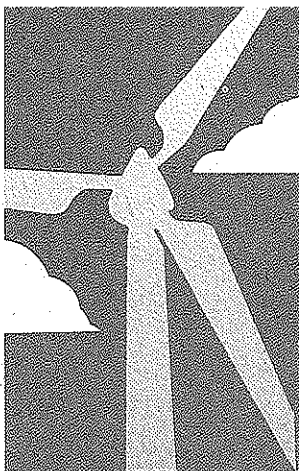


Bremsemåling på Genvind 22 kW



Nordvestjysk
Folkecenter
for Vedvarende
Energi

Folkecenter
for Renewable
Energy

P. O. Box 208
Kammersgårdsvej 16,
Sdr. Ydby,
7760 Hurup, Thy
Denmark

Telefon: 97 95 66 00

Fax: 97 95 65 65

Int. tel.: +45 97 95 66 00

Int. fax: +45 97 95 65 65

Postgiro: 593 41 33

Resume

Denne målejournale omfatter måling af bremsemoment på Genvind 22 kW vindmølle. Der gengives måleresultater for bremseevne for forreste og bageste bremsesystemer.

Beskrivelse af vindmølle

Genvind 22 kW er en 22 kW nettilsluttet vindmølle. Møllen er en bagløber med krøjemekanik. Møllen er uden aerodynamiske bremse og er derfor forsynet med to uafhængige skivebremssystemer. Det ene bremsesystem er hydraulisk aktiveret og består af to kaliber, det andet bremsesystem (også to kaliber) aktiveres af et fjedersystem hvis det hydrauliske tryk falder bort.

Beskrivelse af testsite

Målingen er foretaget på teststand nr. 6, Forskningscenter Risø, Frederiksborgvej 399, DK-4000 Roskilde.

Beskrivelse af måleudstyr

Effektmåleudstyr:

1. stk Deif Inwatt nr: 54496.10
3. stk. Garre strømtransformatorer 200/5 kl. 0.5, (med hhv. 2 og 1 primærviklinger for 60 ell. 120 kW måleområde)

Udstyret er sammenkoblet således at, 0-60 kW = 4-20 mA ved bremsetest, hvor kun en af de forreste eller en af de bageste bremsekaliber blev aktiveret.

Konfigurationen af udstyret blev ændret således, at 0-120 kW = 4-20 mA ved bremsetest med alle bremsesystemer indkoblet samtidigt.

Tryktransducer:

1. stk. Parker SensoControl Pressure-Temperature-Sensor type: SCPT-150-0-02

Tryk fra 0-150 bar = 0-3 V og temperatur -50°C - 150°C = 0-2 V.

Omdrejningsaftastning:

1. stk. PR 2255 f/f, f/I konverter

Omdrejninger analog til en frekvens mellem 0-35 Hz = 0-5V.

Dataopsamlingsudstyr:

- 1 stk. Compaq Armada 1750 laptop.
- 1 stk. National Instruments PCMCIA DAQCard-AI-16XE-50 dataopsamlingskort.
- 1 stk. National Instruments AMUX-64T multiplexer.

Beskrivelse af målemetode

Måling af effekt:

Effektmålingsudstyret blev indsat mellem mølle og net således, at et forbrug svarer til et positivt udslag på apparaturet. Før målingerne blev påbegyndt, blev niveauet for tomgangsforbruget registreret.

Måling af omdrejninger

Omdrejnings aftasteren blev tilsluttet i styringen således at omdrejningstallet på generatoren blev målt. Styringen registrerer 2 pulser pr. omgang for generatoren. Ved et omdrejningstal på 1000 rpm, svarer det til en frekvens på 33,3 Hz.

Omdrejningssensoren blev programmeret til fuld udlæsning ved 35 Hz.

Måling af bremsetryk

På hovedakslen af møllen er placeret en skivebremse med to kalibre. Hver kaliber har sin egen relædrevne magnetventil.

Transduceren til måling af bremsetryk og temperatur i det hydrauliske system blev monteret på én bremsekaliber, idet det antages at kalibrene bremser lige kraftigt.

Den bageste bremse på generatorakslen træder i kraft ved trykudfald, det har derfor ingen relevans at måle det hydrauliske tryk på denne bremse.

Måling af temperatur

Målingen af temperaturen for hydraulikolien er for denne opgave uden egentlig relevans, den er blot medtaget da der i tryktransduceren er indbygget en temperaturføler. Temperaturen er af samme årsag målt ved kaliberen.

Dataopsamling

Generelt for målingerne er, at de blev udført i svag vind og med rotoren krøjet ud af vinden. Dataopsamlingsudstyret blev indstillet til en samplingfrekvens på 200 Hz. I effektmålingerne er der taget højde for møllens tomgangsforbrug, i trykmålingerne er der ikke kompenseret for atmosfæretrykket. Der er heller ikke taget højde for virkningsgrad for systemet.

For hver måleserie gælder, at effekt, tryk, bremsestatus, temperatur og omdrejninger er gemt i samme tidsserie.

Temperaturen er udeladt i fremstillingen af data da den er konstant ca 12 °C.

Det er foretaget tre typer af målinger:

1. Bremsetest på langsomtløbende aksel:

Møllen blev motorstartet og bremsen blev indkoblet ved et lavt tryk. Hydraulikstationen blev startet og trykket blev gradvis forøget til maksimum.

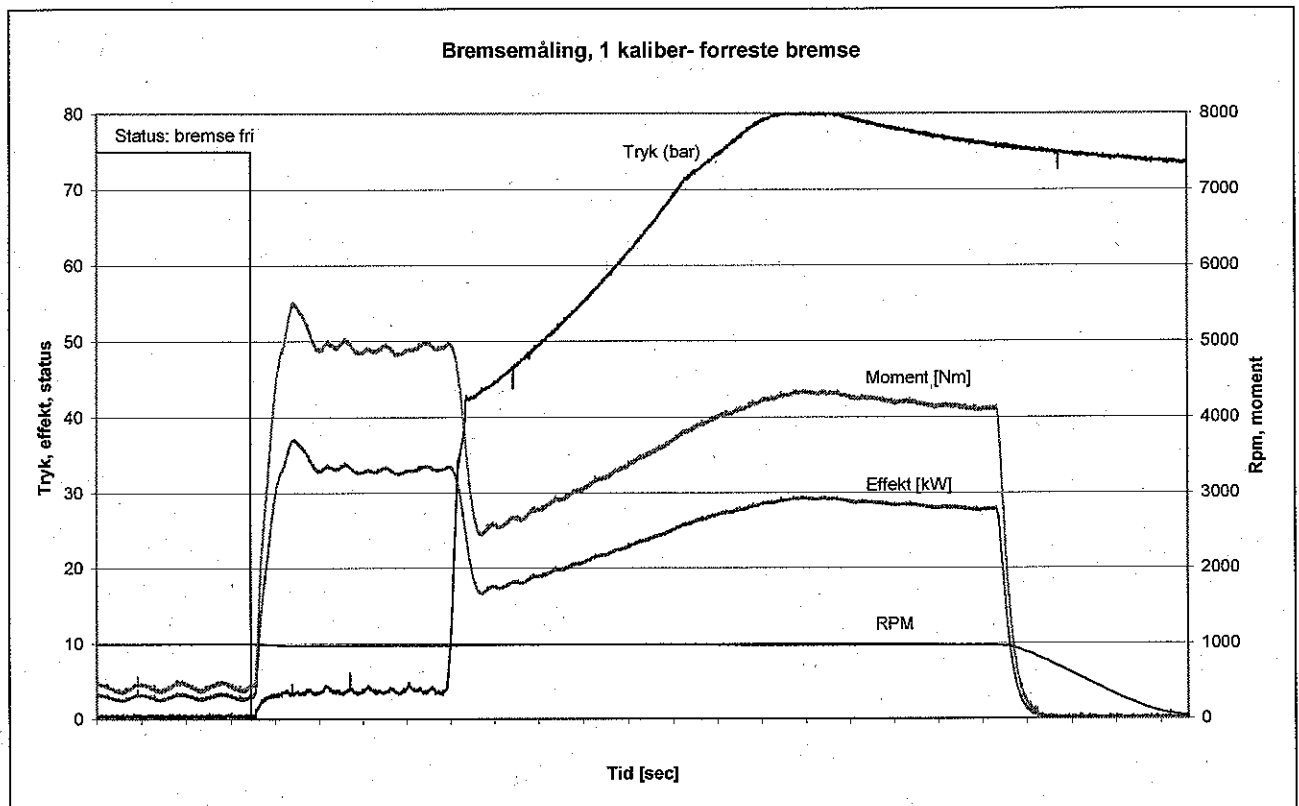
2. Bremsetest på hurtigløbende aksel:

Bremsen på den hurtigløbende aksel er fjederpåvirket hvor det hydrauliske tryk holder bremsen åben. Bremsen udløses når trykket falder under et bestemt niveau. Det er derfor ikke relevant at måle bremsetrykket.

3. Bremsetest med alle bremses aktiveret:

Møllen motorstartes og begge bageste kaliber indkobles. Derefter indkobles de forreste kaliber og trykket hæves.

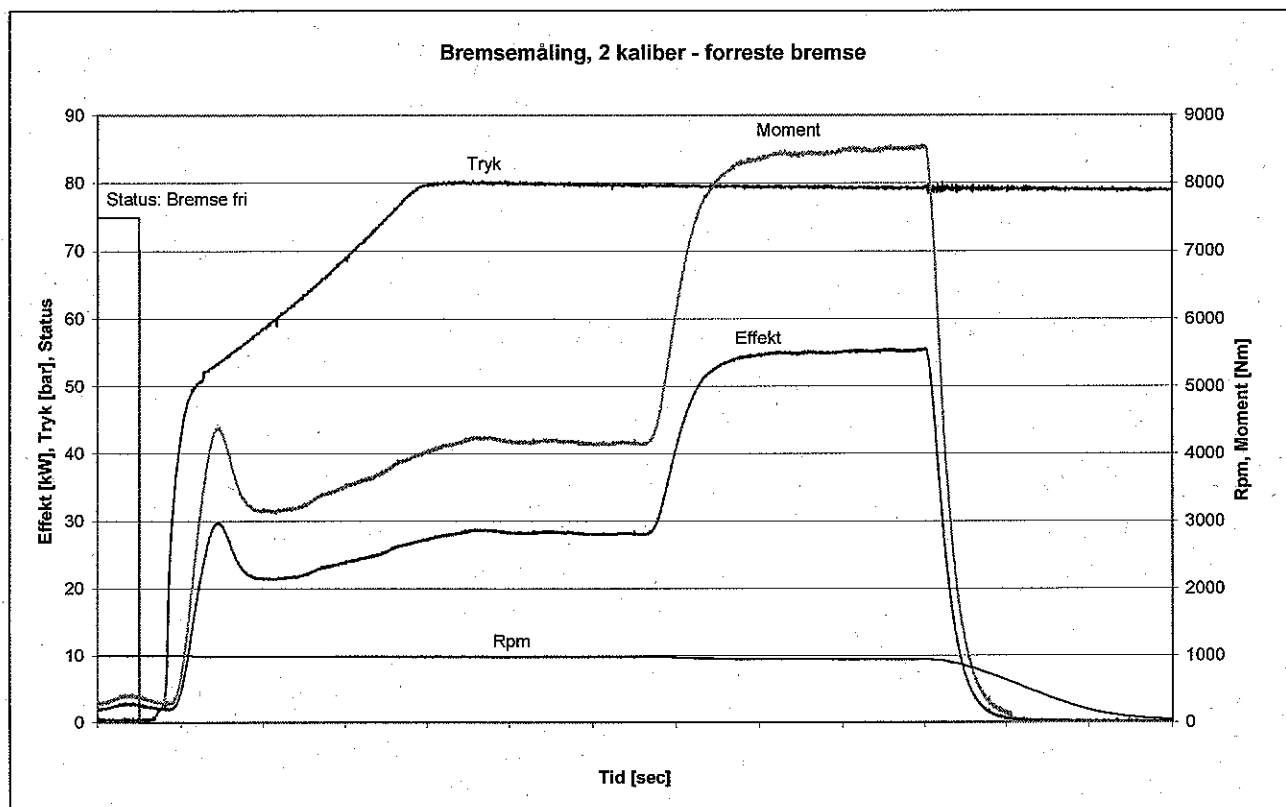
Resultater



Figur 1 Bremsemåling med stigende tryk (1 kaliber)

Figur 1 illustrerer bremsemåling på den forreste bremse, der bremses kun med en kaliber.

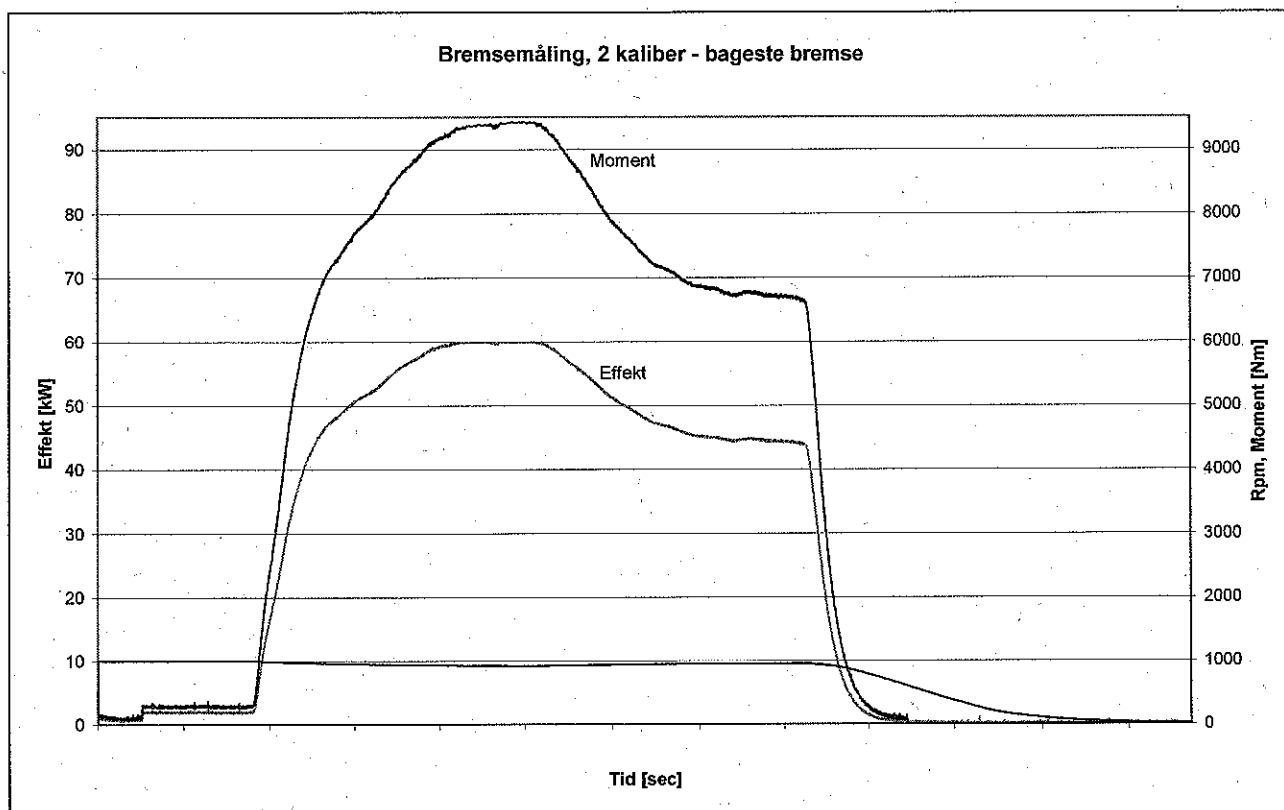
Møllen motorstartes og kører i ca. 3,5 sekunder hvorefter der gives signal til at bremse. De første ca. 4,5 sekunder er en af de bageste bremsekaliber aktiveret mens der opbygges bremsetryk. Den forreste bremse er i indgreb og der opnås et maksimalt bremsemoment på 4,3 kNm ved et tryk på 80 bar



Figur 2 Bremsemåling med stigende tryk (2 kaliber)

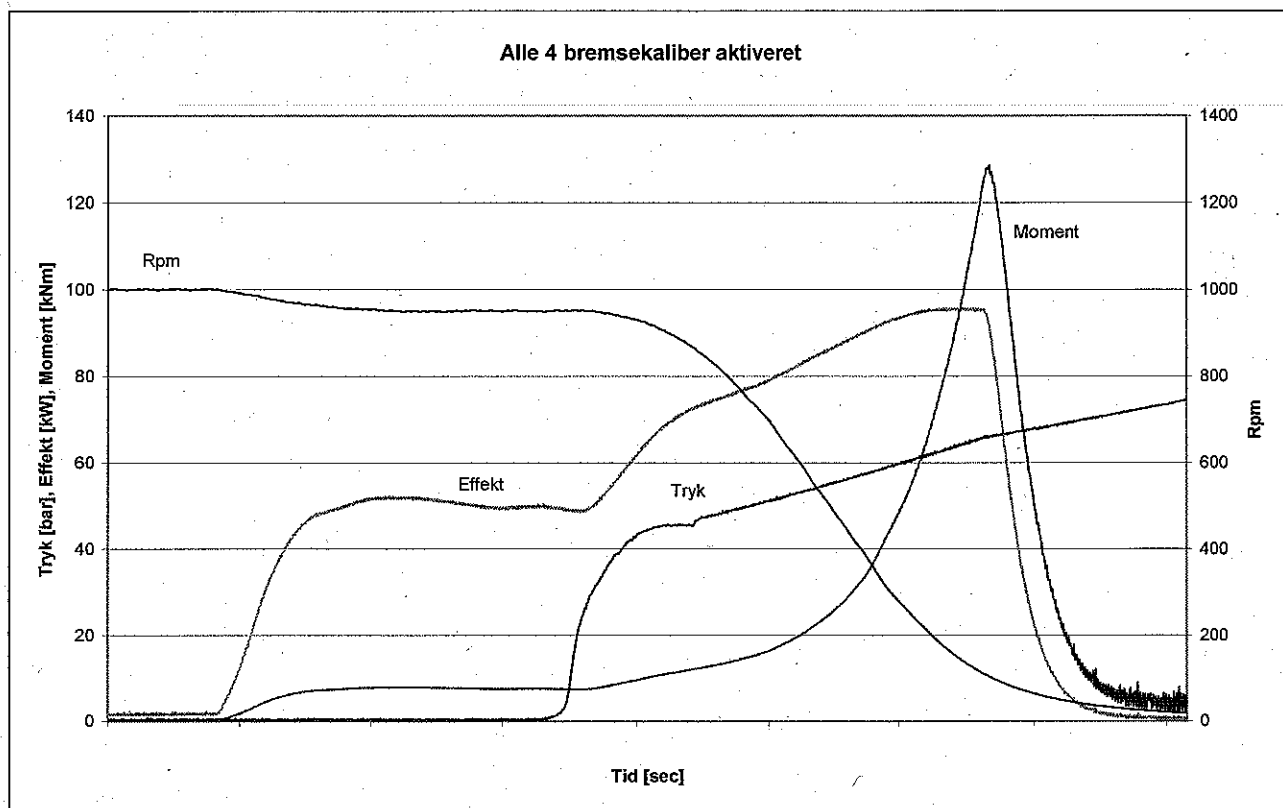
Figur 2 illustrerer bremsemåling på den forreste bremse, der bremses med begge kaliber.

Efter motorstart aktiveres en kaliber på den forreste bremse samtidig med at trykket hæves. Efter ca. 3,5 sekunder er trykket stabilt. Efter ca. 4,5 sekunder har bremsemomentet stabiliseret sig på et niveau, der er sammenligneligt med værdierne vist i Figur 1. Herefter aktiveres den anden kaliber, hvorefter bremsemomentet stiger til 8,52 kNm ved 79 bar, effekten er 55,4 kW.



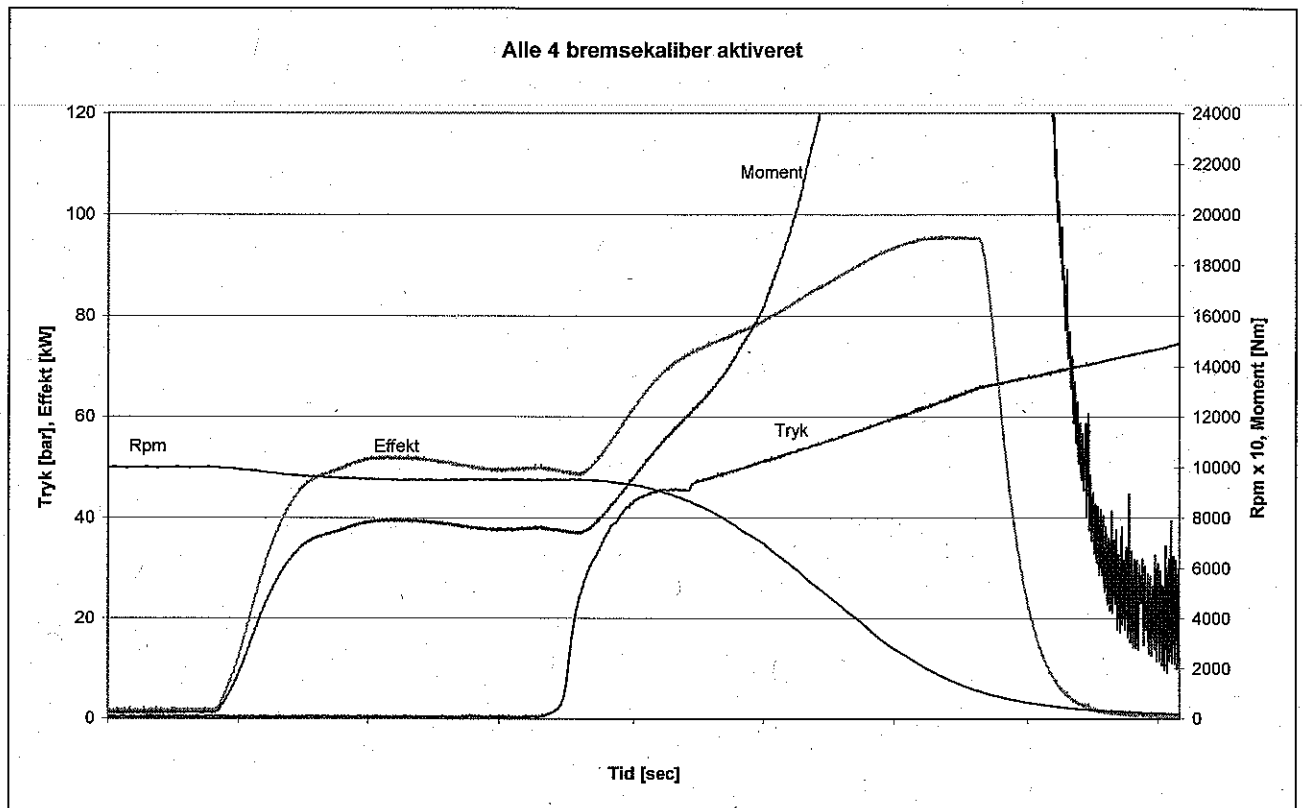
Figur 3 bremsemåling med begge bageste kaliber.

Figur 3 viser målinger hvor begge bageste kaliber er aktiveret samtidig. Det samlede bremsemoment udgør 9,4 kNm ved en effekt på 60 kW



Figur 4 Bremsetest med alle kaliber aktiveret samtidig.

Figur 4 giver resultatet for en test hvor de bageste bremsekalilber blev aktiveret først, derefter blev de forreste kaliber aktiveret samtidig med, at der blev opbygget bremsetryk. Momentet topper med en maksimal værdi på 128 kNm ved 66 bar og et forbrug på 95 kW.



Figur 5 Zoom af bremsetest med alle kaliber aktiveret

Figur 5 gengiver Figur 4, for moment er aksen ændret fra kNm til Nm og omdrejningstallet er vist opskaleret med en faktor 10.