

# Kender du tilstanden af din gearkasse?



Af Strange Skriver

Teknisk konsulent i Danmarks Vindmølleforening

Hvordan bestemmes tilstanden af en gearkasse i en vindmølle egentlig? Der er flere metoder, der kan anvendes hertil:

- Visuel inspektion
- Visuel inspektion med anvendelse af endoskop
- Magnet i olie
- Undersøgelse af udskiftede oliefiltere
- Olieanalyse
- Temperaturovervågning
- Online partikel-tælling
- Fast monteret vibrations-overvågning
- Vibrationsmåling med mobilt udstyr
- Inspektion i værksted

Det første spørgsmål der melder sig, når man ser denne oplistning er: Hvilken metode er så den bedste?

Det korrekte svar er, at det er der ingen af metoderne, der er. Alle metoder har deres fordele og svagheder, og dem vil jeg forsøge at beskrive her.

## Visuel inspektion - et begrænset billede

Der er typisk et inspektionsdæksel på oversiden af paralleldele af gearet, hvorigennem man kan se tre eller fire fortandinger. Det er sjældent, man kan få et ordentligt kikk ind i lejerne i denne del af gearet. Ingen af delene i planettrinnet kan besigtiges. Der er på de fleste gear en prop eller et dæksel på forsiden af planettrinnet, men det er yderst begrænset, hvad man kan se herigennem.

Metoden er billig, når man er i møllen. Metoden giver kun et begrænset billede af gearets tilstand.

## Visuel inspektion med endoskop

Med et endoskop kan man komme ind i de fleste af lejerne og få et meget godt billede af tilstanden af lejerne. Ligeledes kan man se fortandingerne i planettrinnet. Der er dog meget stor forskel på, hvor meget af lejerne, der kan besigtiges. Der er gear typer på moderne vindmøller, hvor der i alt er 14 lejer med i alt 22 rullerækker, og hvor det kun er muligt at besigtige fem af disse rullerækker. Der er også andre typer gear, hvor det er muligt at besigtige alle rullerækkerne.

Metoden er i den dyre ende, idet endoskopet er dyrt, og det skal afskrives over kort tid. Metoden giver et meget detaljeret billede af gearets tilstand.

## Magnet i olie - et hurtigt billede

Der er i (næsten) alle gear på Vestas-møller monteret en magnet, der er dykket ned i olien. På Siemens-møller på 1 MW og derover er der en magnet i oliefilteret. Ved at besigtige denne magnet får man et hurtigt billede af, hvorvidt der foregår slid i gearet eller ej. Yderligere kan man søge efter partikler på bunden af gearet med en medbragt magnet.

Metoden er billig, når man er i møllen. Metoden giver kun et begrænset billede af gearets tilstand.

## Undersøgelse af brugte oliefiltere

Ved at undersøge de udskiftede oliefiltere får man et godt billede af, hvorvidt der er slid i gearet eller ej. Stort set alle de slidpartikler, som gearet har produceret, vil være at finde i oliefilterene. Normalt vil de fleste filtre være i in-linefilteret, idet der kommer mest olie igennem dette filter.

Ud fra mængden af partiklerne kan slidraten bestemmes som lille eller stor, og ud fra størrelse og facon på partiklerne kan det ses, om det er slid i lejer, eller om sliddet foregår et andet sted.

Metoden er i den absolut billige ende. Metoden giver et meget præcist billede af sliddet i gearet, men dog uden at vise, hvor i gearet sliddet foregår.

## Olieanalyse kan give en advarsel

En olieanalyse er, som navnet antyder, en analyse af olien. Det er ikke en analyse af gearet. Man skal være meget forsigtig med at udtale sig om gearets tilstand ud fra olieanalysen. En olieanalyse kan udvise et meget lavt indhold af slidmetaller, og alligevel kan lejerne være meget tæt på totalt havari. Men hvis analysen viser en stor mængde slidmetaller, kan man udlede, at der foregår unormalt slid i gearet.

Metoden er i den absolut billige ende. Metoden giver ikke nødvendigvis et retvisende billede af gearets tilstand.

## Temperatur-overvågning

Dette er en on-line-overvågning, som alle møller opstillet igennem de seneste 15 år har. Såfremt temperaturen i olien eller i typisk det ene leje, der overvåges, bliver for stor, stopper møllen og giver en alarm over fjernovervågningen. Det er således også en overvågning af, om kølesystemet fungerer. Det er ikke alle fejl i gearet, der vil give anledning til forhøjet temperatur de steder, der måles.

Metoden er billig, da den er standard i alle møller.

Søgning efter magnetiske partikler i gear.



Metoden giver ikke et udtømmende billede af gearrets tilstand. Og desværre ses det, at der - selv i store møller - ofte kun måles på et enkelt eller to af lejerne.

### Online partikel-tælling

Denne metode er ikke meget udbredt. Det er monteret på flere møller som forsøg. Det er imidlertid en relativt dyr installation, men det kan blive en udbredt metode i fremtidens møller, hvis den indbygges i møllens normale overvågning. Metoden er i dag dyr, da udstyret skal eftermonteres og tilpasses styringen. Metoden giver en tidlig melding om skader, der producerer slidpartikler i gearret.

### Fast monteret vibrations-overvågning

Der måles kontinuerligt vibrationer på udvalgte positioner, så vibrationsniveauet kan følges over tid. Herved får man en meget tidlig melding om unormale tilstande i gearret. Det kræver stor erfaring at tolke signaler fra udstyret, og det kan være vanskeligt at få brugbare signaler fra især planettrinnet. Udstyret sættes normalt op med alarmer, således at overvågningen giver alarm ved forhøjet vibrationsniveau. For at følge udviklingen er det dog nødvendigt at foretage en del manuelt arbejde af eksperter.

Alle møller, der sælges i dag, kan være monteret med dette udstyr. I nogle møller er det standard, mens det i andre tilbydes som en option. Man bør absolut tilvælge denne metode ved køb af en ny vindmølle. Metoden er dyr. Det er dyrt udstyr, og analyserne kræver kendskab til metoden. Metoden giver en meget tidlig melding om fejltilstande i gearret.

### Vibrationsmåling med mobilt udstyr

Denne metode er mægt til den forrige, men blot er udstyret ikke fastmonteret. Denne metode er derfor ikke så god, idet der skal være en vis vindhastighed, så møllen er tilstrækkeligt belastet, for at give en god måling. Analysen af målingerne kræver en ekspert. Det er svært at sammenligne analysen med tidligere resultater, såfremt belastningen ikke er ens ved to målinger. Metoden er dyr. Det er dyrt udstyr, og

analyserne kræver kendskab til metoden. Metoden er helt afhængig af vindhastigheden på dagen for målingen.

### Inspektion i værksted

Dette er den ultimative metode. Ved adskillelse af gearret i et værksted kan alle komponenter besigtiges, og man får et komplet billede af tilstanden i alle gearrets komponenter. Denne metode anvendes naturligt nok kun, når gearret alligevel skal nedtages på grund af en skade. Metoden er den dyreste. Metoden giver et komplet billede.

De nævnte metoder kan sammenlignes i hosstående skema, hvor jeg har givet en bedømmelse af hver metodes kvalitative udbytte i form af nøjagtigheden til bestemmelse af gearrets tilstand samt metodens omkostninger. Krydserne er delt ud i skemaet med en lidt rystende hånd, idet den konkrete inspektion/måling kan afvige ganske meget fra mine krydser i skemaet. Så lad være med at tage det alt for bogstaveligt.

Det kan være lidt svært at tolke skemaet. Der ses dog den sammenhæng, at når man vælger en dyrere metode, får man også et bedre resultat. Jeg har nogle steder valgt at sætte to krydser, idet det er afgørende for prisen, om man er i møllen alligevel eller ikke. Ligeledes på resultatet har jeg sat flere krydser, idet resultatet er meget afhængigt af, om personen, der udfører metoden, er tilstrækkeligt uddannet til at mestre metoden.

	Metode resultat				Metode pris			
	DÅRLIGST			BEDST	BILLIG			DYR
Visuel inspektion		X	X			X	X	
Visuel inspektion med anvendelse af endoskop				X				X
Magnet i olie		X			X	X		
Undersøgelse af udskiftede oliefiltere			X	X		X		
Olieanalyse	X					X		
Temperaturovervågning	X				X			
Online partikel tælling		X					X	
Fast monteret vibrations overvågning				X				X
Vibrationsmåling med mobilt udstyr			X					X
Inspektion i værksted				X				X

## De afslørende brugte oliefiltre

En metode skiller sig lidt ud fra de andre ved, at resultatet er godt i forhold til prisen. Det er undersøgelse af de udskiftede oliefiltre.

På de møller, hvor der ikke er fast monteret vibrationsovervågning, er det min klare overbevisning, at denne metode er den bedste til at få et overblik over gearets tilstand. Jeg har tidligere skrevet en længere artikel om denne metodes fortræffeligheder, men det kan ikke siges tit nok.

## Jamen, er service ikke nok?

Mange vil måske mene, at når man har et servicefirma eller fabrikanten til at servicere møllen to eller fire gange om året, er der helt styr på, hvilken tilstand gearet har.

Dette er langt fra tilfældet!

De fleste har den opfattelse, at servicepersonalet ved hvert eftersyn åbner gearet for at lave en visuel inspektion. Men det er ikke altid tilfældet. Nogle firmaer ser kun én gang årligt i gearet.

Den største begrænsende faktor for et godt inspektionsresultat er, at servicepersonalet ikke er uddannet godt nok til at bedømme gearets tilstand ud fra en visuel inspektion gennem inspektionsdækslet.

Nu skal jeg ikke skære alle servicemontører over en kam, for der findes mange dygtige montører ude i landskabet, men de er nok ikke i overtal. De fleste kan nok se om der er pitting eller ej på tænderne, men de mere sjældne tilfælde kan de færreste tolke.

Denne min opfattelse bestyrkes af, at vi

stort set hver uge bliver ringet op af mølleejere, der fortæller, at nu har servicepersonalet stoppet møllen, fordi gearet er i stykker. Det er ingen kunst at opdage, at et gear er så medtaget, at møllen ikke skal sættes i drift efter endt eftersyn. Kunsten ligger i at forudsige, hvornår det er tid til at tænke på en renovering eller et nyt gear. Og her er fabrikanterne og servicefirmaerne ikke altid gode nok, som jeg ser det.

## Hvad skal man så gøre som møllejer?

Det sikreste er at anvende flere af de beskrevne metoder. Da ingen af dem er komplette (med undtagelse af total adskillelse), kan man anvende flere af metoderne for at være sikker på en korrekt diagnose.

Det kan være dyrt kun at anvende en af metoderne. Vi har flere gange set gear adskilt i værksted for bestemmelse af skadens omfang, blot for at finde ud af, at gearet overhovedet intet fejlede!

Alle møller skal have udført service, og personalet udfører den visuelle inspektion, de nu er i stand til at udføre med den erfaring, de har.

Alle møller har i dag overvågning af temperaturen, men denne metode er meget begrænset til bestemmelse af gearets tilstand.

Vores bedste bud er naturligvis at få lavet en udvidet konsulentaftale med Danmarks Vindmølleforening, hvor vi laver visuel inspektion, olieanalyse, magnet i bunden af gearet samt filterundersøgelse. Alle disse metoder tilsammen vil absolut give mølleejeren en stor sikkerhed for, at gearets tilstand er beskrevet så godt som muligt.

Hvis man synes at denne udvidede aftale er mere, end man ønsker, kan man lave en aftale med os om at undersøge de udskiftede oliefiltre, idet netop denne metode efter vores mening absolut er den bedste til prisen. Disse undersøgelser får deres største værdi, når filterne undersøges hver gang, således at udviklingen i slidraten kan ses.

Når man får en indikation af, at der er en skade på gearet, vil man kunne få lavet en endoskopundersøgelse af gearet, såfremt man vil være helt sikker i sagen og yderligere kunne lokalisere skaden mere præcist.

## Gear-skader kan ikke hindres, men...

Vi kan naturligvis ikke hindre at gearet går i stykker. Det, man får ud af at anvende flere metoder, er en så tidlig indikation af en skade i gearet som muligt. Herved får man mulighed for at undersøge, hvilke muligheder, der er på det givne tidspunkt, for at renovere gearet eller købe et nyt, således at man får den bedste og billigste løsning. Udskiftningen eller reparationen kan planlægges nøje, så man får mindst muligt driftstop af møllen. Det er her, man tjener pengene ind på at anvende flere metoder. Driftstab i flere uger kan være ret bekosteligt i den vindrige sæson. Tilbage til overskriften: Kender du tilstanden i din gearkasse?

Hvis ikke - så lav en aftale med os om at anvende en eller flere af de skitserede metoder på din mølle.

**Ses vi til årsmødet 12. marts i Vingsted?**