

Elbesparende kuglelejer

Nye typer hybrid-kuglelejer med keramiske kugler kan konstrueres med væsentligt lavere tab end almindelige kuglelejer. De nye kuglelejer vil derfor kunne medvirke til at reducere tabene i el-motorer samt i pumper, ventilatorer og andre roterende maskiner.
Potentialet undersøges i et storstilet forskningsprojekt

Af Mogens Johansson og Bøje Schaumann Kjær

Formålet med Projekt Elbesparende Kuglelejer er at udvikle kuglelejer til elmotorer og andre roterende maskiner, som har væsentligt lavere tab end traditionelle kuglelejer og som samtidig er økonomisk attraktive. Projektet blev igangsat i februar 2010 med støtte fra Elforsk. Projektet gennemføres i en projektgruppe bestående af CeramicSpeed, der har udviklet hybrid-kuglelejet og Dansk Energi Analyse A/S, der er et rådgivende ingeniørfirma med speciale i effektiv energianvendelse i industrien og det øvrige erhvervsliv. DTU/Risø er knyttet til projektet og udfører laboratoriemålingerne. Projektet har desuden en følgegruppe bestående af en række personer fra større danske industrivirksomheder. Baggrunden for projektet er, at kugleleje-tabene i danske elmotorer er omkring 220 GWh årligt, og at der er mindst lige så store tab i pumper, ventilatorer, rullebaner osv. Tabene kan nedbringes væsentligt med hybridlejer fra CeramicSpeed.

Fra cykelsport til industri

CeramicSpeed har siden 2004 arbejdet med at udvikle og producere keramiske kuglelejer med de fordele, de kan give frem for de traditionelle lejeløsninger. CeramicSpeed kuglelejer har allerede vist deres effektivitet inden for motorsporten og også inden for cykelsporten, hvor over halvdelen af rytterne i Tour de France feltet anvender lejer fra CeramicSpeed. I cykelsporten har lejerne minimeret friktionen og skabt nye standarder for performance - uden at gå på kompromis med levetiden. CeramicSpeed kuglelejer konstrueres af højpræcisionsløbebaner og keramiske kugler med glat overflade. Desuden arbejdes der med slør, smøring, kugleholder og tætninger mv. for at opnå særligt energieffektive løsninger.

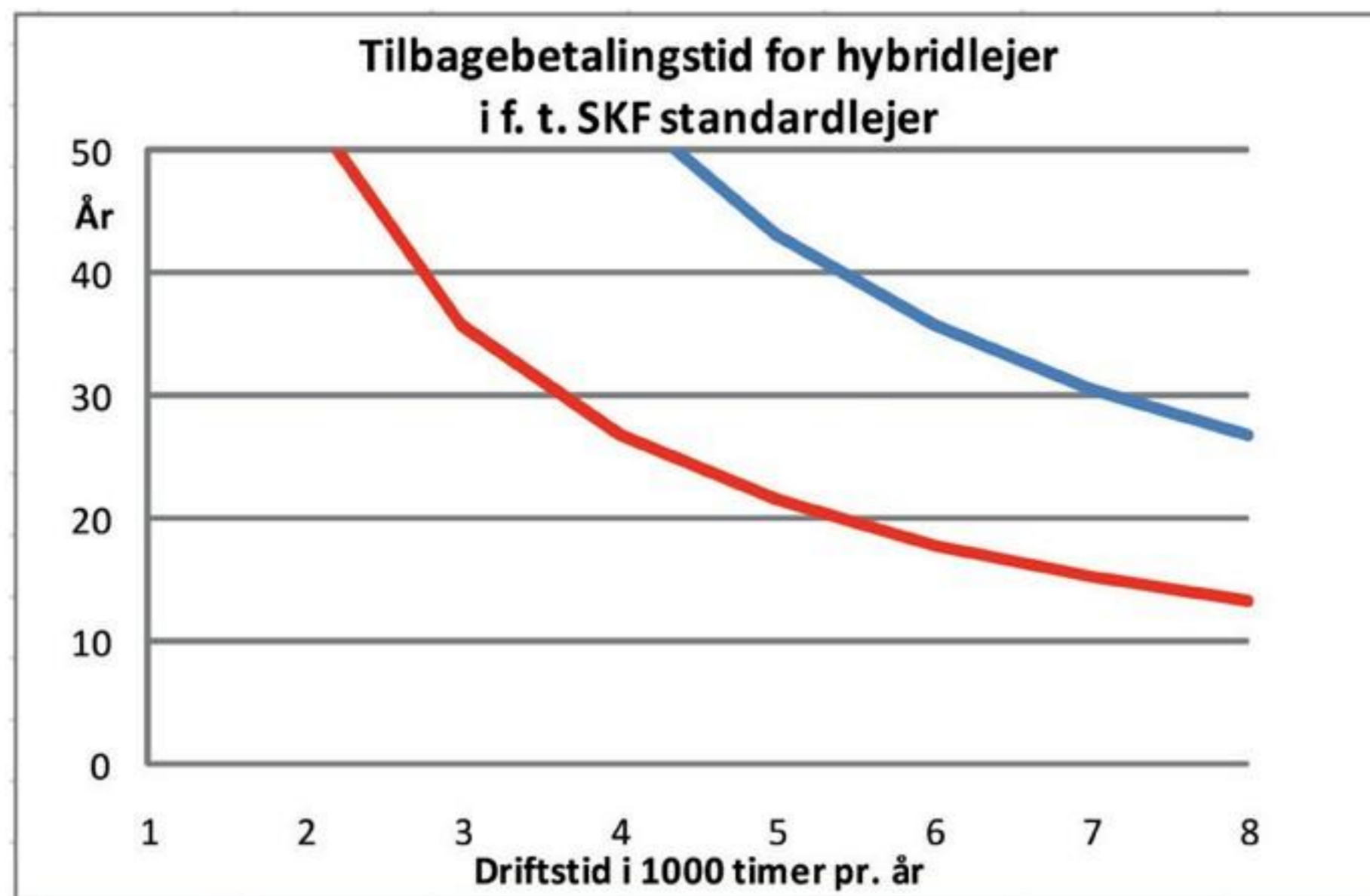
Denne knowhow skal nu overføres til industrien, hvor målet er at udvikle og dokumentere verdens mest energieffektive lejeløsninger. Blandt andet har virksomheden skabt et

hybrid-leje med en levetid, der er mindst fire til otte gange længere end tilsvarende standardlejer. Forskningsprojektet arbejder således videre med disse muligheder,

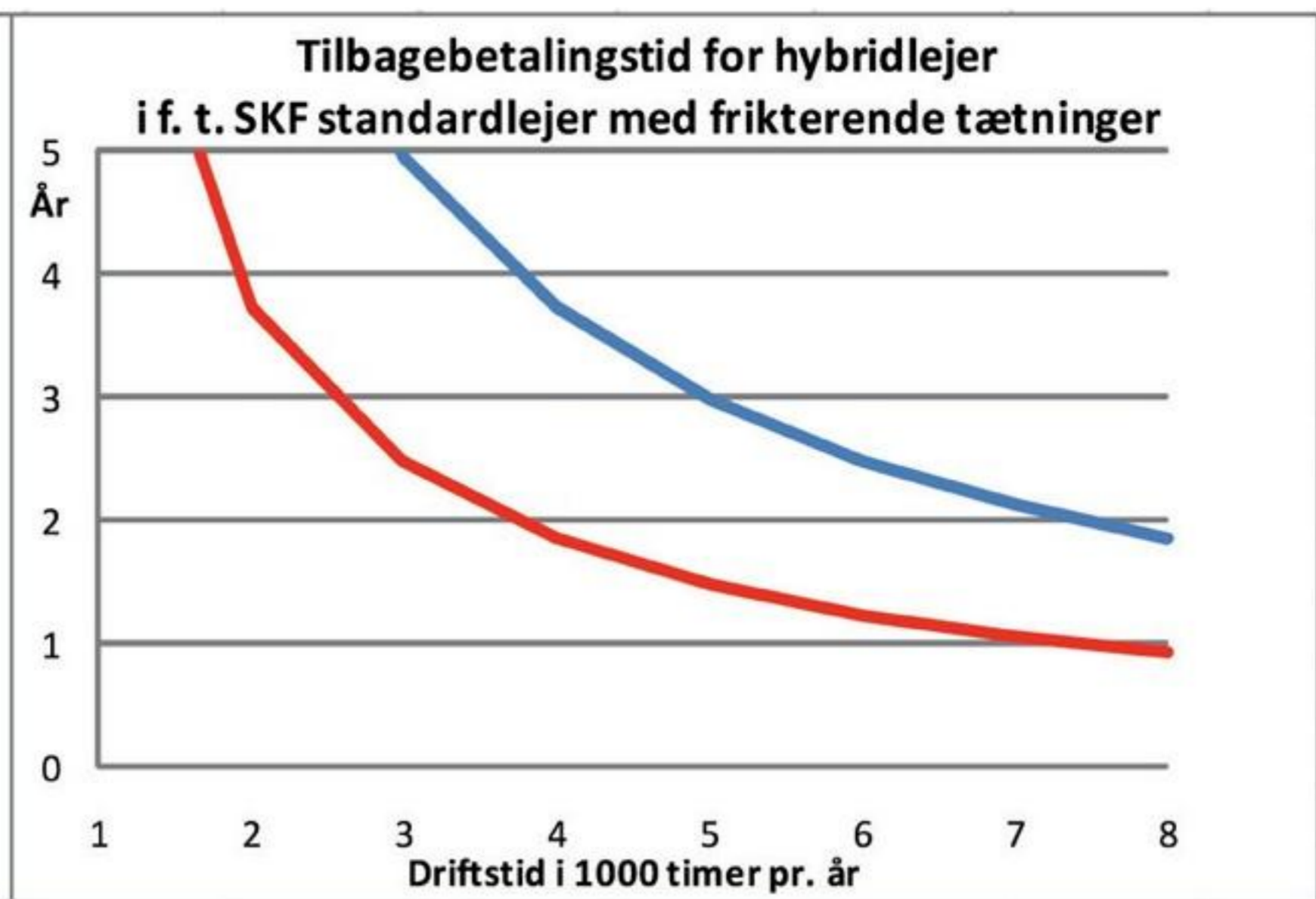


Afprøvning af lejerne i teststanden med måling af temperaturen.

Figur 1a.



Figur 1b.



Tilbagebetalingstid for hybridlejer til 11 kW to-polet elmotor. Rød kurve gælder ved elpris inkl. elafgift (dvs. det offentlige), blå kurve elpris ekskl. elafgift (erhvervslivet). Der er (meget forsigtigt) regnet med 33 procent lavere tab i hybridlejerne end i standardlejer

hvor der er behov for lejer med lavere tab og længere levetid, end de almindelige kuglelejer har.

De praktiske erfaringer siger således, at hybridlejerne har lavere tab. Hvor meget lavere tabene reelt er, undersøges nu i projektet.

Hybridlejernes økonomi - teoretisk beregning

Sammenlignet med standardlejer er der en betydelig merudgift ved hybridlejer. Og der vil gå mange år, før besparelsen i kraft af de mindre lejetab har tilbagebetalt merudgiften (se figur 1a).

Anderledes ser det ud, hvis der sammenlignes med frikterende lejer (se figur 1b).

Hybridlejer kan tåle en del forurening og vil i mange tilfælde kunne erstatte lejer med frikterende tætninger - og merudgiften er ret lille. Hybridlejer har meget længere levetid end standardlejer.

Skift af lejer er ofte så dyrt, at hybridlejernes merpris er tjent hjem første gang, der skal skiftes standardleje. I sådan en situation bliver tilbagebetalingstiden meget kortere end vist ovenfor.

De økonomiske betragtninger fører til, at hybridlejer anses for særligt interessante:

- På steder, hvor det ellers med standardlejer er nødvendigt at benytte frikterende tætninger.
- Hvor en udskiftning af lejerne er dyrt eller hvor der hyppigt skiftes lejer (hybridlejer har typisk fire til otte gange længere levetid end standardlejer).
- I elmotorer, drevet af frekvensomformere (hybridlejerne er isolerende).

I andre sammenhænge bliver hybridlejerne først økonomisk attraktive, når de kan produceres væsentligt billigere end i dag, og tabene samtidig reduceres med mere end

de 33 procent, der er forudsat i figurerne. Potentialet for dette undersøges nærmere i projektet.

Foreløbige testresultater

I samarbejde med DTU/Risø har CeramicSpeed opbygget en teststand for store lejer (størrelse 6318) og har afprøvet en række lejer - både standardlejer og hybridlejer.

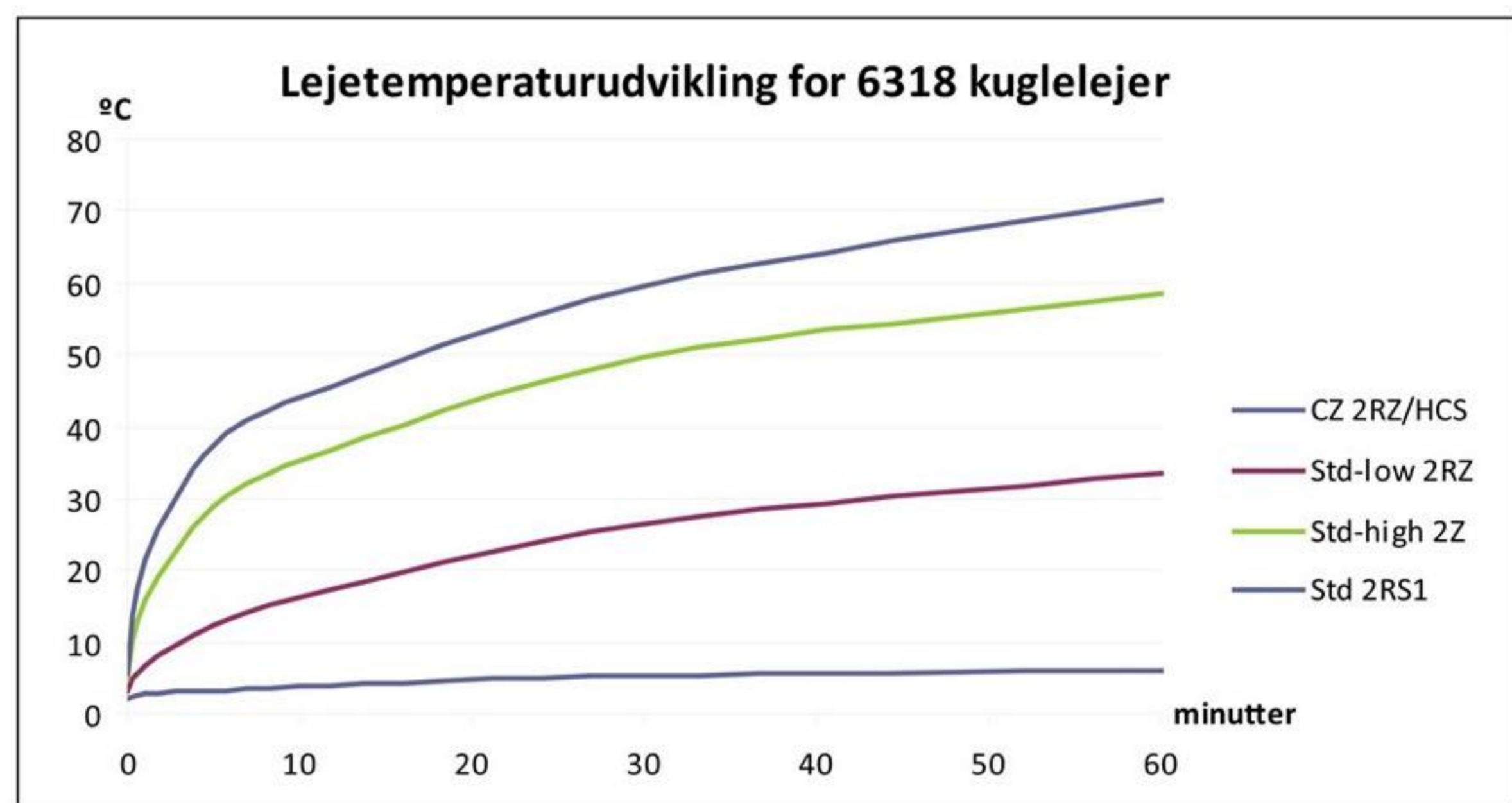
Ved afprøvningen kører lejerne 3.000 o/min. i et antal minutter (0, 1, 5, 10, 30 og 60), hvorefter lejetemperaturen måles. Derefter »frigøres« lejerne og kører ned i hastighed.

sentlig mindre i lejer uden frikterende tætninger (2RZ og 2Z).

Efter 60 minutters drift er disse lejetemperaturer således »kun« steget med 31°C og 53°C mod 66°C for 2RS2. Hybridlejet (CS 2RZ/HCS) har dog meget lavere friktion, og efter 60 minutters drift er temperaturen kun steget 4°C.

Det videre arbejde

Teststanden for store lejer udstyres i foråret 2011 med friktionsmålere, så der kan laves kvantitative målinger af lejetabene. Kalibreringen af test-



Figur 2.

Figur 2 viser testresultater for fire typer lejer. Forskellen på lejerne er kuglerne (stålkugler - keramiske kugler) og tætningerne (frikterende - ingen tætninger).

Der er målt ved en rumtemperatur på 2 til 5°C. Belastningen på lejerne var 70 kg vægt plus lejernes interne friktion. Lejet Std 2RS1 har kun kørt 2.400 o/min., som er dets lejes max.

Det ses, at frikterende tætninger (2RS1) medfører en betydelig varmeudvikling. Varmeudviklingen er væ-

standen og målingerne udføres af DTU/Risø.

Parallelt med testen af de store lejer får CeramicSpeed opbygget en teststand for mindre lejer - størrelse 6209. Også denne udstyres med friktionsmålere, så lejetabene kan måles af DTU/Risø.

De lejeløsninger, som findes mest lovende ved testene, vil blive afprøvet i anvendelsesmiljøerne, så der også opnås erfaringer med vibrationer, støj og levetid med videre.