NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

PUBLIKASJON NR

ANBUDSDOKUMENT FOR VINDKRAFTVERK

EKSEMPEL

ENERGIDIREKTORA

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

E-4
1989

NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

TITTEL: Anbudsdokument for vindkraftverk Eksempel	NR E 4
	DATO
FORFATTERE / SAKSBEHANDLER(E)	ISBN 82-410-0059-6
Christian Grorud, NVE-E Tor Anders Nygaard, Institutt for energiteknikk	ISSN 0802-3034

ORIENTERING:

Som ansvarlig for det norske forkningsprogrammet på vindkraftområdet ser NVE-Energidirektoratet det som en oppgave å spre informasjon om utnyttelse av vindkraft. På denne bakgrunn utgis dette dokumentet som er en bearbeidet utgave av det anbudsgrunnlag som NVE og Sør-Trøndelag Kraftselskap benyttet ved innhenting av tilbud på prøveanlegg for vindkraftverk henhv. i 1983 og 1986. Bearbeidelsen er foretatt av en komité med Tor Anders Nygaard/Institutt for energiteknikk og Stein Kotheim/Sør-Trøndelag Kraftselskap som hovedbidragsytere. Arbeidet er foretatt på bestilling fra NVE, og inngår i det statlige forskningsprogrammet på vindkraftområdet. Programmet er finansiert av Olje- og energidepartementet og administreres av NVE-Energidirektoratet. Hensikten med dokumentet er å gi underlag for kraftselskaper og andre som vurderer å innhente anbud på vindkraftverk. Det foreliggende materialet bør ikke betraktes som et endelig dokument. NVE oppfordrer derfor alle brukere om å gi tilbakemelding om de erfaringer som innhentes ved bruk.

Anbudsdokumentet er utarbeidet i en engelsk og en norsk utgave, begge utgaver kan bestilles fra NVE-E, både med og uten utfyllende eksempeltekst.

EMNEORD

VINDKRAFT
ANBUD

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Omslagsbilde: Vindkraftverk på Frøya i Sør-Trøndelag
Foto: Tore Wuttudal

Kontoradresse Middelthuns gate 29 Oslo
Postadresse Boks 5091 Maj 0301 OSLO 3
Telefon 02 46 98 00
Telex 79397 NVEO N
Telefax 02 69 61 51
Bankgiro 0629.05.75026
Postgiro 5 05 20 55

Forord

NVE-Energidirektoratet har hatt ansvaret for det norske forskningsprogrammet på vindkraftområdet siden 1983. Høsten 1988 tok direktoratet initiativ til et demonstrasjonsprogram for vindkraft. Hensikten med demonstrasjonsprogrammet er å spre kunnskap og erfaringer om vindkraft - ved å bygge og drive vindkraftverk på representative steder i Norge. Målet er å bygge 10-15 vindkraftverk innen 1993, med en samlet effekt på ca 4 MW. Som virkemiddel for å nå dette målet kan det ytes inntil 50 % tilskudd til investeringer i vindkraftverk som bygges i regi av norske kraftselskaper.

Det foreliggende anbudsdokumentet vil forhåpentligvis være til hjelp som et underlag ved innhenting av pristilbud fra leverandører av vindkraftverk. Dokumentet er utarbeidet på norsk og på engelsk. Den engelske versjonen er i hovedsak en språklig oversettelse, og bør gjennomgås av jurist i hvert enkelt tilfelle når den brukes som (del av) et avtaledokument.

For bruk innenfor Norden har Teknologibedriftenes Landsforbund TBL (tidligere Mekaniske Verksteders Landsforbund - MVL) utarbeidet to kontraktsmodeller som også bør studeres i forb med innkjøp av vindkraftverk: NL 85 (Nordiske leveringsbetingelser) og NLM (Nordiske leverings-, og monteringsbetingelser).

INNHOLDSFORTEGNELSE

Seksjon	Side
1. INNLEDNING	1
2. GENERELL SPESIFIKASJON FOR LEVERING AV .. STK. VINDKRAFTVERK	1
2.1 Beskrivelse av prosjektet	1
2.2 Leveringsomfang - leveringsgrenser	2
3. LEVERINGSBETINGELSER	2
3.1 Generelle opplysninger	2
3.1.1 Almene vilkår	2
3.1.2 Kontrakt	2
3.1.3 Teknisk beskrivelse - Dokumentasjon	3
3.1.4 Tidsplan	4
3.1.5 Referanser	5
3.2 Spesielle vilkår	5
3.2.1 Arbeidsforhold ved montasje	5
3.2.2 Idriftsettelse - prøvedrift - overtagelse	5
3.2.3 Garantier	6
3.2.3.1 Funksjonsgarantier	6
3.2.3.2 Vind-effektkurve - Produksjon	6
3.2.4 Priser og betalingsbetingelser	6
3.2.4.1 Priser	6
3.2.4.2 Sikkerhetsstillelse	6
3.2.4.3 Betalingsforløp	7
4. TEKNISK SPESIFIKASJON	7
4.1 Innledning	7

Seksjon Side

4.2 Driftsbetingelser 8
4.2.1 Vindkarakteristikk 8
4.2.1.1 Normale betingelser 8
4.2.1.2 Ekstreme betingelser 8
4.2.2 Omgivelsesforhold 9
4.2.2.1 Temperatur - trykk og fuktighet 9
4.2.2.2 Regn - snø - hagl og salt 9
4.2.2.3 Lyn 10
4.2.3 Nettforhold 10

4.3 Generelle krav 11
4.3.1 Tekniske grunnlagskrav 11
4.3.2 Effekt - vindhastighetskurve 11
4.3.3 Driftstilstander 12

4.4 Spesielle tekniske krav 13
4.4.1 Innledning 13
4.4.2 Standarder og forskrifter 13
4.4.3 Vindkraftverket 14
4.4.4 Elektrisk apparat- og kontrollanlegg 14
4.4.5 Tårn 15
4.4.6 Fundament 15

4.5 Kvalitetskontroll og sikkerhet 15
4.5.1 Generelt 15
4.5.2 Sikkerhetssystem 16

4.6 Mekaniske belastninger 16

4.7 Drift og vedlikehold 16

4.8 Reservedeler 17

4.9 Prøver 17

5. REFERANSER 17

Seksjon		Side
VEDLEGG 1	Endringer til AKB/1988 for vindenergiformål	
VEDLEGG 2	Definisjoner - vinddata	
VEDLEGG 3	Anbudsinnbydelse og prisblad	
VEDLEGG 4	Eksempler på nett-tilkopling	

1. INNLEDNING

Byggherre:

Byggested:

Formål:

Eksempel: Vindøya kraftselskap eies av Vindøya kommune og ivaretar detaljforsyningen av elektrisk energi til eierkommunen, foruten kontraktslevering til fiskeindustrien. For å styrke energiforsyningen i området, vurderer kraftselskapet å bygge vindkraftverk på sydspissen av øya.

2. GENERELL SPESIFIKASJON FOR LEVERING AV .. STK. VINDKRAFTVERK

2.1 Beskrivelse av prosjektet

Enheter og antall:

Akselretning:
Antall blader:
Effektkontroll:
Oppvind/nedvind:
Merkeeffekt:
Type generator:

Byggsted:

Eksempel: Forespørselen gjelder levering av 1 stk. komplett vindkraftverk. Vindkraftverket skal ha en horisontalakslet, trebladet, stallregulert, oppvinds turbin, med merkeeffekt 50 kW - 60 kW og asynkrongenerator.

Byggested vil være Vindneset på Vindøya. Stedet ligger ca. 200 km fra Vindheim.

2.2 Leveringsomfang - leveringsgrenser

Anbudet skal gjelde et komplett vindkraftverk omfattende konstruksjon, produksjon, transport, montasje, idriftsettelse, opplæring, prøving før overtakelse, og alle kostnader forbundet med garantiforpliktelser.

Alle utsprengnings- og utplaneringsarbeider på byggeplassen, fundament, samt opparbeiding av vei fra eksisterende vei frem til byggestedet, er byggherreleveranse.

Leveringsgrense:

Eksempel: Leveringsgrense mot kraftnettet er 230 V kabel ut fra tårn.

Separat skal tilbys et sett anbefalte reservedeler, samt en heldekkende drifts- og vedlikeholdskontrakt, gjeldende i 3 år etter overtakelse, og havariforsikring.

3. LEVERINGSBETINGELSER

3.1 Generelle opplysninger

3.1.1 Almene vilkår

For levering gjelder, når intet annet er spesifisert, Avtaledokument /3/ med de tilleggsbestemmelser byggherren forlanger.

3.1.2 Kontrakt

For leveringen tas sikte på å inngå en priskontrakt, som vil inneholde de endelige generelle og tekniske betingelser.

Forespørsel og anbudsdokumenter kan følge som vedlegg til kontrakten.

Prioriteringen av disse dokumenter vil i tilfelle bli som følger:

- kontrakten
- forespørselen
- anbudsdokumentene

3.1.3 Teknisk beskrivelse - Dokumentasjon

Med anbudet skal det leveres teknisk underlag tilstrekkelig til en grundig vurdering av det tilbudte utstyr. Følgende tegninger skal følge anbudet:

- sammenstillingstegning av maskinhus
- tårn
- fundamentstegning
- tegninger som viser tunge og vanskelige montasjeløft med laster angitt
- transporttegning med dimensjoner og vekter

Det skal gis en sammenfattende teknisk beskrivelse av det komplette aggregat med angivelse av relevante data.

Ved levering av aggregatet skal følgende beskrives og relevante data angis:

- turbinblader
- turbinnav
- transmisjonssystem
- turbinbrems
- tørnesystem for turbin
- låsesystem for turbin
- el. anlegg inkl. generator
- løfteutstyr
- maskinhus
- sidevridning-system
- tårn og fundament
- kontrollanlegg
- sikkerhetssystem
- lynavledningssystem
- målesystem
- instruks for drift, ettersyn og vedlikehold

Følgende tegninger skal medsendes:

- bladtegning
- snitt av blad ved forskjellige radielle posisjoner
- plott av tykkelses- og vridningsfordeling
- plott av profilkoeffisienter (Cl, Cd, Cm) for de vingeprofiler som er benyttet.

- sammenstillingstegning av nav
- el- og kontrollskjemaer

Teknisk dokumentasjon leveres i 3 - tre - eksemplarer etter at anlegget er satt i drift.

Analyse av belastningstilfeller

Det skal gis en beskrivelse av hvordan aggregatet og dets forskjellige deler påvirkes av de forskjellige mekaniske belastningstilfellene som spesifisert i pkt. 4.6 i teknisk spesifikasjon.

Kontroll- og prøveplan

Et forslag til kontroll- og prøveplan skal inngå i anbudsdokumentasjonen. I planen skal angis type av kontroller og prøver som skal utføres under tilvirkning og montasje på både komponenter og komplett vindkraftverk, samt omtrentlige tidspunkter. I planen skal indikeres om prøver gjøres av hovedleverandør, av underleverandører eller av frittstående inspeksjonsorgan, samt hvilke prøver man forventer seg nærvær av bestillers kontrollør.

Transport og montasjemetoder

Det skal gis en beskrivelse av hvordan det tilbudte anlegg transporteres og monteres. Behov for kraner skal fremgå. Maksimalt tillatt vindhastighet i navhøyde ved løft skal angis. Byggherre holder kran, leverandør oppgir spesifikasjoner for løfteutstyr.

Vedlikehold

En beskrivelse av ettersyn- og vedlikeholdsrutiner skal inngå i anbudet.

Reservedeler

Et sett anbefalte reservedeler skal spesifiseres og tilbys. For slitasjedeler, det vil si komponenter med levetid kortere enn 25 år, skal utskiftningsfrekvens angis.

3.1.4 Tidsplan

Anbudet skal inkludere tidsplan for prosjektgjennomføring.

3.1.5 Referanser

Referanseliste for tidligere leverte anlegg skal medleveres anbudet.

3.2 Spesielle vilkår

3.2.1 Arbeidsforhold ved montasje

Leverandøren skal selv sørge for:

- kost og losji, for eget og innleid personell
- rydding, renhold og bortkjøring av avfall
- forsyning av forbruksartikler, varme og trykkluft
- nødvendige lokaler, lagerplasser
- nødvendig verktøy, rigg- og lettere løfteutstyr
- evt. vakthold, sikringstiltak

Bestiller sørger kostnadsfritt for fremføring av byggestrøm.
Bestiller sørger for kran til montasje av tårn og møllehatt.

3.2.2 Idriftsettelse - prøvedrift - overtagelse

Idriftsettelse, prøving og opplæring før overtagelse skal inkluderes i anbudet, likeledes prøver før utløp av garantitid.

Leverandøren forestår idriftsettelse av anlegget sammen med bestillerens driftspersonell.

Leverandørens idriftsettelsesstab har ansvaret for anleggets drift inntil overtagelse.

Idriftsettelsen avsluttes med de i teknisk spesifikasjon nærmere beskrevne avleveringsprøver og prøvedrift.

Leverandøren skal om nødvendig stille personell ved anlegget under prøvedriften.

Når anlegget er ferdigmontert og idriftsatt, all tilhørende dokumentasjon mottatt, de avtalte prøver har funnet sted med tilfredsstillende resultat og prøvedriften gjennomført, gjennomgår bestilleren og leverandøren anlegget i fellesskap.

Når denne gjennomgang har funnet sted med tilfredsstillende resultat, og det eventuelt er oppstilt mangelliste med tidsplan for utbedringer av mangler, overtar bestilleren leveransen. Leveransen kan ikke nektes overtatt såfremt den bare er beheftet med uvesentlige mangler. Overtagelsen skjer skriftlig, idet begge parter underskriver et overtagelsesdokument. På dette tidspunkt starter garantitiden.

3.2.3 Garantier

3.2.3.1 Funksjonsgarantier

Disse er spesifisert i Alminnelige kontraktbetingelser.

3.2.3.2 Vind-effektkurve - Produksjon

I anbudet skal inngå anleggets vind-effektkurve oppmålt i henhold til IEA-normen /1/. Med standardvinden som er oppgitt i teknisk spesifikasjon skal forventet årsproduksjon beregnes. Anslått tilgjengelighet skal oppgis.

3.2.4 Priser og betalingsbetingelser

3.2.4.1 Priser

Alle priser skal oppgis i norske kroner eksl. avgifter til Den norske stat.

Anbudet skal gis med fast pris og skal være bindende i 3 måneder.

Vedlagte prisblad skal returneres i utfyllt stand.

3.2.4.2 Sikkerhetsstillelse

Leverandøren skal stille sikkerhet i overensstemmelse med bestemmelsene i AKB/1988, pkt. 9. /2/.

Bestilleren skal ikke stille sikkerhet for riktig erleggelse av betalingen.

3.2.4.3 Betalingsforløp

1/3 av kontraktsummen betales ved kontraktsinngåelse, resten etter at anlegget er overtatt.

Bestiller holder tilbake 10% av kontraktsummen til eventuelle mangler er utbedret og dokumentasjon for anlegget er levert.

4. TEKNISK SPESIFIKASJON

4.1 Innledning

Denne spesifikasjonen inneholder de tekniske krav til et nøkkelferdig vindkraftverk.

Vindkraftverket skal dimensjoneres for en levetid på minst 25 år, uten utskifting av andre komponenter enn slitasjedeler, forutsatt at alle vedlikeholdsrutiner er fulgt.

Akselretning:

Antall blad:

Effektkontroll:

Oppvind/nedvind:

Merkeeffekt:

Type generator:

Nett-tilkopling:

Eksempel: Vindkraftverket skal ha en horisontal-akslet, tre-bladet, stallregulert, oppvinds turbin, med merkeeffekt 50 kW - 60 kW. Vindkraftverket, som skal ha asynkrongenerator, skal knyttes til det lokale nett på byggestedet.

Byggested:

Beskrivelse av terreng:

Grunnforhold:

Eksempel: Byggeplassen er Vindneset på Vindøya - en øy på størrelse ca. 150 km^2, åpent ut mot havet. Området er småkupert og nakent, lite jordsmonn og uten trevegetasjon. Fjellet på stedet er av god kvalitet. Transportlengde med bil fra Vindheim er ca. 200 km. Øya har minst 10 daglige anløp av bilferge, og normalt 2 daglige anløp med hurtigbåt fra Vindheim. Fra eksisterende kai til byggested er transportlengden ca. 3 km. Kart er vedlagt.

4.2 Driftsbetingelser

Vindkraftverket må være bygget slik at det kan fungere tilfredsstillende under de forhold som er karakteristiske for byggestedet.

4.2.1 Vindkarakteristikk

I det følgende er gitt byggestedets vindkarakteristikk for bruk i belastnings- og produksjonsberegninger.

Middelvindhastigheter, parametre i vindhastighetsprofiler, og fordelingsfunksjoner er basert på 10 minutters middelverdier i 20 meters høyde.

Vindstøt (gust) er basert på 2 sekunders middelverdier i 20 meters høyde.

4.2.1.1 Normale betingelser

Byggeplassen har følgende vindkarakteristikk:

Eksempel:

Vm_{20} (m/s)	C_{20} (m/s)	k_{20}	α_{20}	Midlere G	Ekstrem G	Midlere σ
6.7	7.6	1.84	0.10	1.22	1.7	0.13

Vindkarakteristikken er beregnet i henhold til vedlegg 2.

4.2.1.2 Ekstreme betingelser

a) Ekstreme vindhastigheter i 20 meters høyde for bruk i belastningsberegninger er gitt som følger.

V_{E1} = 70 m/s. Høyeste vindhastighet, midlet over 2 sekunder, ved driftsklart aggregat. Anvendes som øyeblikkelig vindstøt.

V_{E2} = 50 m/s. Høyeste vindhastighet, midlet over 10 minutter, ved driftsklart aggregat.

V_{E3} = 45 m/s. Høyeste vindhastighet, midlet over 2 sekunder, å regne med mens aggregatet produserer effekt. Anvendes som øyeblikkelig vindstøt.

b) Ekstreme vindhastigheter - høydeprofiler

For ekstreme vindhastigheter kan høyde-eksponenten α i vindhastighetsprofilet ta verdier mellom 0 og 1.

c) Ekstreme forandringer i vindretningen

Det skal antas at en 90 graders forandring i gjennomsnittlig vindretning kan finne sted i løpet av 10 minutter ved enhver vindhastighet.

4.2.2 Omgivelsesforhold

Høyde over havet:
Avstand til sjøen:

Eksempel: Kraftverket vil bli plassert i en høyde mindre enn 40 meter over havet, og mindre enn 700 meter fra strandlinjen.

Følgende miljødata gjelder for byggestedet.

4.2.2.1 Temperatur - trykk og fuktighet

a) Luft-temperatur i navhøyde:

Maksimumstemperatur.....: +30^{0}C
Minimumstemperatur.....: -20^{0}C
Gjennomsnittlig temperaturvariasjon 0.5 - 1.0^{0}C per time.

b) Trykk:

Lufttrykk.....: 930 - 1065 mbar

c) Relativ fuktighet:

Relativ fuktighet kan i perioder være 100%.

4.2.2.2 Regn - snø - hagl og salt

a) Regn:

Normalt i sterke regnskyll .....(mm/h):

b) Snø:

Antall dager per år.....:

c) Hagl:

Antall dager per år.....:

e) Salt: Eksempel: Byggeplassen har et korrosivt saltvannsmiljø. Saltinnholdet i atmosfæren kan ansees å være like høyt som ved offshore-installasjoner.

4.2.2.3 Lyn

På byggeplassen opptrer sterke elektriske felt under uvær, og dermed også en relativt stor sjanse for at vindkraftverket kan bli truffet av lyn. Det stilles krav til at vindkraftverket skal sikres mot lynnedslag.

4.2.3 Nettforhold

Kraftverket tilknyttes det lokale nett. Prinsippskisse er vedlagt.

Opplysninger om nett:

a) Spenning:

- Merkespenning.....:
- Maks. driftspenning.....:
- Min. driftspenning.....:

b) Isolasjonsnivå:

- IEC - 71

c) Kortslutningsytelse ved symmetrisk 3-fase feil:

- Maks.....:
- Min.....:

d) Frekvens:

- Merkefrevens.....: 50.0 Hz
- Maks. driftsfrekvens.....: 50.2 Hz
- Min. driftsfrekvens.....: 49.8 Hz
- Forbigående frekvens;
  Varighet mindre enn 1 time:
  Maks.....: 50.5 Hz
  Min.....: 48.5 Hz

e) Jording:

Eksempel: Isolert nullpunkt. Nettet er utrustet med selektivt jordfeilvern og gjeninnkoblingsautomatikk.

4.3 Generelle krav

4.3.1 Tekniske grunnlagskrav

a) Konstruksjon:

Konstruksjonsteknikk, materialvalg og fabrikasjonsteknologi skal baseres på erfaring enten fra konstruksjon av annet større industrielt utstyr og/eller fra konstruksjon av vindaggregater.

b) Pålitelighet og vedlikehold

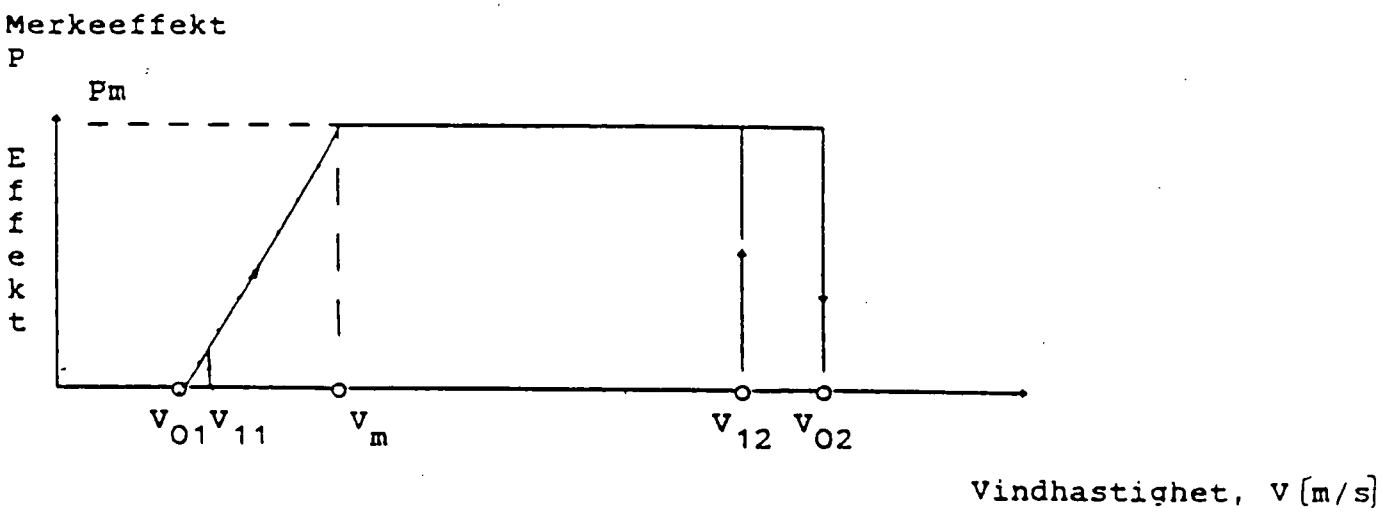
Det må bli lagt stor vekt på å sikre høy tilgjengelighet, lett adkomst for vedlikehold og reparasjoner og lang levetid.

c) Sikkerhet ved drift og vedlikehold

Stopp av aggregatet skal kunne skje i alle vindhastigheter uten at man må klatre i tårnet. Maskineriets girbevegelse og vindturbinens rotasjonsbevegelse må kunne låses på en sikker måte, slik at arbeid på aggregatet kan utføres uten risiko.

4.3.2 Effekt - vindhastighetskurve

Vindkraftaggregatet skal arbeide innenfor en effekt-vind-hastighetskurve vist på Figur 1. Alle vindhastighetene er valgfrie. Leverandøren må dog optimalisere kurven for å få den til å passe til vindforholdene på byggestedet (kfr. pkt. 4.2.1).



Figur 1. Definisjon av effekt-vindhastighetskurve for vindkraftaggregat.

Symbolene står for:

P_m: Nominell effekt (merkeeffekt)

V_m: Laveste midlere vindhastighet hvor aggregatet produserer nominell effekt.

V_{01}: Stoppvindhastighet hvor aggregatet frakoples nettet fordi midlere vindhastighet er for lav.

V_{11}: Startvindhastighet ved lav vindhastighet. Vindaggregatet tilkoples nettet når middelvinden er høy nok til at det kan omsettes effekt.

V_{02}: Stoppvindhastighet ved høy vindhastighet. Aggregatet stoppes og frakoples nettet for å unngå høye belastninger.

V_{12}: Startvindhastighet ved høy vindhastighet. Hvis aggregatet stoppes ved at vindhastigheten overskrider V_{02}, startes aggregatet igjen når midlere vindhastighet har sunket til startvindhastigheten V_{12}.

Verdier for P_m, V_{01}, V_{11}, V_m, V_{02} og V_{12} oppgis.

4.3.3 Driftstilstander

Leverandøren spesifiserer selv antallet, typer og benevnelsen av aggregates driftstilstander. For bruk i denne spesifikasjonen defineres følgende hoveddriftstilstander:

a) "LÅST":

Aggregatet skal være låst for krøjebevegelse og turbinrotasjon.

b) "AVSLÅTT":

Aggregatet er kjørt ned på grunn av en feil, eller på grunn av et manuelt eller fjernstyrt stoppsignal. Det kan ikke starte igjen uten at feilen er rettet og beskyttelsesutstyrets virkning er opphevet, eller manuelt eller fjernstyrt signal oppheves.

c) "KLAR TIL DRIFT":

Aggregatet er klart til drift, men vindforholdene er ufordelaktige. To varianter driftstilstander kan tas i betraktning; om vinden er ufordelaktig lav eller høy.

d) "I DRIFT":

Aggregatet er tilkoblet nettet.

I tillegg til ovennevnte driftstilstander kan det være mellomliggende tilstander, så vel som nødsituasjon (nød for utstyr, nød for personell).

4.4 Spesielle tekniske krav

4.4.1 Innledning

Avvikelser som innebærer lempninger på kravene, kan tilltates, men må begrunnes skikkelig skriftlig, og det må være oppnådd enighet om dem før kontrakt inngås. Bestiller vil kunne godta ukonvensjonelle løsninger og metoder som kan vises å føre til reduksjon i antall komponenter, økning i tilgjengelighet eller reduksjon i investering og vedlikeholdsutgifter.

4.4.2 Standarder og forskrifter

Det er leverandørens ansvar å sette seg inn i de standarder og forskrifter som gjelder i Norge. Listen som gis nedenfor, er ikke fullstendig, men bare et eksempel til hjelp.

Avvikelser fra gitte standarder og forskrifter, eller bruk av andre, må det være oppnådd enighet om før kontraktsinngåelse.

Følgende standarder og forskrifter oppgis:

1) NS 5515 - Kraner og løfteutstyr
   Stålkonstruksjoner - beregninger

2) NS 3479 - Prosjektering av stålkonstruksjoner
   Dimensjonerende laster
   4.2 Vindlast

3) NS 3472 - Prosjektering av stålkonstruksjoner
   Beregning og dimensjonering

4) NS 3473 - Prosjektering av betongkonstruksjoner
   Beregning og dimensjonering

5) NS 470 - Sveiste stålkonstrukjsoner
   Regler for beregning og utførelse

6) Forskrifter for elektriske anlegg

7) Forskrifter for beregning og dimensjonering av faste bærende konstruksjoner på den norske kontinentalsokkel.
   Oljedirektoratet, 1977.

4.4.3 Vindkraftverket

Akselretning:

Antall blad:

Effektkontroll:

Oppvind/nedvind:

Merkeeffekt:

Eksempel: Vindkraftverket skal ha en horisontal-akslet, trebladet, stall-regulert, oppvinds turbin, med merkeeffekt 50 kW - 60 kW.

Vindkraftverket skal dimensjoneres for en levetid på minst 25 år, uten utskiftning av andre komponenter enn slitasjedeler, forutsatt at alle vedlikeholdsrutiner er fulgt.

Vindkraftverket skal være konstruert slik at det på alle punkter tilfredsstiller kravene til systemgodkjennelse ved Prøvestasjonen for mindre vindmøller, RISØ, eller annen anerkjent institusjon. Kopi av godkjennelse skal legges ved anbud sammen med tilhørende underlag.

På de punkter der byggestedets driftsbetingelser, Pkt. 4.2, måtte medføre større mekanisk belastning på vindkraftverket enn gitt i testinstitusjonens krav, skal det modifiseres/forsterkes slik at det kan fungere tilfredsstillende på det angitte byggested. Eventuelle modifikasjoner eller forsterkninger skal beskrives og begrunnes.

Det stilles krav om to uavhengige bremsesystem, et mekanisk og et aerodynamisk. Den aerodynamiske bremsen skal kunne holde turbinen på et turtall som selv ved den høyeste vindhastigheten V_{E1} ikke overskrider driftsturtallet.

4.4.4 Elektrisk apparat- og kontrollanlegg

Leveransen omfatter:

1 stk. asynkrongenerator tilpasset tilbudt vindturbin.

Vindkraftverket skal kunne kjøres både manuelt og automatisk. Anlegget skal kunne fjernstyres.

Anlegget leveres med nødv. start/stoppautomatikk og overvåkings-systemer. Anbudet skal inneholde beskrivelse av vindkraftverkets kontrollsystem og dets funksjoner.

Leveringsgrense:

Eksempel: Leveringsgrense mot kraftnettet er 230 V kabel ut fra tårn.

Nett-tilknytning

Bestiller vil stå for oppbygging av ..... apparatanlegg, transformering til ....., tilknytning til eksisterende .....-anlegg, samt nødvendig kontrollutrustning i forbindelse med dette. For leverandør vil 3 x 230 V, 50 Hz være til disposisjon.

Eksempel: Bestiller vil stå for oppbygging av 230 V apparatanlegg, transformering til 22 kV, tilknytning til eksisterende 22 KV-anlegg, samt nødvendig kontrollutrustning i forbindelse med dette. For leverandør vil 3 x 230 V, 50 Hz være til disposisjon.

4.4.5 Tårn

Det forespørres primært om rørtårn. Leverandør dimensjonerer tårnet og leverer fundamentplan til bestiller.

Alternativt kan gittertårn tilbys.

4.4.6 Fundament

Fundamentplan, fundamentbolter og mal for innstøping leveres av leverandør. Fundament støpes av byggherre.

4.5 Kvalitetskontroll og sikkerhet

4.5.1 Generelt

Leverandøren skal dokumentere konstruksjonskonsept og kvalitets-kontroll både ved tilvirkning og montasje.

4.5.2 Sikkerhetssystem

Anbudet skal inneholde en nøye beskrivelse av vindkraftverkets sikkerhetssystem.

4.6 Mekaniske belastninger

I tillegg til de generelle tekniske krav som beskrevet i Pkt. 4.3, vil her bli beskrevet 4 spesielle belastningstilfeller som skal dokumenteres.

Tilfelle 1. Beregning av maksimums laster på rotor, tårn og fundament når vindkrafverket er parkert i ektreme vinder V_{E1}, og V_{E2}. Høydeeksponenten er gitt: $\alpha = 0$. (Se vedlegg 2).

Tilfelle 2. Beregning av maksimums laster på rotor, transmisjonssystem og generator når vindkraftverket er i drift, og det plutselig blir truffet av et symmetrisk, ekstremt Gust med varighet 2 sekunder og vindhastighet V_{E3} i navhøyde. Beregningene skal utføres for to høyde-eksponenter: $\alpha = 0$ og $\alpha = 1$.

Tilfelle 3. Beregning av maksimums laster på transmisjonssystemet ved en plutselig 3-fase kortslutning på utsiden av hovedbryteren på lavspenningssiden når vindkraftverket yter merkeeffekt ved den høyeste stasjonære vindhastighet i effekt-hastighetskurven.

Tilfelle 4. Kun for vindkraftverk som dreies ut av vinden ved parkering i sterk vind. Beregning av maksimums laster på rotor, transmisjonssystem, tårn og fundament når vindhastigheten er lik v_{E3} idet turbinen dreies ut av vinden.

Høydeeksponenten er gitt: $\alpha = 0$.

4.7 Drift og vedlikehold

I anbudet skal inngå en nøye beskrivelse med tegninger for alle behov i forbindelse med ettersyn, reparasjon og vedlikehold. Vedlikeholdsrutinene spesifiseres i relevante tidsintervaller.

Leverandøren skal sørge for at driftspersonellet får nødvendig opplæring før overtagelse av anlegget. Opplæringen skal også omfatte nødvendig service- og vedlikehold for utstyret.

Leverandøren skal gi anbud på service-kontrakt, samt beskrive vilkårene for, innholdet i, og typisk pris for en havariforsikring.

4.8 Reservedeler

Ett sett anbefalte reservedeler skal spesifiseres og tilbys. For kritiske og kostbare deler skal sannsynligheten for at det skal oppstå feil de første 25 år vurderes. For slitasjedeler skal utskiftningsfrekvens angis.

Leverandøren skal garantere reservedeler i 10 år.

4.9 Prøver

Anbudet skal inneholde en nøye beskrivelse av de prøver leverandøren vil utføre under fremstilling, før overtagelse og før uløp av garantitid.

5. REFERANSER

/1/ S. Frandsen et al.: Expert group study on recommended practices for wind turbine testing and evaluation, 1. Power Perfromance Testing, IEA 1982.

/2/ LEI, MVL, NEVF: Alminnelige kontraktsbetingelser for levering og montering av elektrisk og maskinelt utstyr. (AKB/1988).

/3/ LEI, MVL, NEVF: Avtaledokument vedrørende levering og montering av elektrisk og maskinelt utstyr.

V E D L E G G 1

ENDRINGER TIL AKB/1988 FOR VINDENERGIFORMÅL

ENDRINGER TIL ALMINNELIG KONTRAKTSBETINGELSER (AKB/1988)
FOR VINDENERGIFORMÅL

Pkt. 3.2 Utgår

Pkt. 3.6 Tilføyes:

Leverandøren skal før igangsetting av produksjonen oversende bestilleren til gjennomsyn alle viktige prinsipp- og arrangementstegninger, rørkoplingsskjemaer, kretsskjemaer, beskrivelser og data, som angir den prinsipielle utformingen av anlegget, samt beregninger som spesifisert i kontrakt.

Pkt. 19.1-19.4, 19,7 Utgår og erstattes av pkt. 3.2 i generell spesifikasjon.

Pkt. 23.1-23.2 Utgår og erstattes av pkt. 3.2.2 i generell spesifikasjon.

Pkt. 24.1 Utgår og erstattes av:

Leverandøren overtar garanti for anleget i 2 år eller inntil 2 ganger den i anbudet oppgitte normalårsproduksjon er oppnådd, avhengig av hva som inntreffer først. Garantitiden gjelder fra overtagelsesdato.

For feil av sprøbrudd-, utmattings- eller korrosjonskarakter skal dog leverandøren overta garanti for anlegget inntil både 3 ganger den i anbudet oppgitte normalårsproduksjon og grensen 4×10^7 omdreininger på turbinen er oppnådd, dog høyst 3 1/2 år etter overtagelsen.

Samme grenser gjelder også for av regn og luftbårne partikler forårsaket erosjon av større omfang enn som spesifisert som normalt i anbud og gitte driftsinstruksjoner, samt for klimapåvirkning på polymere materialer.

Leverandøren skal i garantiperioden omgående, og uten omkostninger for bestilleren, rette enhver feil eller mangel som måtte vise seg. Garantien omfatter ikke normal slitasje eller dårlig skjøtsel fra bestillerens side.

Pkt. 13.1 Tilføyes:

Ved forsinket levering av kontraktsfestede tegninger og underlagsmateriell, vil bestilleren holde tilbake 10% av kontraktsbeløpet inntil levering er komplett.

Pkt. 14.5 Utgår

V E D L E G G 2

DEFINISJONER - VINDDATA

DEFINISJONER - VINDDATA

a) Vindhastighetsprofilen uttrykkes ved potensloven:

$$V(z) = V(z_{ref}) * \left(\frac{z}{z_{ref}} \right)^{\alpha}$$

som gir vindhastigheten i høyde z over bakken, når hastigheten i høyden z_{ref} er kjent.

b) Vindhastighetsfordelingen er gitt ved Weibull's fordelingsfunksjon;

$$F(v) = P(V \leq v) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{v}{c} \right)^{k} \right) \qquad (*)$$

der F(v) er sannsynligheten for at vindhastigheten V er mindre eller lik verdien v.

Den tilsvarende varighetskurven er gitt ved;

$$P(V > v) = \exp\left(-\left(\frac{v}{c} \right)^{k} \right)$$

angir sannsynligheten for at vindhastigheten V er større enn verdien v.

I disse funksjonene er;

k : antas å være konstant, dvs uavhengig av høyden.
c : en skalafaktor; som varierer med potensloven.

c) Vindens turbulente natur er uttrykt gjennom forholdet mellom høyeste 2 sekunders middelvind i en 10 minutters periode, og middelvinden over 10 minuttersperioden. Dette forholdstallet kalles Gust-faktoren, G.

Turbulens-forholdene kan også uttrykkes ved turbulens-intensiteten, σ, som er forholdet mellom vindhastighetens typiske variasjoner (standard-avvik) i en 10 minutters periode, og middelvinden i denne perioden.

(*) $\exp(x) = e^{x}$ Denne notasjonen er alminnelig å bruke når x er (typografisk) upraktisk å skrive på den opprinnelige måten.

V E D L E G G 3

ANBUDSINNBYDELSE

PRISBLAD

VINDKRAFTVERK - ANBUDSINNBYDELSE

..... kraftselskap mottar anbud for levering av:

... stk ..... kW vindkraftverk plassert på .....
i ..... fylke.

Levering skal skje i samsvar med vilkårene i denne anbudsinnbydelse med vedlegg.

Anbud med 1 gjenpart må være levert..... kraftselskap i lukket konvolutt merket:

"Anbud vindkraft"

innen: dato:..... klokkeslett: .....

Anbudet må være bindende i 2 måneder. Anbudsåpning finner sted samme dag og klokkeslett på ..... Kraftselskaps kontor, hvor anbyderne kan være tilstede.

Vedlagte prisblad returneres i utfylt stand sammen med anbudet.

Alle priser oppgis i norske kroner og splittes opp som angitt i vedlagte prisblad.

Det oppgis videre samlet pris for alt materiell som er oppført i spesifikasjonen, inklusive emballasje, forsikring, fritt levert og inklusive montasje, prøver og igangsetting, samt toll, men eksklusive avgifter til Staten.

I prisen skal det være inkludert alt materiell som er nødvendig for et komplett og forskriftsmessig anlegg, selv om slikt materiell ikke er direkte spesifisert i anbudet.

Det gjøres oppmerksom på at følgende bankgarantier vil bli forlangt:

1. 10% av kontraktsummen som garanti for riktig oppfyllelse av kontrakten.

2. Garanti for ethvert forskudd.

3. 10% garanti for forpliktelser i garantitiden.

Anlegget ønskes klart for drift: .....

Så fremt det i anbudet ikke er tatt spesielle forbehold, går en ut fra at samtlige tekniske vilkår i anbudsinnbydelsen er oppfylt. Mener anbyderen å kunne oppnå en teknisk eller økonomisk gunstigere utførelse av leveringen ved å fravike de data som er oppgitt i vedlagte dokumenter, står det han fritt å framkomme med alternative tilbud med nærmere motivering. Leverandøren må overholde de konsesjonsvilkår som vil bli satt for anlegget i den utstrekning som hans levering berøres av disse vilkår.

Vi forbeholder oss rett til å ta ut enkelte posisjonsnummer og dessuten rett til å anta et hvilket som helst anbud, helt eller delvis, eller eventuelt forkaste samtlige.

..... KRAFTSELSKAP

Vedlegg: Prisblad
Anbudsspesifikasjon

P R I S B L A D

Samlet pris for levering av ... stk vindaggregat
i henhold til forespørsel: NOK .....

En ønsker separat pris på:

1 sett anbefalte reservedeler: NOK .....

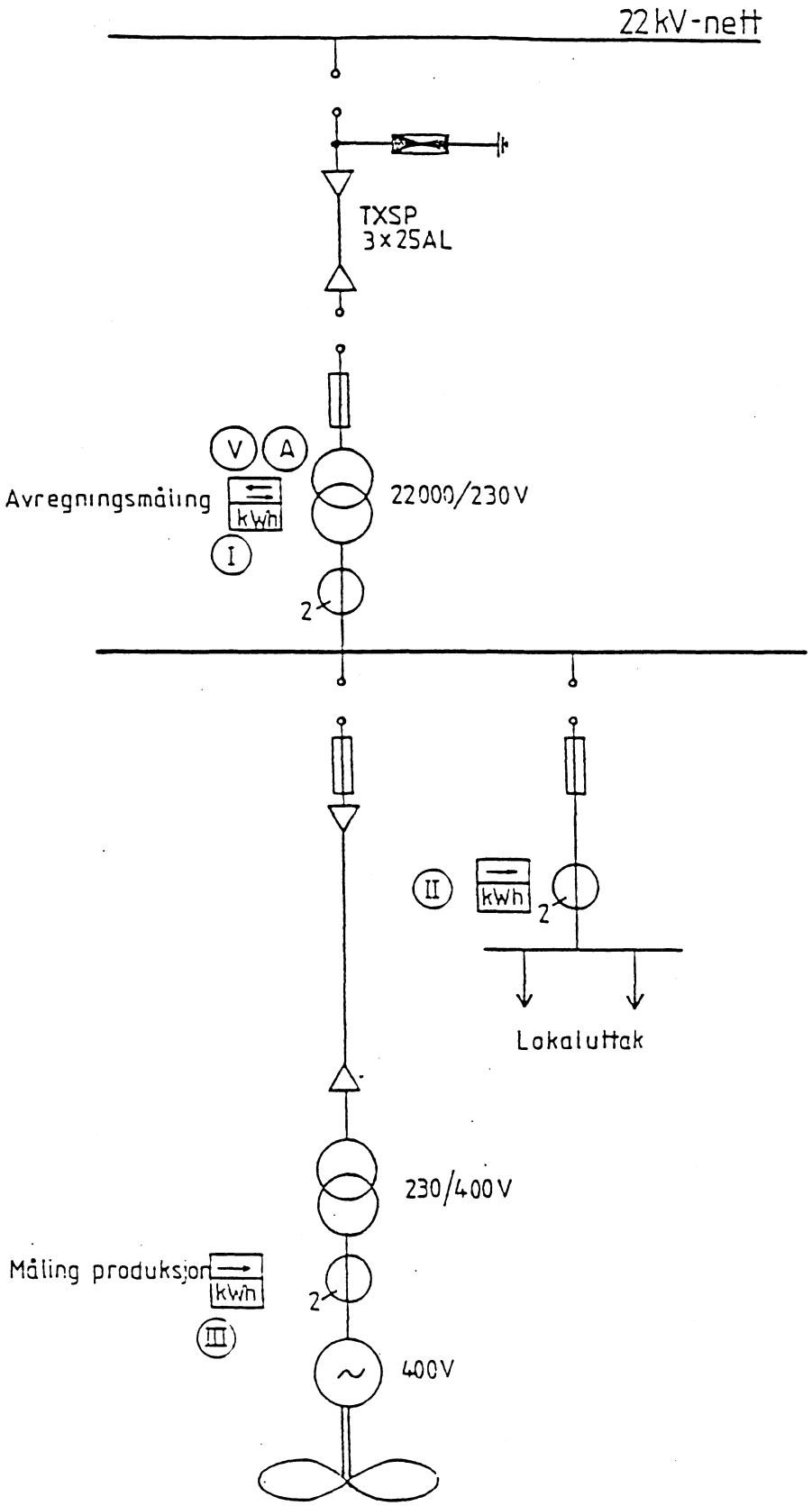
Heldekkende drifts- og vedlikeholdskontrakt
gjeldende i 3 år etter overtakelse: NOK .....

Havariforsikring: NOK .....

Prisene oppgis ekskl. merverdiavgift.

V E D L E G G 4

EKSEMPEL PÅ NETT-TILKOPLING



Dato	Konstr./Tegnet	Godkjent	Målestokk	SØR-TRØNDELAG KRAFTSELSKAP
16.02.88	SK			
	IR			

VINDKRAFTVERK

Prinsippskjema nettilkobling

Erstatning for: | Erstattet av:

716 - 6295

X - 5 - 11

Henvisning: | Beregning: