagrunnlag og erfaring med beregningsmetoder. Dette må i så fall utvikles videre.

**Emneord:** Elsertifikater, byggestart, vannkraft, vindkraft

Norges vassdrags- og energidirektorat  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091 Majorstua  
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95  
Telefaks: 22 95 90 00  
Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)

Juli 2005

<b>Rapport nr.:</b> 127060/1	<b>Oppdrag nr.:</b> 127060	<b>Dato:</b> 21.01.2005	
<b>Oppdragsnavn:</b> Regelverk for Elsertifikater			
<b>Kunde:</b> Norges vassdrags- og energidirektorat			
<b>Om regelverk for Elsertifikater</b>			
<b>Emneord:</b> elsertifikat, regelverk, vannkraft, vindkraft, solenergi			
<b>Sammendrag:</b>  <p>Det er ikke mulig å gi en entydig definisjon av byggestart som vil omfatte alle typer prosjekter. En variert dokumentasjon må forventes presentert, og det kan bli et tolkningsproblem i enkelte tilfeller. Antallet prosjekter som kan gi grunnlag for diskusjon antas håndterbart.</p> <p>De svenske kriteriene for tildeling av sertifikater for opprusting og utvidelse av vannkraftverk er i utgangspunktet anvendbare for norske forhold. Målemetoder, målenøyaktighet og beregningsmetoder er temaer som må avklares nærmere. Produksjonssimuleringer vil være et nødvendig verktøy for sammensatte prosjekter. NVE må fastsette premissene for disse.</p> <p>I prinsippet vil samme regelverk kunne gjelde for andre fornybare energikilder som for vannkraft, men det finnes ikke tilstrekkelig datagrunnlag og erfaring med beregningsmetoder. Dette må i så fall utvikles videre.</p>			
	<b>Rev.:</b>	<b>Dato:</b>	<b>Sign.:</b>
<b>Utarbeidet av:</b> Bård Aspen, Jonas Sandgren, Erik Berger og Knut Tjugen			
<b>Kontrollert av:</b>			
<b>Oppdragsansvarlig:</b>  Lorenzo Lona	<b>Oppdragsleder / avd.:</b>  Bård Aspen / Kraftverk		

---

 INNHOLD

<b>1</b>	<b>BAKGRUNN .....</b>	<b>3</b>
1.1	ELCERTIFIKATER.....	3
1.2	DEN SVENSK ORDNINGEN.....	3
1.3	FORSLAG TIL NORSK ORDNING .....	4
1.4	BAKGRUNN FOR OPPDRAGET .....	4
<b>2</b>	<b>SERTIFIKATBERETTIGELSE BASERT PÅ BYGGESTART.....</b>	<b>6</b>
2.1	DEFINISJON AV BYGGESTART .....	6
2.2	ANDRE MULIGE KRITERIER.....	7
2.3	KONSEKVENSER AV BRUK AV IDRIFTSETTELSE SOM KRITERIUM KONTRA BYGGESTART .....	8
<b>3</b>	<b>OPPRUSTNING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTANLEGG .....</b>	<b>10</b>
3.1	GENERELT .....	10
3.2	DEFINISJON AV OPPRUSTNING OG UTVIDELSE.....	10
3.2.1	<i>Rehabilitering</i> .....	10
3.2.2	<i>Oppgradering</i> .....	10
3.2.3	<i>Utvidelse</i> .....	11
3.3	HVILKE KATEGORIER PROSJEKTER BØR KVALIFISERE TIL ELSERTIFIKATER?.....	11
3.3.1	<i>Rehabilitering</i> .....	11
3.3.2	<i>Oppgradering</i> .....	12
3.3.3	<i>Utvidelse</i> .....	12
3.4	METODER FOR VERIFISERING AV PRODUKSJONSØKNING .....	12
3.4.1	<i>Prinsipper for beregning av tildelingsfaktorer</i> .....	12
3.4.2	<i>Rehabiliteringsprosjekter</i> .....	13
3.4.3	<i>Oppgraderingsprosjekter</i> .....	13
3.4.4	<i>Utvidelsesprosjekter</i> .....	14
3.4.5	<i>Kombinasjon av tiltak</i> .....	16
3.4.6	<i>Generelt vedrørende virkningsgradsmålinger</i> .....	16
3.4.7	<i>Målemetoder</i> .....	17
3.4.8	<i>Alternativer til måling</i> .....	17
3.5	EKSEMPLER PÅ OPPRUSTNINGS- OG UTVIDELSESPROSJEKTER.....	19
3.5.1	<i>Eksempel på utvidelsesprosjekt fra Statkraft – Prosjekt Oneåa</i> .....	19
3.5.2	<i>Eksempel på oppgradering fra Statkraft – Mår kraftverk</i> .....	20
3.5.3	<i>Eksempel på et sammensatt prosjekt fra Statkraft – Bjølvo kraftverk</i> .	22
3.5.4	<i>Eksempel på opprusting/utvidelsesprosjekt fra Statkraft – Høyangeranleggene</i> .....	23
<b>4</b>	<b>OPPRUSTNING OG UTVIDELSE AV ANDRE TYPER ANLEGG ENN VANNKRAFT .....</b>	<b>25</b>
4.1	GENERELT .....	25
4.2	GRUNNLAG FOR MÅLING AV VIRKNINGEN AV OPPRUSTNING OG UTVIDELSE .....	26
4.3	REINVESTERING I ANLEGG.....	26
<b>5</b>	<b>OPPSUMMERING .....</b>	<b>27</b>
5.1	KRITERIUM FOR Å KVALIFISERE ANLEGG .....	27
5.2	OPPRUSTNING OG UTVIDELSE .....	27

---

## Figurliste

Kart 1 Nytt felt til reguleringsområde Sima.....	19
Figur 1: Prinsippskisse på økt virkningsgrad og slukeevne.....	20
Figur 2 Virkningsgradskurve før og etter rehabilitering .....	21
Kart 2 Oversikt over reguleringsområde til Bjølvo kraftverk før og etter rehabilitering.....	22

## Tabelliste:

Tabell 1. Energiproduksjon fra vannkraftprosjekter som ble startet før 1.1.2004, men som ikke vil bli tatt i drift før etter denne datoen. Tabellen omfatter ikke rene oppgraderingsprosjekter.	8
Tabell 2. Vindkraftprosjekter i Norge som ble startet før 1.1.2004, men som ikke vil bli satt i drift før etter denne datoen.	8
Tabell 3 Grunnlagsdata for beregning av tildelingsfaktor	21
Tabell 4 Resultatpresentasjon fra Vansimtap	23

# 1 BAKGRUNN

## 1.1 Elsertifikater

Med elsertifikat forstås i denne rapporten et (elektronisk) dokument som godtgjør at en bestemt mengde elektrisk energi er blitt produsert i henhold til et spesielt regelverk. I senere tid har det vært stor interesse for denne typen verdipapirer siden de anses som et egnet virkemiddel for å stimulere til utbygging av elektrisitetsproduksjon basert på fornybar energi<sup>1</sup>. Dette kan enten skje i frivillig form, gjennom at forbrukere etterspør og betaler en merpris for elektrisk kraft som kan dokumenteres å være produsert med fornybar energi, eller i form av et pliktig marked for elsertifikater<sup>2</sup>, der visse markedsaktører pålegges å kjøpe slike sertifikater. I denne rapporten beskjeftiger vi oss kun med sertifikater for bruk i et pliktig sertifikatmarked.

I et pliktig sertifikatmarked pålegger myndighetene typisk store forbrukere og distribusjonsleddet å kjøpe en mengde elsertifikater som står i proporsjon til den mengde elektrisk energi de forbruker eller selger videre til sluttbrukere. På denne måten kan myndighetene styre hvor mye produksjonskapasitet basert på fornybar energi som må bygges ut for å svare til den tvungne etterspørselen. Gjennom sertifikatordningen får produsenter av elektrisitet fra fornybar energi en merinntekt som delvis betales av produsentene av annen kraft, delvis av konsumentene.

Fordelen med elsertifikater er at dette instrumentet fører til konkurranse mellom de ulike teknologiene som kvalifiserer til utstedelse av sertifikat. Elsertifikatene kan, gitt at visse betingelser er oppfylt, også omsettes på en børs uavhengig av den assosierte kraftleveransen.

## 1.2 Den svenske ordningen

Siden 1. mai 2003 har Sverige hatt et operativt system for elsertifikater. Sertifikatberettigede er alle anlegg basert på vindkraft, solenergi, bølgekraft, geotermisk energi og bioenergi (dette etter nærmere forskrifter). Kraftvarmeverk fyrt med torv er også sertifikatberettiget, men en evaluering av systemet antyder at andre former for støtte kan være å foretrekke og at torvfyrte anlegg bør tas ut av systemet for elsertifikater. Vannkraft som oppfyller visse kriterier kan også tildeles elsertifikat; sertifikatberettigede er:

- alle anlegg med maksimalt 1500 kW installert effekt;
- anlegg som ble tatt ut av drift før 1. juli 2001 og som deretter ble satt i drift igjen etter utgangen av 2002; og
- alle anlegg som ble satt i drift etter utgangen av 2002.

Utvidelser og opprustninger av vannkraftanlegg medfører sertifikatberettigelse etter nærmere forskrifter. Stort sett er det slik at det er den målte forbedringen som gir sertifikatberettiget produksjon. Det svenske regelverket holder ikke

---

<sup>1</sup> EUs rådsdirektiv 2001/77/EC "on the promotion of electricity from renewable energy sources in the internal electricity market" setter mål for slik produksjon i Europa.

<sup>2</sup> Elsertifikater som ikke er fundert på lovverk og omsatt i et pliktig marked kalles ofte for "Grønne sertifikater", dette for å skille dokumenter knyttet til slik uregulert omsetning av "grønn" el fra de som har sitt opphav i myndighetskrav.

eksplisitt tiltak som kun tilbakefører anlegg til opprinnelig stand utenfor sertifikatordningen.

Det svenske regelverket sier ikke noe om opprustning og utvidelse av anlegg som benytter andre energikilder enn vannkraft. Det er heller ikke nødvendig, i hvert fall ikke på kort sikt, siden eksisterende anlegg av disse kategoriene allerede er sertifikatberettigede.

### 1.3 Forslag til norsk ordning

I behandlingen av Stortingsmelding nr. 9 (2002-2003) "Om innenlands bruk av gass mv." fattet Stortinget i mars 2003 følgende vedtak:

*"Stortinget ber Regjeringen ta initiativ til – fortrinnsvis – et felles norsk/svensk pliktig grønt sertifikatmarked som eventuelt kan samordnes med et internasjonalt sertifikatmarked, med sikte på å legge frem et konkret forslag for Stortinget så snart som mulig, og senest våren 2004."*

NVE har i henhold til dette laget en rapport på oppdrag fra OED; rapport 11/2004 "Grønne sertifikater. Utredning om innføring av et pliktig sertifikatmarked for kraft fra fornybare energikilder" som ble offentliggjort i august 2004. OED sendte den 24. november ut et lovforslag om pliktige sertifikater ut på høring.

Ettersom et særnorsk marked for elsertifikater vurderes å bli så lite at enkelte aktører kan oppnå markedsrett, anses det som en vesentlig fordel om et norsk system for elsertifikater er kompatibelt med det svenske, slik at et felles sertifikatmarked kan etableres.

Det norske lovforslaget omfatter de fornybare energikildene vannkraft, vindkraft, solenergi, havenergi, geotermisk energi og bioenergi. Den norske definisjonen av havenergi er mer omfattende enn vågenergi som er nevnt i den svenske teksten. Ellers er definisjonene like.

Lovforslaget setter følgende grenser for anlegg som kan tildeles sertifikater:

*"Tilsynsmyndigheten skal etter skriftlig søknad fra anleggets innehaver godkjenne produksjonsanlegget som elsertifikatberettiget dersom produksjonsanlegget produserer eller skal produsere elektrisitet ved hjelp av fornybare energikilder som nevnt i §6, har nettilknytting og*

- a) hadde byggestart etter 1. januar 2004,
- b) ble tatt ut av drift etter 1. januar 2003 og ved ny idriftsettelse har vært ute av drift i minst 5 år, eller
- c) ble tatt ut av drift før 1. januar 2003 og ny idriftsettelse skjer etter 1. januar 2004
- d) var i drift før 1. januar 2004 og varig øker sin produksjon etter dette tidspunktet."

Det svenske regelverket åpner for at myndighetene kan vise skjønn ved godkjenning av vannkraftanlegg som påvirkes av myndighetsvedtak eller som krever omfattende investeringer. En slik "skjønnsparagraf" finnes ikke i det norske lovforslaget.

### 1.4 Bakgrunn for oppdraget

I forbindelse med arbeidet med å utforme det norske regelverket for elsertifikater har NVE gitt SWECO Grøner i oppdrag å utrede enkelte forhold knyttet til avgrensning av hvilke anlegg som skal kvalifisere for tildeling av

sertifikater. Det legges vekt på å lage et regelverk som gir forutsigbare rammebetingelser og er enkelt å administrere. Følgende problemstillinger skal utredes:

*Problemstilling 1:*

Lovforslaget legger til grunn at sertifikatberettigede anlegg for elektrisitetsproduksjon med byggestart etter 1.1.2004 vil ha mulighet til å delta i et system med elsertifikater, selv om et slikt system blir etablert etter denne dato. Begrepet byggestart kan være vanskelig å definere og kontrollere. Det skal undersøkes om det kan lages en entydig og etterprøvbar definisjon av begrepet byggestart.

Fordeler og ulemper med i stedet å benytte idriftsettelse som inngangsbillett ønskes også drøftet.

*Problemstilling 2:*

En sertifikatordning kan påskynde opprustning og utvidelse av vannkraftverk og bidra til ytterligere effektivisering av vannkraftanlegget, og produksjonsøkningen i forbindelse med slike tiltak bør derfor bli sertifikatberettiget. Det vil være viktig med forutsigbarhet om en planlagt opprustning eller utvidelse vil kvalifisere for sertifikater.

Det skal lages forslag til hva slags prosjekter/teknologier som skal regnes som produksjonsøkning fra eksisterende vannkraftanlegg, og hvordan denne kan dokumenteres/beregnes på en entydig og hensiktsmessig måte. Det må for eksempel settes visse grenser mot vedlikeholdsarbeid.

Det skal også vurderes tilsvarende forhold for opprustning og utvidelser av vindturbiner og vindparker, og hvordan disse kan dokumenteres/beregnes på en entydig og hensiktsmessig måte.



## 2 SERTIFIKATBERETTIGELSE BASERT PÅ BYGGESTART

### 2.1 Definisjon av byggestart

Lovforslaget legger til grunn at sertifikatberettigede anlegg for elektrisitetsproduksjon med byggestart etter 1.1.2004 vil kunne delta i et system med elsertifikater, selv om et slikt system blir etablert etter denne dato.

Prosjekter med byggestart før 1.1.2004 vil dermed ikke være kvalifisert selv om prosjektet fortsatt var under bygging på dette tidspunktet.

For å sikre en rettferdig og effektiv håndheving av regelverket er det viktig å definere begrepet "byggestart" på en entydig, etterprøvbar måte som oppfattes som relevant av alle parter. Ellers er det risiko for en rekke ressurskrevende tvister om prosjekter som ligger i en gråsoner.

Intuitivt kan en si at byggestart sammenfaller med "første spadestikk" på byggetomten, det vil si den dato man starter opp fysiske arbeider på anlegget. Dette tidspunktet kan imidlertid være vanskelig å tidsfeste nøyaktig, spesielt i ettertid. Det kan f.eks. være startet forberedende arbeider som bare delvis er knyttet til tiltaket, og som gjør det vanskelig å trekke en klar skillelinje. Ved småkraftverk kan utbygger selv mange ganger ha utført entreprenørarbeider, og ved opprustningsprosjekter kan det være vanskelig å skille byggestart for vedlikeholdsoppgaver fra byggestart for opprustningsprosjektet, da disse oppgavene mange ganger vil gjennomføres parallelt.

De tiltak som ligger bak sertifikatberettigede anlegg vil i henhold til Plan- og bygningsloven og Arbeidsmiljøloven i de fleste tilfeller måtte meldes til kommunen respektive Arbeidstilsynet.

I kommunens saksbehandling foreligger det imidlertid ikke noen registrering av når arbeidet forventes å starte eller ble startet. Kommunens tillatelser i forhold til søknadene har en gyldighet på 2 – 3 år fra vedtakets dato, avhengig av hva slags tillatelse som er gitt. Tillatelsene har derfor for dårlig tidsoppløsning for å tjene som støtte for definisjon av byggestart.

Ved nybygg der det skal opprettes arbeidsplasser må tiltakshaver søke Arbeidstilsynet om tillatelse til tiltak (AML §93). Tiltakshaver er avhengig av et vedtak i Arbeidstilsynet for å kunne starte virksomheten i nybygget. Saksbehandlingen fører imidlertid ikke til registrering av noen opplysning om byggestart.

Tiltakshaver eller hans representant må melde fra til Arbeidstilsynet ved igangsetting av arbeider på midlertidig eller skiftende arbeidsplass, så fremt arbeidene er av mer enn 30 virkedagers eller 500 dagsverks omfang (AML §6 og §9 i forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- og anleggsplasser).

Det må antas at mange arbeider som fører til at det etableres et sertifikatberettiget produksjonsanlegg vil utløse minst én slik melding. Ved opprustningstiltak som kraftverket kan utføre selv (f.eks. utskifting av løpehjul) eller som er av kort varighet (f.eks. utskifting av transformator eller generator), kan det imidlertid tenkes at en melding ikke er nødvendig.

Meldingen skal sendes inn senest én uke før arbeidene start og skjemaet skal opplyse om når arbeidene forventes å starte og avsluttes. Det dreier seg kun om en meldeplikt, og i praksis kan man regne med at arbeidene noen ganger forsinkes. Det foreligger således ikke noen objektive beviser for når

byggestart faktisk fant sted. Saksbehandlingen i Arbeidstilsynet fører dermed ikke til en offisiell registrering av byggestart.

For opprustningsprosjekter kan det være enda vanskeligere å dokumentere byggestart entydig, siden slike arbeider ofte vil løpe parallelt med vedlikeholdsarbeider og kun én melding leveres, eller det kan tenkes at bedriftsekstern dokumentasjon av arbeidene ikke er påkrevet.

Kommunenes og Arbeidstilsynets saksbehandling gir altså ikke noen faste holdepunkter for byggestart. Vi har heller ikke greid å finne fram til noen annen offisiell registrering om når anleggsarbeider faktisk startes.

Kontrakter kan tenkes å gi opplysninger om byggestart, men dette vil i praksis variere fra tilfelle til tilfelle. Mange ganger kan kontrakter være inngått med forbehold av ulike typer, og man vil da måtte sjekke når kriteriene for å frafalle forbeholdene ble oppfylt. Det vil også være nødvendig og utøve skjønn med hensyn til om det er vesentlige arbeider eller ikke som ble startet (jfr. OEDs merknader til det norske lovutkastet).

Dersom man bruker begrepet byggestart som kriterium for om et anlegg kvalifiserer til sertifikatberettigelse eller ikke, vil man måtte akseptere en variert og sammensatt dokumentasjon fra tiltakshaver (for eksempel kombinasjon av dokumenter som melding til Arbeidstilsynet, kontrakter med og fakturaer fra entreprenører, oppstartordrer, protokoller fra byggemøter og vitneutsagn).

Evaluering av dokumentasjonen vil måtte baseres på skjønn, hvilket medfører at en konsistent og forutsigbar saksbehandling ikke kan garanteres fullt ut. Etterprøving av dokumentasjonen kan være arbeidskrevende, og mangelen på en klar definisjon kan medføre klageprosesser.

Det er ikke kjent hvor mange prosjekter som har en byggestart det kan oppstå tvil om. Normalt startes ikke større utendørs anleggsarbeider for kraftverk om vinteren, men for oppgraderingsprosjekter kan det stille seg annerledes. Antallet potensielle tvistesaker kan være såpass beskjedent at problemet er håndterbart selv om det skulle bli noe disputt.

## **2.2 Andre mulige kriterier**

Det norske lovforslaget bruker idriftsettelse som kriterium for å avgjøre om et anlegg som har vært lagt ned, men som er blitt satt i drift igjen, skal være sertifikatberettiget. Idriftsettelse kan også være et egnet kriterium for nye anlegg og opprustnings- og utvidelsesprosjekter.

I OEDs merknader til lovforslaget sies det at idriftsettelse foreligger når ordinær elektrisitetsproduksjon er satt i gang. Prøvekjøring holdes eksplisitt utenfor "ordinær elektrisitetsproduksjon". Med utgangspunkt i disse merknadene vil det være naturlig å legge datoen for overtakelse av anlegget fra leverandøren til grunn for å definere tidspunktet for "idriftsettelse". Dette tidspunktet vil som regel være godt dokumentert i form av overtakelsesprotokoll signert av både tiltakshaver og leverandør etter fullført overtakelsesprøve.

For et anlegg med flere aggregater kan enn idriftsettelse bestå av flere milepæler. Dersom overtakelsesprotokoll foreligger for deler av anlegget før 01.01.2004 vil i prinsippet denne delen ikke kvalifisere for elsertifikater etter den definisjon av begrepet idriftsettelse som foreslås her.

## 2.3 Konsekvenser av bruk av idriftsettelse som kriterium kontra byggestart

Datoen 1.1.2004 ble nevnt i en pressemelding fra OED 19. desember 2003. Dersom man velger å bruke idriftsettelse som kriterium for sertifikatberettigelse, bør skillet fortsatt settes ved 1.1.2004 fordi man ellers kan risikere å få urimelige konsekvenser for små prosjekter med kort gjennomføringstid. Å inkludere alle prosjekter med idriftsettelse etter 1.1.2004 vil imidlertid ha store konsekvenser for omfanget av prosjekter som kommer inn under ordningen, da man med dette innlemmer prosjekter med byggestart flere år tilbake.

**Tabell 1. Energiproduksjon fra vannkraftprosjekter som ble startet før 1.1.2004, men som ikke vil bli tatt i drift før etter denne datoen. Tabellen omfatter ikke rene oppgraderingsprosjekter.**

Prosjektnavn	Ytelse [MW]	Midlere produksjon		Byggestart	Idriftsettelse
		[GWh]	% av sum		
ØVRE OTTA	171.0	525.0	48 %	2002	2005
KONGSFOSS	3.0	12.1	1 %	2003	2004
ND BERSÅVATN	4.0	19.5	2 %	2003	2004
ØV BERSÅVATN	5.5	23.0	2 %	2003	2004
NYGARD PK	56.0	74.0	7 %	2002	2004
SVARTDALEN	6.5	26.0	2 %	2002	2005
KJETLAND	1.5	6.3	1 %	2003	2004
NYTT TYIN	168.0	230.0	21 %	2001	2004
HORPEDAL	2.0	10.8	1 %	2003	2004
SAGEVIKELV	4.6	17.7	2 %	2003	2004
NESELVA	4.9	17.0	2 %	2003	2004
SANDAL	2.9	12.5	1 %	2003	2004
SAGNFOSSEN	4.9	23.0	2 %	2003	2004
VIKESÅ	3.8	17	2 %	2003	2004
ARNESELV	2.4	8	1 %	2003	2004
RIKSHEIMDAL	4.5	21	2 %	2003	2004
FOLLAFOSS UTV.	19	45	4 %	2003	2005
BJØRGUM	5	17	2 %	2003?	2004
SUM	469.5	1 104.9			

Tabell 1 sammenfatter kjente vannkraftprosjekter med byggestart før 1.1.2004, men som ikke blir tatt i drift før etter denne datoen. Som vi ser bringer disse prosjektene inn over 1 TWh elektrisk kraft i sertifikatmarkedet dersom de tillates å delta. 755 GWh, eller 69% av dette kommer fra to prosjekter.

Også når det gjelder vindkraft vil bruk av idriftsettelse i stedet for byggestart ha innvirkninger på hvor mye sertifikatberettiget kraft som kan være tilgjengelig i oppstarten av ordningen. Tabell 2 gir en oversikt over de vindkraftprosjekter som ble startet før 1.1.2004, men som ikke vil bli tatt i drift før etter denne datoen. Bruk av idriftsettelse kan innlemme ca. 175 – 190 GWh fra disse prosjektene under forutsetning at eierne gir avkall på mottatt investeringstilskudd for disse anleggene.

**Tabell 2. Vindkraftprosjekter i Norge som ble startet før 1.1.2004, men som ikke vil bli tatt i drift før etter denne datoen.**

NAVN	MW	GWh	Antatt byggestart	Satt i drift	Kommentar
HITRA	55	150	før 2004	2004	
SANDHAUGEN	9	20	før 2004	2004	delvis satt i drift
UTSIRA VIND- OG HYDROGENANLEGG	1.2	5	før 2004	2004	
VALSNESET TESTSTASJON	5.75	16	ukjent	ikke	konsesjon ble gitt i 2001
SUM	70.95	191			

---

Å velge idriftsettelse fra 1.1.2004 som kriterium for deltakelse i den pliktige sertifikatordningen vil altså øke tilbudet av elsertifikater med 1 – 1.3 TWh<sup>3</sup> i 2006. Dette vil sannsynligvis ha følgende konsekvenser:

- Det vil være et betydelig tilbud av elsertifikater fra en rekke ulike aktører allerede fra starten av ordningen. Dersom staten fastsetter etterspørselen på et tilstrekkelig høyt nivå, vil markedet for elsertifikater kunne få en god likviditet fra starten av. Dette er en viktig forutsetning for raskt å kunne etablere et effektivt, velfungerende marked.
- Siden man har sluppet inn et betydelig volum av elektrisitet på markedet fra kapasitet som ville kommet uansett, må man ta høyde for dette ved fastsettelse av nivået på sertifikatplikten for å stimulere til investeringer i "ny" produksjon av elektrisitet fra fornybar energi i et ønsket tempo. Med andre ord, kvoteplikten må settes høyere enn målet for ny kapasitet. Dette gjelder kun i første halvdel av ordningens antatte levetid, som er ut 2025, ettersom anlegg kun får rett til sertifikater i en begrenset tid. I følge lovforslaget vil anlegg kun kunne produsere elsertifikater i 10 år. Anleggene med idriftsettelse i 2004 vil derfor ikke levere sertifikater i slutten av sertifikatordningens forventede levetid.
- Ettersom vannkraftprosjektene i tabell 1 er lønnsomme uten sertifikater, kan det tenkes at sertifikater fra disse anleggene blir omsatt til en relativt lav pris. Dette vil spesielt kunne skje dersom disse sertifikatene omsettes gjennom bilaterale avtaler. Ettersom prisene skal offentliggjøres, vil dette kunne virke hemmende på investeringsviljen i begynnelsen av sertifikatperioden. En mulig måte å bøte på dette kan være å innføre en minstepris i de første 2 – 3 årene for ordningen.

Idriftsettelse er et operasjonelt enklere kriterium for å kvalifisere anlegg enn byggestart, men fører til en ikke ubetydelig mengde "gratispassasjerer". Disse kan til gjengjeld bidra til at markedet blir mer robust og effektivt.

Noen av prosjektene i tabell 1 er trolig satt i gang på grunn av myndighetskrav knyttet til sikkerhet og miljø. Dersom kun bedriftsøkonomiske hensyn hadde spilt inn ville de ha blitt realisert senere, og det bør gjøres en vurdering av om dette skal ha betydning for prosjektenes sertifikatberettigelse.

---

<sup>3</sup> Dersom samtlige vindkraftanlegg med konsesjon og byggestart fra 1.1.2004 blir bygget uten investeringstilskudd vil de tilføre ca. 2,8 TWh til sertifikatmarkedet.

### 3 OPPRUSTNING OG UTVIDELSE AV VANNKRAFTANLEGG

#### 3.1 Generelt

Opprustning og utvidelse av eksisterende vannkraftanlegg utgjør et betydelig potensial for produksjonsøkning, og det forutsettes at denne type prosjekter vil komme inn under sertifikatordningen.

Produksjonsøkning som vil være sertifikatberettiget for et opprustningsprosjekt, vil fastsettes i prosent av totalproduksjonen.

Det vil være viktig med en klar definisjon av hvilke type opprustningsprosjekter som skal kvalifisere for å delta i sertifikatordningen og hvordan produksjonsøkning i forhold til eksisterende anlegg kan dokumenteres/beregnes på en entydig og hensiktsmessig måte.

#### 3.2 Definisjon av opprustning og utvidelse

Opprustningsprosjekter for eksisterende vannkraftverk kan deles inn i de tre hovedkategorier

- rehabilitering
- oppgradering
- utvidelse

##### 3.2.1 Rehabilitering

Anlegg som er betydelig nedslitt, kan operere med lav virkningsgrad som medfører store produksjonstap. Med rehabilitering menes å:

- a) tilbakeføre et aggregat til originalstand, uten økning i nominell effekt.

Under denne kategorien er det også vanlig å medregne;

- b) modifiseringer av eldre stasjoner som fører til sikrere drift, mindre nedtid og derav øket tilgjengelighet samt mer optimal drift. Dette kan være prosjekter av type utskifting av kontrollanlegg og hjelpesystemer etc.

Kategori a) vil normalt føre til øket produksjon i forhold til dagens tilstand, men ikke i forhold til anleggets nyttilstand. Kategori b) kan også medføre øket produksjon, men dette vil være vanskelig å kvantifisere.

##### 3.2.2 Oppgradering

Med oppgradering menes en varig økning av anleggets installerte effekt uten økning av vanngjennomføringskapasitet eller brutto fallhøyde, men som følge av:

- c) oppgradering av eksisterende vannvei som medfører reduserte falltap
- d) oppgradering av eksisterende aggregater som medfører økt virkningsgrad

Begge kategorier c) og d) vil normalt føre til økt årlig produksjon.

### 3.2.3 Utvidelse

Med utvidelse menes en varig økning av anleggets produksjon, som følge av økt tilsig, økt vanngjennomføringskapasitet eller økt brutto fallhøyde. Dette kan følge som resultat av:

- e) Endringer i reguleringssystem som eks. endring av nivåer, nye overføringer, nye bekkeinntak etc.
- f) Reduksjon av flomtap

Begge kategoriene vil normalt føre til øket årlig produksjon. Tiltakene vil ofte være forent med øket installert effekt, men produksjonsøkningen kan også henføre seg til økt brukstid.

Endring i kjøremønster som start/stopp effektkjøring kan også oppnå noen produksjonsøkning pga. økt drift på turbinens bestpunkt. Man kan imidlertid ikke si at et slikt tiltak varig øker anleggets produksjon, siden det kun dreier seg om en tilpasning av kjøremønsteret til prisbaner for å oppnå økt lønnsomhet.

## 3.3 Hvilke kategorier prosjekter bør kvalifisere til elsertifikater?

### 3.3.1 Rehabilitering

Det må vurderes hvorvidt rehabiliteringsprosjekter av kategori a) kvalifiserer for elsertifikater, eller må kategoriseres som vedlikehold. Det er imidlertid en kjensgjerning at mange eldre anlegg i dag er i drift med høy slitasje, lav virkningsgrad, og utrangerte komponenter og systemer. Anleggene har på grunn av dette store produksjonstap uten at kraftselskapene nødvendigvis finner det lønnsomt å gjennomføre omfattende rehabiliteringsprosjekter. Tildeling av sertifikater til denne type prosjekter vil derfor også kunne gi et betydelig bidrag til økt produksjon. På den annen side kan reises spørsmål ved om kraftselskaper som har drevet dårlig vedlikehold bør bli "belønnet" med elsertifisering mens aktører som har holdt sine anlegg i god stand ikke får det.

Et typisk opprustningsprosjekt vil være en kombinasjon av tiltak i kategoriene oppgradering og rehabilitering, dvs. et rehabiliteringsprosjekt, hvor man samtidig ser på potensialet for oppgradering. I praksis setter man sjelden som mål kun å bringe anlegget nøyaktig tilbake til nytilstand, men går så langt i forbedringer som er økonomisk forsvarlig.

Hvis rehabiliteringsandelen av prosjektet ikke skal kunne tildeles elsertifikater, kan virkningsgradsøkning ikke beregnes ut fra målinger før og etter prosjektgjennomføring, ettersom det kun er virkningsgradsøkning i forhold til aggregatets nytilstand som er berettiget til elsertifikater. For eldre aggregater kan det stille seg vanskelig å dokumentere aggregatets nytilstand, og dermed vil det være nærmest umulig å skille mellom hvilken andel av prosjektet som skal kunne betegnes som respektivt oppgradering og rehabilitering.

I det svenske regelverket skilles det ikke mellom oppgradering og rehabilitering som går på aggregater (turbin, generator, transformator). Rehabilitering under kategori d) er dermed innbefattet i den svenske sertifikatordningen. På bakgrunn av ovennevnte vurderinger, synes dette å være den mest hensiktsmessige løsning.

Rehabilitering som går på modernisering av kontrollanlegg og hjelpeutstyr for å øke driftssikkerhet, optimalisere drift og redusere nedetid, er ikke innbefattet

i det svenske regelverket. Slike prosjekter burde i teorien kvalifisere til sertifikater, men problemet vil være målbarhet av produksjonsøkningen.

### 3.3.2 Oppgradering

Prosjekter som er definert under Oppgradering, kategori c) og d), bør normalt kvalifisere for EI-sertifikater.

Det svenske regelverket skiller klart mellom oppgradering av vannvei og oppgradering av aggregater. Dette kan være uhensiktsmessig, da denne type oppgradering ofte er en kombinasjon av disse tiltakene. Eksempelvis vil turbinens innløpsventil da være definert under vannvei, siden falltap i denne ikke regnes som turbintap. Hvis man ser på et typisk eksempel med utskifting av turbin inkludert innløpsventil, så vil man i hht. det svenske regelverket måtte utføre separate målinger for dokumentasjon av turbinvirkningsgrad og ventiltap. Dette virker unødvendig og vil i mange tilfeller være praktisk umulig.

Det er uansett virkningsgradsøkningen for anlegget totalt og den totale effekt- og produksjonsøkning man ønsker å verifisere. Såfremt effektøkning oppnås uten økning av vanngjennomføringskapasitet, men kun som resultat av reduserte falltap og øket aggregatvirkningsgrad, bør disse derfor naturlig kunne sammenfattes i en kategori.

Det svenske regelverket er heller ikke konsekvent på dette punkt. Ved et utvidelsesprosjekt ("Økning av gjennomsnittlig anvendt vannføring gjennom anlegget"), vil man ofte få økede falltap i vannvei pga. øket vannføring. I dette tilfellet krever ikke det svenske regelverket en separat måling for å bestemme midlere falltapsøkning.

### 3.3.3 Utvidelse

Prosjekter som er definert under Utvidelse, kategori e) og f), bør normalt kvalifisere for elsertifikater. Tiltak som kun baseres på endring i kjøremønster bør ikke komme inn under sertifikatordningen da disse hovedsakelig spekulerer i pris og ikke vil medføre betydelig produksjonsøkning.

I det svenske regelverket sammenfattes utvidelsesprosjekter som prosjekter med "Økning av gjennomsnittlig anvendt vannføring gjennom anlegget", noe som i hovedsak vil ha god overensstemmelse med det som her er definert som Utvidelse, kategori e) og f). Endringer i kjøremønster anses her ikke som medregnet, da dette ikke vil medføre en økning av gjennomsnittlig anvendt vannføring gjennom anlegget.

Det kan råde tvil om produksjonsøkning som følge av øket brutto fallhøyde (økning av reguleringshøyde eller senking av undervann) er medregnet i det svenske regelverket. Denne type prosjekter bør også komme inn under ordningen.

## 3.4 Metoder for verifisering av produksjonsøkning

### 3.4.1 Prinsipper for beregning av tildelingsfaktorer

Rett til og omfang av tildeling av elsertifikater for et anlegg som skal opprustes, forutsetter at Byggherren kan dokumentere og verifisere en varig årlig produksjonsøkning for anlegget. Det må derfor utføres hensiktsmessige målinger og beregninger som gir et rimelig grunnlag for fastsettelse av produksjonsøkningen.

Prosjekter som faller entydig innenfor rammen av enkelttiltak av kategoriene a), c) og d) kan i hovedsak håndteres etter metoder som angitt i det svenske regelverket. Dette gjelder spesielt prosjekter som innebærer økt virkningsgrad.

For prosjekter som også omfatter tiltak av kategori e) og f), dvs. økt tilsig, nye vannveier og økt effektinstallasjon, bør et simuleringsprogram benyttes som hjelpemiddel. Det kan også være fordelaktig å benytte simuleringer for å fastslå virkningen av enkelttiltak.

I det følgende drøftes nærmere hvordan verifisering av produksjonsøkning for de ulike kategorier tiltak kan ivaretas.

### 3.4.2 Rehabiliteringsprosjekter

For Rehabilitering kategori a), tilbakeføring til originaltilstand, kan produksjonsøkning verifiseres ved hjelp av målinger på samme måte som beskrevet for oppgraderingsprosjekter, kapittel 3.4.3.

Rehabilitering kategori f) er ikke med i det svenske regelverket, men i prinsippet kunne også denne type prosjekter kvalifisert til elsertifikater. Modernisering av eks. kontrollanlegg, turbinregulator og øvrige hjelpesystemer for et gammelt anlegg kan medføre sikrere- og mer optimal drift, mindre nedtid og dermed reduserte flomtap og økt produksjon. Produksjonstap som følge av upålitelige hjelpesystemer er imidlertid av tilfeldig natur, og det vil være vanskelig å fastsette en god målemetode for produksjonsøkning som følge av modernisering av disse.

Hvis denne type prosjekter skulle komme inn under ordningen, må det være opp til Byggherren å dokumentere produksjonsøkningen på tilfredsstillende måte.

### 3.4.3 Oppgraderingsprosjekter

#### *Tiltak for turbin og tilhørende utrustning*

For oppgradering forutsettes det at produksjonsøkning oppnås uten økning i anleggets vanngjennomføring. Effektøkningen kan da bestemmes ved virkningsgradsmålinger og/eller falltapsmålinger på samme driftspunkter før og etter tiltak.

Målinger utføres med anerkjent metode i henhold til aktuell standard ifølge IEC 41, og bør utføres på minimum 4 driftspunkter. Målingene før- og etter tiltak må utføres ved de samme driftspunkter og under mest mulig identiske forhold.

Da vannføringen antas uendret kan dermed produksjonsøkningen beregnes direkte ut fra økning i virkningsgrad og/eller reduksjon i falltap og dermed oppnådd effektøkning ved de forskjellige driftspunkter. Netto produksjonsøkning kan beregnes som vektet gjennomsnitt av produksjonsøkningen ved de ulike driftspunktene basert på driftsstatistikk.

Det svenske regelverket skiller mellom produksjonsøkning over eller under 1 GWh/år for virkningsgradsmåling. Det forlanges måling på minst 4 driftspunkter for tiltak som utgjør en økning på over 1 GWh/år, mens det kun forlanges måling på ett driftspunkt hvis tiltak utgjør en økning under 1 GWh/år.

Virkningsgradsmåling er generelt en kostbar aktivitet, men antas ikke å være særlig kostnadsdrivende å utføre måling på 4 driftspunkter i forhold til 1. Kvaliteten på målingen vil imidlertid reduseres kraftig ved måling kun på ett driftspunkt. Det anbefales derfor at virkningsgradsmåling utføres på minimum 4 driftspunkter uansett produksjonsøkningens størrelse. Man kan eventuelt vurdere en størrelsesbegrensning for krav til virkningsgradsmåling generelt.



Man kan da tenke seg at krav til virkningsgradsmåling kun gjelder for tiltak som utgjør en økning på over 1 GWh/år. For tiltak under dette kan produksjonsøkningen baseres på simuleringer eller data fra leverandører

I gitte tilfeller kan beregning av virkningsgrader for turbiner gi et tilnærmet like godt resultat som målte verdier pga. usikkerhet ved målinger. Dette er spesielt tilfelle for lavtrykksanlegg. Dette drøftes også nærmere i avsnitt 3.4.6.

#### *Tiltak for generator og transformator*

Hvis oppgraderingen innbefatter tiltak for både turbin- og generator- og/eller transformator vil det ikke ha noen hensikt å påkrevne verifisering av virkningsgrad for alle elementene separat, da det uansett vil være den totale virkningsgradsøkning og effekt levert på nett ved de forskjellige driftspunkter man ønsker å verifisere.

Hvis oppgraderingen kun innbefatter tiltak på generator og/eller transformator, og turbinvirkningsgrad antas uendret før og etter tiltak, kan man enkelt verifisere virkningsgradsøkningen med effektmåling på forskjellige driftspunkter før og etter tiltak. Produksjonsøkningen kan derav enkelt beregnes basert på driftsstatistikk.

Et eksempel på et oppgraderingsprosjekt er gitt i avsnitt 3.5.2.

#### **Reduserte tap i vannveier**

I det svenske regelverket skiller en mellom tiltak som medfører over eller under 1 GWh/år produksjonsendring også for reduserte tap i vannveier. Falltap skal måles før og etter tiltaket. Ved tiltak under 1 GWh, holder det med måling på ett driftspunkt dvs. ved normaldriftssituasjonen/ driftstilstand. For anlegg med økning over 1 GWh kreves måling på fire driftspunkter (hvorav to over normaldrift). Deretter skal årlig produksjonsøkning beregnes i henhold til effekt og brukstid på respektive driftspunkter. Forholdet mellom redusert falltap og fallhøyden etter at tiltaket er gjennomført kan benyttes som tildelingsfaktor.

For enkelte anlegg kan det være en bedre metode å beregne endringen i falltap teoretisk, da vannføringen kan være vanskelig å måle, noe som gir vesentlig usikkerhet i resultatet. Beregning av falltap kan også enkelt utføres ved de ulike driftspunkter, noe som kan gi en høyere nøyaktighet enn å basere produksjonsberegningen på en måling av falltap på ett driftspunkt.

Hvis måling skal benyttes som grunnlag for produksjonsberegningen vil det samme gjelde her som for virkningsgradsmåling, det vil ikke være særlig kostnadsdrivende å utføre en falltapsmåling på 4 driftspunkter fremfor ved 1.

#### 3.4.4 Utvidelsesprosjekter

Utvidelsesprosjekter omfatter tiltak av kategoriene e) og f).

Økt vanngjennomstrømning i anlegget kan skje gjennom:

- Økt slukeevne
- Økt magasinkapasitet
- Økt tilførsel av vann

Et behov for økt slukeevne i kraftverket vil normalt følge av at man ønsker å redusere flomtaket eller være et behov ved økt tilførsel av vann, og derav produksjonsøkning.

Reduksjon av flomtap kan også skje ved økt magasinkapasitet, uten endring av slukeevnen til kraftverket. Produksjonsøkning oppnås derav gjennom økt brukstid.

Dersom produksjonsøkningen helt eller delvis oppnås gjennom økt vanngjennomstrømning, må effekten av dette som regel fastsettes ved modellering av tilstanden før og etter tiltak. Aggregatenes effekt og vannføring ved de forskjellige driftspunkter før og etter tiltak vil være vesentlige parametere for modelleringen, og må fastsettes ved virkningsgradsmåling. Alternative metoder for fastsettelse av aggregatvirkningsgrad vil bli drøftet under avsnitt 3.4.6.

Målinger av aggregatvirkningsgrad må utføres med anerkjent metode i henhold til aktuell standard ifølge IEC 41, og bør utføres på minimum 4 driftspunkter. Målingene før- og etter tiltak må utføres ved de samme driftspunkter og under mest mulige identiske forhold.

Basert på de målte verdier for anleggets vannføring og effekt på forskjellige driftspunkter, tilsigsstatistikk (standardisert grunnlag fra NVE) og flomtapsberegninger, kan produksjonsberegninger ved hjelp av anerkjent dataverktøy utføres for anleggets tilstand før respektiv etter utvidelse. Produksjonsøkningen kan derved fastsettes med rimelig nøyaktighet. En nærmere beskrivelse av denne metodikken er beskrevet under nedenstående avsnitt "Baselinemodell".

For prosjekter med magasin kan Vansimtap (eller et tilsvarende NVE-sertifisert program) med hydrologiske data på ukebasis benyttes i simuleringen.

For uregulerte eller tilnærmelsesvis uregulerte kraftverk bør det benyttes simuleringsprogram med døgndata. For enkeltstående elvekraftverk kan det alternativt lages et regneark som beregner produksjonen med basis i hydrologiske døgndata.

Dersom anleggets vannføring er uendret, vil effektøkning oppnås som følge av endret fallhøyde og virkningsgrad. Produksjonsøkning kan derved verifiseres ved hjelp av målinger på samme måte som beskrevet for prosjektkategori Oppgradering under kapittel 3.4.3.

Eksempel på utvidelsesprosjekt er gitt i avsnitt 3.5.1 og 3.5.4.

### **Baselinemodell**

For beregning av produksjon i et eksisterende vannkraftanlegg (før tiltak) forutsettes etablert en "baselinemodell" for simulering. Modellen må basere seg på verifiserte data fra anlegget.

Energiekvivalent/totalvirkningsgrad beregnes for respektive vannføringer for hvert kraftverk som inngår i vannkraftanlegget. Totalvirkningsgraden beregnes ut fra virkningsgradene (målte/beregnete) for turbin, generator, transformator og vannvei. Dataene benyttes i simuleringsmodellen.

Eksempel på beregningsskjema for ytelse og energiekvivalent/totalvirkningsgrad for et kraftverk (peltonturbin)

Q/Qmax	0,06	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Q (m <sup>3</sup> /s)	0,6	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Midl. bruttofall (m)	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2	512,2
Falltap (m)	0,1	0,2	0,8	1,7	3,1	4,8	6,9	9,4	12,3	15,6	19,2
Netto fallhøyde (m)	512,1	512,0	511,4	510,5	509,1	507,4	505,3	502,8	499,9	496,6	493,0
Virkn.grad vannvei	0,999	0,999	0,998	0,996	0,993	0,990	0,986	0,981	0,975	0,969	0,962
Virkn.grad turbin	0,800	0,890	0,906	0,909	0,909	0,911	0,911	0,911	0,911	0,910	0,907
Virkn.grad generator	0,955	0,960	0,962	0,963	0,974	0,977	0,979	0,982	0,982	0,982	0,982
Virkn.grad transform.	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994	0,994
Totalvirkningsgrad	0,759	0,848	0,865	0,867	0,874	0,876	0,874	0,872	0,868	0,860	0,852
Energiekvivalent (kWh/m <sup>3</sup> )	1,060	1,185	1,208	1,211	1,221	1,223	1,221	1,218	1,212	1,202	1,189
Ytelse turbin (MW)	2,3	4,5	9,1	13,7	18,2	22,7	27,1	31,4	35,7	39,9	43,9
Ytelse aggregat inkl. transformator(MW)	2,2	4,3	8,7	13,1	17,6	22,0	26,4	30,7	34,9	38,9	42,8

Tilslig for anlegget beregnes ut fra NVEs gjeldende isohydatkart, for tiden basert på perioden 1961-1990.

Produksjonssimuleringen utføres med basis i NVEs siste standard hydrologiske periode, for tiden 1970-1999.

Simulering skal skje med Vansimtap eller et annet tilsvarende NVE-godkjent program. NVE fastsetter en prisrekke til bruk i simuleringene. Alternativt gjennomføres beregningene for maksimal produksjon.

Ved tiltak i anlegget må det utarbeides en ny simuleringsmodell som er justert i henhold til tiltakene og som for øvrig baseres på samme prinsipper som "Baselinemodellen".

Resultatet av simulering med denne modellen sammenholdes med resultatet fra "Baselinemodellen" og en tildelingsfaktor kan dermed beregnes. Denne blir forholdet mellom økningen i produksjon og den nye produksjonen.

### 3.4.5 Kombinasjon av tiltak

For prosjekter som omfatter flere hovedkategorier av tiltak, dvs. økt tilslig, nye vannveier og økt effektinstallasjon, bør et simuleringsprogram eller et regnearkssystem benyttes som hjelpemiddel. Et eksempel på et slikt prosjekt er Bjølvo, som er nærmere beskrevet i avsnitt 3.5.3.

### 3.4.6 Generelt vedrørende virkningsgradsmålinger

Tildeling av elsertifikater vil i vesentlig grad basere seg på verifisering av oppnådd produksjonsøkning ved hjelp av virkningsgradsmålinger. Presisjonen i virkningsgradsmålingene er viktig i denne sammenhengen.

Virkningsgradsmåling er komplisert, kostbart og tidkrevende, og for denne type målinger er det spesielt viktig med riktig kompetanse og erfaring. Det er mange forskjellige målemetoder som kan benyttes, avhengig av anleggs-spesifikke parametere som fallhøyde, vannføring, vannveisgeometri, tilgjengelighet etc. Det vil også være varierende usikkerhet i de forskjellige målemetoder.

Det antas at byggherren selv vil være ansvarlig for at virkningsgradsmålinger utføres, noe som vil innebære at denne type oppdrag vil være ute på forespørsel og gjenstand for fri konkurranse. Det finnes per i dag ingen

sertifisering av personell for utførelse av virkningsgradsmåling, og det antas derfor at det kan operere både konsulentfirmaer og enkeltpersoner på dette markedet.

I og med at virkningsgradsmålinger koster mye kan det være fristende for enkelte byggherrer, spesielt mindre selskaper som ikke har tilstrekkelige kunnskaper om dette, å velge den rimeligste løsning på bekostning av kvaliteten på resultatet.

Det vil derfor være viktig at det utarbeides hensiktsmessige retningslinjer for utførelse av virkningsgradsmålinger, spesielt med hensyn til krav til personell. En form for sertifisering / forhåndsgodkjenning av personell bør vurderes innført.

#### 3.4.7 Målemetoder

Bestemmelse av falltap og virkningsgrad for turbiner er avhengig av vannføringsmålinger i vannveien.

Aktuelle metoder for dette er (nøyaktighet i parentes):

- Termodynamiske målinger (+/- 0,7%)
- Flygel (+/- 2%)
- Ultralyd (+/- 0,5%)

Et sett målinger koster i størrelsesorden 100 000 - 500 000 kr

Målinger må utføres med anerkjent metode etter aktuell standard ifølge IEC 41.

Målinger bør normalt utføres på minimum 4 driftspunkter (unntak er tiltak som genererer mindre enn 1 GWh/år) i henhold til det svenske regelverket.

Målingene før og etter tiltak må utføres ved de samme driftspunkter og under mest mulig identiske forhold.

Det er svært vanskelig å få nøyaktige målinger for lavtrykksanlegg. Alternativer til måling

Forslagene til målemetoder i dette dokumentet baserer seg på det svenske regelverket som har lagt til grunn fysisk virkningsgradsmåling av anlegget før og etter opprustningstiltak som det grunnleggende måleprinsipp.

Virkningsgradsmåling av et aggregat før opprustning må gjennomføres da det er vanskelig å simulere/estimere et aggregats fysiske tilstand etter lang tids drift.

Målinger etter utførte tiltak vil gjenspeile økt ytelse og produksjon som for et "nytt" aggregat. Virkningsgraden vil alltid reduseres noe over tid, og den målte verdi vil derfor ikke nødvendigvis være representativ for hele perioden som elsertifikatet utstedes for.

Produksjonsberegninger basert på tilsigsstatistikk, som foreslås benyttet som grunnlag for beregning av produksjonsøkning for utvidelsestiltak, vil også disse være innbefattet med en viss usikkerhet.

Det kan derfor være naturlig å stille spørsmål om det er nødvendig å verifisere ethvert opprustet anleggs virkningsgrad ved hjelp av fysiske målinger, eller om det for dette formål kan være tilstrekkelig nøyaktig å basere seg på virkningsgradskurver oppgitt fra leverandør eller beregnet i simuleringprogrammer. Virkningsgradskurver som oppgis av leverandør er basert på modellprøver og virkningsgradsprøver på modell- like aggregater, og

vil normalt gi tilstrekkelig nøyaktighet. Det finnes også dataverktøy som kan benyttes for å anslå turbinvirkningsgrad med nøyaktighet tilnærmet som for målinger. Spesielt for lavtrykksanlegg kan dette være et godt alternativ. Der er målenøyaktigheten vesentlig dårligere enn for høytrykksanlegg.

I de fleste tilfeller vil det imidlertid være ønskelig, og stilt krav i kontrakt, om at leverandør skal verifisere virkningsgrad ved hjelp av virkningsgradsmålinger på anlegg etter en utført opprustning.

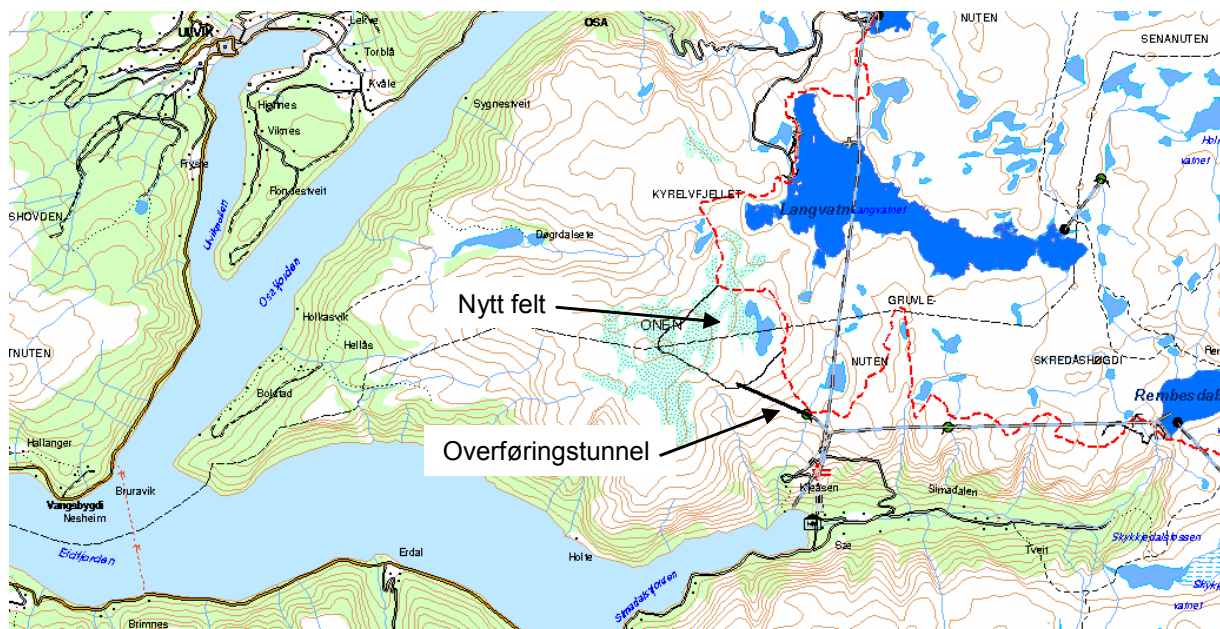
### 3.5 Eksempler på opprustnings- og utvidelsesprosjekter

#### 3.5.1 Eksempel på utvidelsesprosjekt fra Statkraft – Prosjekt Oneåa

Utbyggingen består av overføring av Oneåa fra Onavatn til inntak Åsana på svingesjakt/tilløpstunnelen til Sy-Sima kraftverk. Overføringen gir ikke vanntap i reguleringsområdet, og siden overføringen medfører en økt tilførsel av vann og faller den inn under kategori a)iii i det svenske regelverket.

Tildelingsfaktoren for Oneåa baseres på forholdet mellom økningen i normalårs-vannvolum og totalt normalårs-vannvolum i anlegget etter modifikasjon. Vannvolumene er hentet fra NVEs isohydatkart i perioden 1961-90.

- Økningen i normalårs-vannvolum for det nye feltet er beregnet til 12.6 mill. m<sup>3</sup>
- Den totale normalårs-vannvolum for feltet etter modifikasjon er på 672.6 mill. m<sup>3</sup>
- Dette gir en tildelingsfaktor på 0.02



**Kart 1 Nytt felt til reguleringsområde Sima**

#### Konklusjon:

- Tildelingsfaktoren i dette eksempelet beregnes på en enkel måte ved bruk av NVEs isohydatkart.
- Beregningsmetoden avviker litt fra det svenske regelverket, siden tildelingsfaktoren beregnes før vannet går gjennom anlegget.
- NVEs isohydatkart gir beregningsgrunnlag for tildelingsfaktoren fra en objektiv instans.

### 3.5.2 Eksempel på oppgradering fra Statkraft – Mår kraftverk

I Mår kraftverk gjennomføres et prosjekt der turbinene oppgraderes. Prosjektet vil medføre en forbedret virkningsgrad, noe som betyr at kategori c i det svenske regelverket kan benyttes. Fordi økning ved dette kraftverket er over 1 GWh kreves måling på fire driftspunkter. Forholdet mellom forbedringen i virkningsgrad og virkningsgraden etter tiltaket kan her benyttes som tildelingsfaktor.

Ved Mår kraftverk blir det foretatt målinger av virkningsgrad både før og etter oppgraderingen.

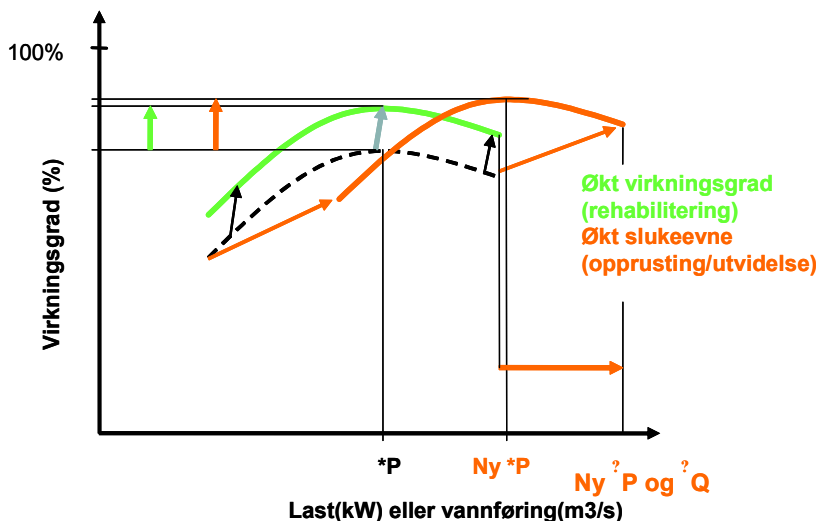
På nåværende tidspunkt er det bare gjort oppgraderinger på deler av anlegget (to av fem turbiner). Beregning av tildelingsfaktoren for hele anlegget er derfor ikke mulig.

Målinger på en av de ferdigstilte turbinene er gjort på flere driftspunkter, noe som passer bra med det svenske regelverket.

- For den ferdigstilte turbinen er det målt en økning på 2.9%.
- Virkningsgraden etter oppgraderingen er målt til 91.3%.
- Dette gir en tildelingsfaktor på 0.03

En mer detaljert beregning av tildelingsfaktor for en turbin er vist på neste side. Figuren under viser en prinsippskisse på økt virkningsgrad og økt slukeevne.

#### Typisk virkningsgradsøkning ved **rehabilitering** og økt virkningsgrad og økt slukeevne ved **opprusting/utvidelse**



**Figur 1: Prinsippskisse på økt virkningsgrad og slukeevne**

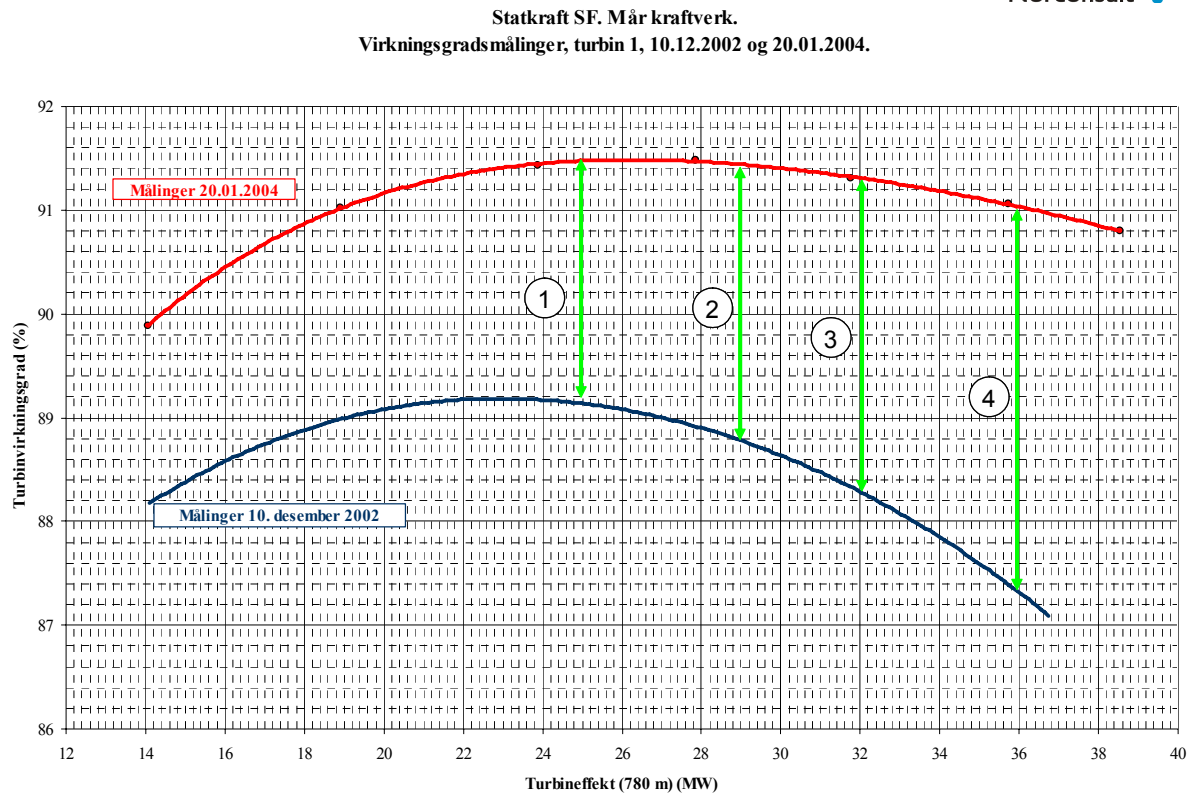
Ifølge det svenske regelverket må følgende punkter på Mår kraftverk oppfylles:

- Virkningsgradmålinger før og etter rehabilitering på fire driftspunkter
- Brukstiden ved de ulike punktene beregnes ut ifra driftsstatistikken for anlegget (ref. De svenske forskriftene)

Riktig forholdstall for virkningsgradsøkningen vil fremkomme ved en vektning av de ulike driftspunktene i forhold til brukstid.

Tildelingsfaktoren bestemmes ut i fra forholdet mellom det vektete tallet for virkningsgradsøkningen og snittet av virkningsgradsmålingen for de fire punktene etter rehabiliteringen.

Figuren viser målingene som er gjort på Mår.



**Figur 2 Virkningsgradskurve før og etter rehabilitering**

Mår har en brukstid på 5500 timer pr år. Tabellen viser maskinkapasitet, veiefaktor, brukstid, virkningsgradsøkning, veid økning og ny virkningsgrad ved punktene 1,2,3 og 4 i virkningsgradfiguren.

Punkt	Maskinkapasitet (%)	Veiefaktor	Brukstid	Virkningsgradsøkning (%)	Veid økning (%)	Ny virkningsgrad
1	70	0.2	1100	2.33	0.5	91.5
2	80	0.25	1375	2.65	0.7	91.5
3	90	0.35	1925	3	1.1	91.3
4	Maks	0.2	1100	3.75	0.8	91.1
Total		1	5500		2.9	91.3

**Tabell 3 Grunnlagsdata for beregning av tildelingsfaktor**

Tildelingsfaktoren blir ut i fra kriteriene på forrige side, for en turbin, lik 0.03

#### Konklusjon

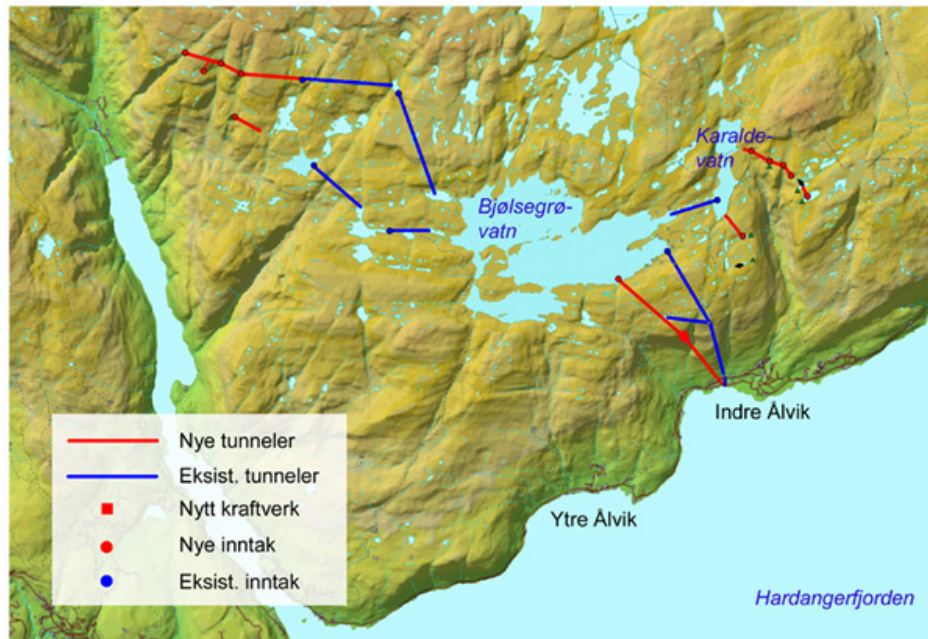
- Tildelingsfaktoren beregnes for hele anlegget (alle turbinene) ut fra virkningsgradsmålinger før og etter rehabilitering.
- De svenske kriteriene for oppgradering av turbiner kan passe bra for prosjekter i Norge og kan brukes som de er.



Alternativt kan energiekvivalent/totalvirkningsgrad for respektive vannføringer beregnes for kraftverket og simulering foretas ved hjelp av Vansimtap. Tildelingsfaktoren blir da midlere differanse i produksjon dividert med den nye midlere produksjonen.

### 3.5.3 Eksempel på et sammensatt prosjekt fra Statkraft – Bjølvo kraftverk

Gamle Bjølvo kraftverk er erstattet med et nytt kraftverk inne i fjellet med større installert effekt, samt nye inntak som medfører økt vanntilførsel til magasinet Bjølsegrøvatn. (Se kart)



### Kart 2 Oversikt over reguleringsområde til Bjølvo kraftverk før og etter rehabilitering

Hensikten med å ta med denne type prosjekt for beregning av "baseline" tildelingsfaktor, er at det inneholder oppgraderinger som berører alle hovedformene i det svenske regelverket. Samtidig har det tidligere vært store flomtap.

For å ta høyde for flomtap, miljørestriksjoner og oppgraderinger i anlegget når vi beregner tildelingsfaktoren, har vi funnet det nødvendig å bruke optimaliseringsprogrammet Vansimtap som hjelpemiddel.

Oppgraderingene består av:

- Økt tilsigsvolum
- Ny vannvei ned til kraftverket
- Ny installert effekt

I tabellen på neste side er resultatene fra en simulering i Vansimtap, med input fra NVEs isohydatkart og en generell prisrekke.

	Innst effekt MW	Totalt tilsig GWh	Produksjon GWh	Differanse GWh
<b>Med reell prisrekke</b>				
Gamle Bjølvo	54.0	357.0	<b>337.5</b>	
Nye Bjølvo	100.0	408.8	<b>410.3</b>	<b>72.8</b>
Nye Bjølvo m/forbitapping 0,5 og 1 m3/s	100.0	408.0	<b>372.0</b>	<b>-38.3</b>
Nye Bjølvo m/forbitapping 1 og 2 m3/s	100.0	407.1	<b>335.5</b>	<b>-74.8</b>

**Tabell 4 Resultatpresentasjon fra Vansimtap**

Bjølvo kraftverk består av to aggregater. Et hovedaggregat og et aggregat som skal sørge for kjølevannsforsyning til det lokale smelteverket. Kjølevannsforsyningen kan sees på som en miljørestriksjon av samme karakter som en minstevannsføring.

Forbitappingen som er tatt med i resultatene, er et forsøk på vise hvilken effekt strengere miljørestriksjoner har å si for anlegget.

Tildelingsfaktoren kan beregnes på følgende måte:

- Produksjonsdifferanse er beregnet til 72.8 GWh
- Produksjon etter oppgradering er 410.3 GWh
- Tildelingsfaktor blir 0.2

#### *Konklusjon*

- Vansimtap er et verktøy, som kan benyttes til beregning av tildelingsfaktor
- En objektiv instans (NVE) må gi ut en generell prisrekke, for å unngå spekulasjon
- En objektiv instans (NVE) eller personer/firmaer sertifisert av NVE kan kjøre simuleringene for kontroll av resultatene

#### 3.5.4 Eksempel på opprusting/utvidelsesprosjekt fra Statkraft – Høyangeranleggene

Høyangeranleggene består av kraftverkene K5A, K5B, K2, K3 og K4 med en samlet årlig produksjon på ca. 900 GWh.

Høyangeranleggene er typiske industrianlegg som er utviklet over en periode på ca. 90 år. I de senere årene er det utarbeidet en rekke alternative løsninger for opprusting og utvidelse av kraftverkene. Blant disse er bygging av nye kraftverk vurdert.

For K5A og K5B ble rehabilitering av de eksisterende kraftverkene funnet mest lønnsom og de fleste tiltakene (utskifting av rørgater, nye løpehjul etc.) er gjennomført. Kraftverkene er dermed rehabilitert slik at de kan driftes i nye 20-25 år. Produksjonsøkningen som er oppnådd er beskjedent, og kun et resultat av økt virkningsgrad for turbinene.

K2 og K3 nytter vann fra de østlige feltene. Her konkurrerer bygging av et nytt kraftverk med rehabilitering av de gamle. Et nytt kraftverk vil kunne gi fra 80-125 GWh ny kraft avhengig av løsningen som velges. Opprusting av de gamle vil kun gi gevinst pga. noe bedring av virkningsgraden for aggregatene.

Lønnsomheten for alternativene er svært lik, men rehabiliteringsalternativet krever langt mindre investering, og vil i utgangspunktet være den løsningen som velges.

En innføring av elsertifikater for tilleggsproduksjonen vil kunne øke lønnsomheten ved bygging av et nytt kraftverk slik at dette alternativet vil bli foretrukket. Dette vil klart være den mest framtidsrettede og samfunnsøkonomisk beste løsningen, og elsertifikater vil kunne være med på å sikre denne.

## 4 OPPRUSTNING OG UTVIDELSE AV ANDRE TYPER ANLEGG ENN VANNKRAFT

### 4.1 Generelt

Det vil være en fordel om de krav som stilles til andre typer anlegg er mest mulig like de som stilles til vannkraftanlegg. Lovutkastet omtaler i tillegg til vannkraft også vindkraft, solenergi, havenergi (tidevann, bølger, saltgradienter), geotermisk energi og bioenergi (etter særskilt forskrift). I høringsnotatet klargjøres det at det kan bli aktuelt å inkludere også andre fornybare energikilder dersom det skulle vise seg å være hensiktsmessig.

Når det gjelder solenergi, vindkraft, bølgekraft og tidevannskraft karakteriseres disse av at man "høster" av en ressurs som er der enten man bruker den eller ikke. Hvis man ikke bruker den, går muligheten tapt. Energiomformingen skjer som oftest i trinn som er tilnærmet lineært koblet til hverandre, og energi-produksjonen avhenger derfor direkte av hvor mye av ressursen som er tilgjengelig til enhver tid. Vi kaller denne kategorien av anlegg for "enkle anlegg".

Anlegg for bioenergi, geotermisk energi og muligens saltkraft er mer sammensatte, gjennom at koblingen mellom prosessstrinn kan være mer ulineære. Oppgradering eller utvidelse i slike anlegg kan omfatte delsystemer, og totaleffekten av et tiltak i et delsystem kan være komplisert å anslå. Vi kaller her denne kategorien av anlegg for "sammensatte anlegg". Slike anlegg har fellestrekk med utvidelsesprosjekt for vannkraft.

For "enkle anlegg" kan man tenke seg tiltak som øker virkningsgraden og tiltak som øker installert effekt. For tiltak som øker virkningsgraden på installert utstyr vil det være økningen i virkningsgrad som kvalifiserer til sertifikater. Situasjonen vil være analog med tiltak i turbin i et vannkraftanlegg. Dersom man øker installert effekt (for eksempel plasserer ut flere møller i et eksisterende vindkraftanlegg), vil det være denne tilskuddsproduksjonen som kvalifiserer til sertifikater.

For "sammensatte anlegg" kan man tenke seg mange tiltak som øker virkningsgraden på anlegg. I den grad økningen i ytelse skjer på en måte som ikke påvirker systemets dynamiske egenskaper (dvs. man kan tenke seg anlegget delt inn i en ny og en gammel del som ikke vekselvirker med hverandre) vil hele økningen i ytelse være sertifikatberettiget. Om vi derimot har et anlegg bestående av kjelanlegg, dampanlegg og turbiner, så kan tiltak i for eksempel kun kjelanlegget påvirke anleggets totale ytelse, men ikke nødvendigvis lineært. Det er nødvendig å ta hensyn til samspillet mellom kjel, dampanlegg, turbin og kjølesystem. Dette kan kun gjøres gjennom beregninger.

Når det gjelder anlegg som utnytter deponigass kan man tenke seg situasjoner som er analoge med tiltak som øker slukeevnen i et vannkraftverk. Produksjonen øker ikke lineært med effektøkningen dersom man ikke har et permanent overskudd på ressursen.

I det tilfelle at et anlegg ikke er tilknyttet nett kan man også tenke seg energilager i anlegget. Slike anlegg vil imidlertid kun bli godkjent etter særskilt vurdering. Effekten av tiltak i lager i et frittstående anlegg vil være å endre netto systemvirkningsgrad, og denne effekten vil måtte anslås gjennom beregninger.

## 4.2 Grunnlag for måling av virkningen av opprustning og utvidelse

For tiltak som kun påvirker virkningsgraden til en komponent og der forandringen påvirker systemvirkningsgraden lineært ("enkle anlegg"), vil det være tilstrekkelig å legge til grunn data for virkningsgradsendringen. Dersom det foreligger måling av forandringen gjennom overtakelsesprøver kan disse legges til grunn. I slike tilfeller er det viktig å dokumentere tilstanden til den utskiftede komponenten tilsvarende. Dersom det er vanskelig å gjøre målinger på komponenten i anlegget kan produsentdata legges til grunn.

Når det gjelder tiltak som øker installert effekt gjennom å installere flere enheter vil det være tilstrekkelig å måle produksjonen fra disse enhetene separat. Dersom man øker installert effekt gjennom å skifte ut aggregater (f.eks vindturbiner), er det mer komplisert å anslå økt produksjon. Man vil da måtte ty til modellberegninger. Dersom tiltak påvirker systemets dynamiske egenskaper ("sammensatte anlegg") vil det også være nødvendig med modellberegninger.

I de tilfeller modellberegninger er nødvendige vil man måtte legge til grunn et "normert" beregningsgrunnlag analogt med hva som er foreslått for vannkraft:

- Solenergi trenger standardiserte klimadata. Slike finnes allerede for i hvert fall Bergen og Oslo.
- Produksjonen fra vindkraftanlegg må beregnes med utgangspunkt i et veldefinert vindklima. Det er imidlertid vanskelig å produsere relevante syntetiske "måleserier" for vind. Det kan være nærliggende å bruke reelle måleserier fra hele år for det aktuelle stedet, da slike måleserier typisk vil være å finne fra vindkraftanleggene. Det finnes imidlertid flere forhold som må avklares: hvordan skal man ta hensyn til topografiens effekt; hva gjør man om målingene er registrert på vesentlig lavere høyde enn de nye møllene vil ha etc. Det er behov for å gå gjennom disse problemstillingene grundig før et regelverk utformes. Det vil være viktig også å beskrive hvilke beregningsmetoder som skal brukes. Ulike fagmiljøer benytter i dag delvis ulike, og noen ganger proprietære, beregningsverktøy.
- Produksjonen fra tidevannsanlegg kan beregnes med utgangspunkt i modellerte tidevannsstrømmer.
- For bølgekraft er problemstillingen parallell med vindkraft.

## 4.3 Reinvestering i anlegg

Noen anlegg kan være i så dårlig tilstand at det vurderes å legge dem ned. Det norske lovforslaget stipulerer da at driften må ligge nede i minimum 5 år dersom et nytt anlegg på samme sted skal kunne tildeles sertifikater (med unntak av en eventuell økning av kapasiteten). Dette vil kunne medføre at nyinvesteringer utsettes med flere år for at anlegget skal kunne kvalifisere for sertifikater, hvilket medfører dårligere utnyttelse av den fornybare ressursen.

---

## 5 OPPSUMMERING

### 5.1 Kriterium for å kvalifisere anlegg

Begrepet byggestart som kriterium for om et anlegg kvalifiserer til tildeling av sertifikater eller ikke, forutsetter at man aksepterer en variert type dokumentasjon fra tiltakshaver (bl.a. melding til Arbeidstilsynet, kontrakter med og fakturaer fra entreprenører, startordre, protokoller fra byggemøter og vitneutsagn). Å etterprøve denne typen dokumentasjon kan være arbeidskrevende, og avslag begrunnet i byggestart før 1.1.2004 vil kunne føre til klageprosesser. Håndhevingen av kriteriet vil måtte baseres på skjønn, hvilket medfører at en konsistent og forutsigbar saksbehandling ikke kan garanteres fullt ut. Antallet prosjekter som kommer i en gråsone er imidlertid ikke nødvendigvis stor, slik at problemstillingen likevel kan være overkommelig.

Idriftsettelse vil være et administrativt enklere kriterium for både nye anlegg og opprustning og utvidelse. Idriftsettelse kan defineres med utgangspunkt i datoen for overtakelse av anlegget fra leverandøren. Dette tidspunktet vil som regel være godt dokumentert i form av overtakelsesprotokoll signert av både tiltakshaver og leverandør etter fullført overtakelsesprøve.

Skulle idriftsettelse fra 1.1.2004 bli valgt som kriterium vil et betydelig sertifikatvolum kunne være tilgjengelig allerede ved innføringstidspunktet for ordningen, noe som kan gi ordningen en bedre start.

### 5.2 Opprustning og utvidelse

I hovedsak kan regler som er konsistente med det svenske regelverket benyttes. Rehabiliteringsdelen av et prosjekt bør også kvalifisere til sertifikater da det er vanskelig og unaturlig å skille ut denne.

I de tilfeller vanngjennomstrømningen i anlegget endres, vil det i de fleste tilfeller være nødvendig å legge modellberegninger til grunn for sertifikattildeling. NVEs isohydatkart, anerkjente simuleringsprogrammer og standardiserte prisrekker vil være nødvendige komponenter i slike arbeider.

For andre fornybare energikilder er situasjonen analog med vannkraft, men det vil være nødvendig å legge mer arbeid i å definere de beregningsmetoder og datakilder som skal brukes.

## Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2005

- Nr. 1 Olav Isachsen, Per F. Jørgensen, Lars Bugge, Peter Bernhard: Grønne sertifikater og biobrensel ( s.)
- Nr. 2 Lars Sigurd Eri, Kjelforeningen – Norsk Energi : Sertifikatberettiget elkraftproduksjon basert på spillenergi fra industri ( s.)
- Nr. 3 Rune V. Engeset: Undersøkelser ved Blåmannsisen 2004 (18 s.)
- Nr. 4 Eli Alfnes, Elin Langsholt, Thomas Skaugen and Hans-Christian Udnæs: Updating snow reservoir in hydrological models from satellite-observed snow covered areas (47 s.)
- Nr. 5 Ånund Sigurd Kvambekk, Åge Brabrand: Bruk av Akerselva til oppvarming/nedkjøling av Avantors bygningsmasser i Nydalen (14 s.)
- Nr. 6 Hans-Christian Udnæs: Real time demonstration of satellite-observed snow covered area in the HBV model Spring 2004 (12 s.)
- Nr. 7 Roger Sværd: Overføring av Røvatn til Hjertvatn i Forsåvassdraget, Ballangen kommune. Virkninger på vannstands- og vannføringsforhold (83 s.)
- Nr. 8 Ragnar Moholt, Odd Gregersen, Kjell Karlsrud: Program for økt sikkerhet mot leirskred Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Stabilitetsanalyser – forslag til sikringstiltak
- Nr. 9 Ragnar Moholt, Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred på Bragernes, Drammen kommune. Grunnundersøkelser – datarapport
- Nr. 10 Ånund Sigurd Kvambekk: Vannføring i Suldalslågen i perioden 10. april til 30. juni Vannføringslipp for å oppnå vanntemperaturer nær uregulerte forhold (15 s.)
- Nr. 11 Hans Christian Olsen: Sedimentavsetningene i Eidsvann (34 s.)
- Nr. 12 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget. Stabilitetsanalyser - forslag til tiltak
- Nr. 13 Odd Gregersen: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Risiko for kvikkleireskred langs Liervassdraget - Lier kommune. Grunnundersøkelser - datarapport
- Nr. 14 Eli Alfnes, Liss M. Andressen: Time series of snow distribution. An analysis of snow distribution data from three areas in southern Norway 2002-2004 (44 s.)
- Nr. 15 Hervé Colleuille: Groset forsøksfelt (016.H5). Grunnvanns- og markvannsundersøkelse. Årsrapport 2004. Status pr. august 2005 (41 s.)
- Nr. 16 Hervé Colleuille: Filefjell - Kyrkjestølane (073.Z) Grunnvannsundersøkelser - Årsrapport 2004 Status pr. august 2005 (15 s.)
- Nr. 17 Hervé Colleuille: Skurdevikåi tilsigsfelt (015.NDZ) Grunnvannsundersøkelser. Årsrapport 2004 Status pr. august 2005 (17 s.)
- Nr. 18 Lars-Evan Pettersson: Vannføringsstasjoner i Midt- og Nord-Norge (31 s.)
- Nr. 19 Bård Aspen, Jonas Sandgren, Erik Berger, Knut Tjugen, Sweco Grøner as: Regelverk for elsertifikater