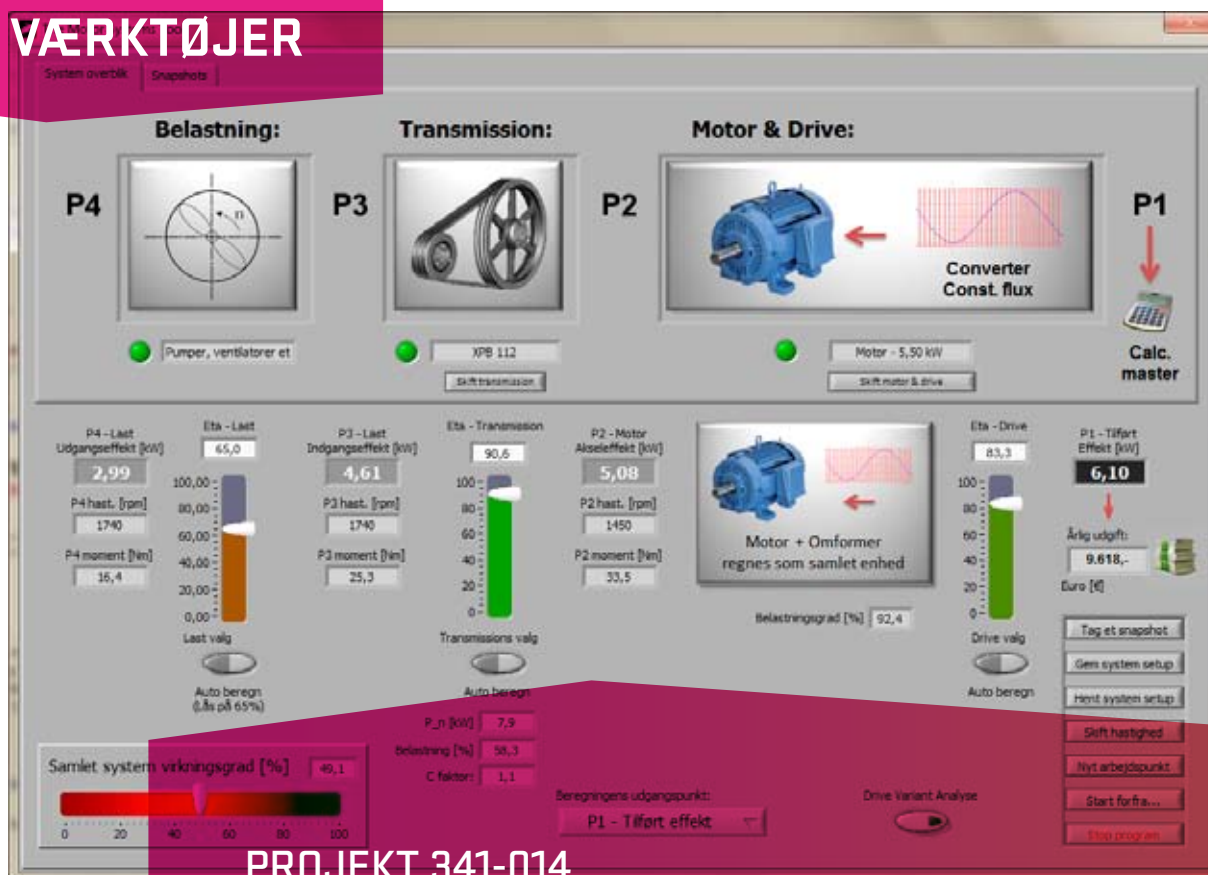


INDUSTRIELLE PROCESSER

VÆRKTØJER



PROJEKT 341-014

Værktøj til brug ved systemoptimering

Værktøjet, der er udviklet i LabVIEW, gør det nemt for energirådgivere og industriens slutbrugere at beregne virkningen af at systemoptimere elmotordrevne maskinsystemer

MÅLSÆTNING:

Resultaterne fra ELFORSK-projektet 338-009 "Systemoptimering af elmotordrevne maskinsystemer" har vist, at industrivirksomheder på økonomisk attraktive vilkår kan reducere deres elforbrug betydeligt ved at vælge korrekt dimensionerede elmotorer og optimere det samlede systemdesign. Teknologisk Instituts beregninger viser, et betydeligt besparelspotentiale ved systemoptimering af industriens samlede elforbrug.

For at gøre det lettere for de relevante aktører i industrien at sammensætte maskinsystemer på den mest hensigtsmæssige måde skulle der i projektet opbygges et værktøj, der på en brugervenlig og overskuelig måde kan beregne effekten af at optimere applikationer, remtransmissioner, gear og elmotorer med frekvensomformer. Værktøjet skulle udvikles i National Instruments LabVIEW.

MÅLGRUPPE:

Værktøjet er primært beregnet for maskinbygere eller sælgere af færdige maskinsystemer, f.eks. til industrielle køleanlæg, ventilationsanlæg, procesmaskiner m.v., virksomheder som selv varetager vedligeholdelsen af egne maskiner og gennemfører mindre reparationer med udskiftning af gear og motorer samt – og ikke mindst – energiselskabernes energirådgivere og andre konsulenter, der bistår industriens beslutningstagere med at identificere rentable energibesparelser.

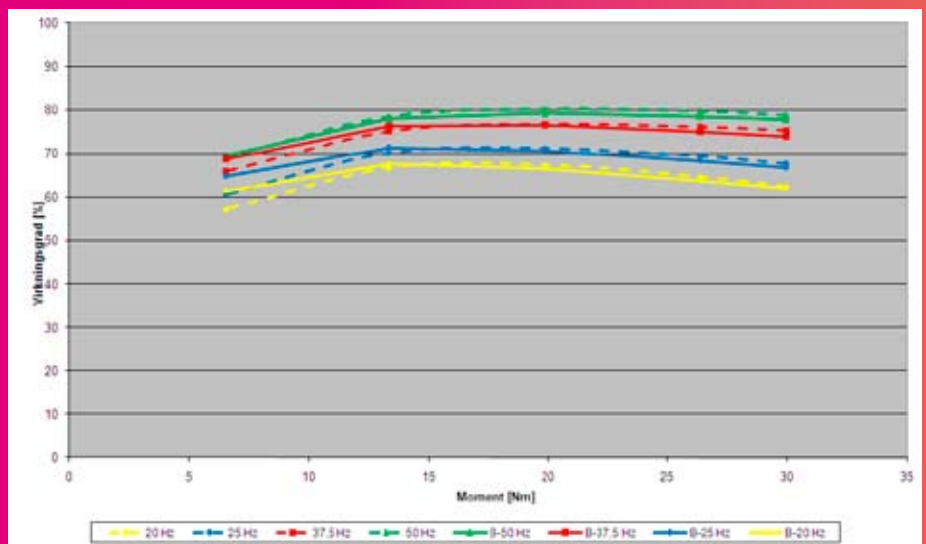
PROCESSEN:

Projektgruppen har været ledet af Teknologisk Institut, der har udviklet de modeller, der indgår i beregningsværktøjet. Danfoss og Lemvigh-Müller har leveret gear og styringer, LokalEnergi har medvirket som rådgiver for optimering af maskinsystemer hos Arla Foods Brabrand Mejeri, der var projektets demonstrationsvirksomhed. Energirådgiveren bistår med formidling af værktøjet.

Med udgangspunkt i remtræk-målinger fra 2001 er der udarbejdet regressionsudtryk, der viser sammenhængen mellem hhv. virkningsgrader og belastningsgrader samt mellem skivediametres størrelse og virkningsgrader.



Måleopstilling hos Teknologisk Institut med tandhjulsgearmotor på momentbænk.



Målinger (angivet med stiplede kurver) og beregninger af totalvirkningsgrader som funktion af momenter for en 4 kW motor viser god overensstemmelse mellem værktøjets beregninger og de faktiske målinger.

Disse resultater er samlet i en kombineret model for fire forskellige remtyper: kilerem, Poly-V rem, fladrem og tandrem.

Målinger fra ELFORSK-projekt 338-009 er brugt til at udvikle modeller for tre forskellige gear typer (snekkegear, keglehjulsgear og tandhjulsgear). Modellerne beregner gearernes tab som funktion af moment, omdrejningstal, nominel afgivet effekt på gearakslen og nominel optaget effekt for elmotoren.

Modeller for motor inkl. frekvensomformer er baseret på målinger på 2,2 kW, 22 kW og 90 kW motorer fra 2000. Der er udviklet mo-

deller for motorens og frekvensomformerens tab som funktion af moment, omdrejningstal, nominel afgivet effekt og nominel optaget effekt. Disse modeller er verificeret med brug af resultater fra ELFORSK-projekt 338-009, hvor der blev målt på 4 kW og 55 kW motorer inkl. frekvensomformer ved forskellige styringsstrategier.

Afslutningsvis er værktøjet afprøvet på et ventilationsanlæg på Brabrand Mejeri for at teste brugervenlighed og pålidelighed, og resultaterne er udmøntet i en brugervejledning.

RESULTATER:

Modellerne for remtransmissioner, gearmotorer samt motor og frekvensomformer er integreret i det LabVIEW-baserede værktøj til brug ved Systemoptimering. Værktøjet kan downloades fra www.elforsk.dk, fra Teknologisk Instituts hjemmeside www.teknologisk.dk og fra Dansk Energis spareportal for Systemoptimering og Sparemotorer www.systemoptimering.dk. Værktøjet markedsføres under det engelske brand The Motor Systems Tool (MST-Tool), der allerede er meget efterspurgt i udlandet.

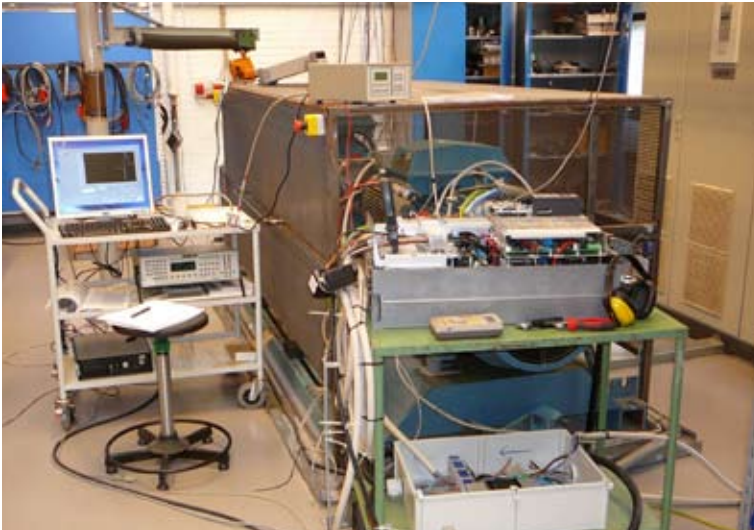
Beregningsværktøjet hjælper brugerne til at identificere det mest energieffektive system, hvor enkeltkomponenter hver især er energieffektive, og hvor de er tilpasset hinanden i forhold til behovet, så elforbruget reduceres og - i de fleste tilfælde - virksomheden opnår lavere udgifter til drift og vedligehold.

For at kunne beregne konsekvenserne af at optimere maskinsystemet skal der først indtastes en række værdier for de fire komponenter, der indgår i systemet: Belastning eller applikation, transmission (rem eller gear), motor og styringsenhed, samt i skærbilledet "Indtast kendt arbejds punkt". På det grundlag angiver programmet bl.a. virkningsgraden for de enkelte komponenter og systemets totalvirkningsgrad. I funktionen "Tag et snapshot" kan elforbruget beregnes i forskellige driftspunkter.

Disse data kan holdes op mod tilsvarende værdier for alternative løsninger ved at angive motorstørrelse, energieffektivitetsklasse og omdrejningstallet, og værktøjet sammenligner på det grundlag elbesparelsen i det mere energieffektive alternativ.

Under projektet blev værktøjet testet på et ventilationssystem på Brabrand Mejeri. Den eksisterende ventilator havde en virkningsgrad på 84 %, remtransmissionen en virkningsgrad på 87,3 % pga. små remskiver og motor, inkl. frekvensomformer en virkningsgrad på 84,1 %, da elmotoren hørte til laveste IE1-klasse. Det eksisterende maskinsystem blev beregnet til en totalvirkningsgrad på 61,7 %.

LokalEnergi brugte værktøjet til at beregne virkningen af at udskifte remskiverne til større skiver og den 4-polede 18,5 kW elmotor til en 11 kW IE3-motor. Det forbedrede systemvirkningsgraden til 71,7 %, og maskinsystemets effektoptag blev reduceret fra 14,3 kW til 12,3 kW, svarende til en besparelse på ca. 14 %.



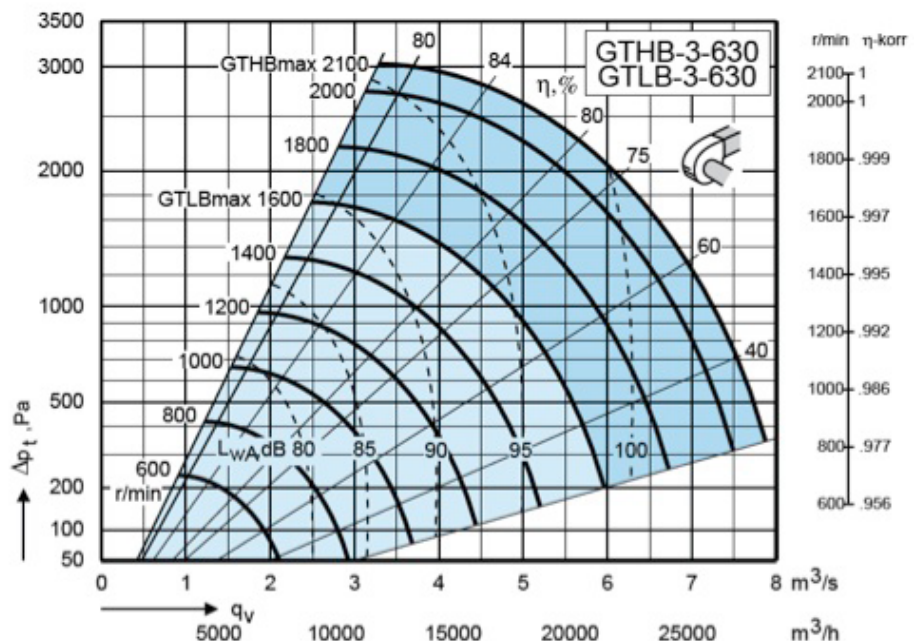
Måleopstilling hos Teknologisk Institut ved test af 55 kW motor inkl. frekvensomformer.

EFFEKT:

Værktøjet er præsenteret på en række workshops hos Lemvigh Müller, hvor der var stor interesse for værktøjet blandt de deltagende virksomheder, der fandt værktøjet særdeles relevant i arbejdet med at konstruere og renovere egne maskiner og i rådgivning af kunder om optimering af deres maskiner. På energirådgivernes årlige ERFA-træf har der også været stor interesse for at benytte værktøjet.

Teknologisk Institut har i forudgående projekter beregnet, at industrien kan spare knap 1.100 GWh om året på elforbruget til motordrift gennem systemoptimering. Det svarer til en besparelse på ca. 16 %.

BRUGEN AF VÆRKTØJET PÅ BRABRAND MEJERI GJORDE DET LET AT IDENTIFICERE MULIGHEDEN FOR AT OPTIMERE ELFORBRUGET I ET VENTILATIONSANLÆG MED 14 %



Kurve for ventilatoren i anlægget på Brabrand Mejeri. I et driftspunkt med en volumenstrøm på 14.400 m³ i timen og en total trykstigning over ventilatoren på 2.200 Pa har ventilatoren en virkningsgrad på 84 %.

ANBEFALING FOR VIDERE ANVENDELSE AF FORSKNINGRESULTATERNE

Både leverandører af maskinsystemer og energirådgivere har på baggrund af deres første erfaringer anbefalet projektgruppen at videreudvikle værktøjet bl.a. ved at tilføje flere af de nyeste og mest energieffektive motor-modeller og gøre det muligt at gennemføre en mere detaljeret energianalyse. Projektgruppen har på den baggrund fået bevilling fra ELFORSK (projekt 344-008 "2. generationsværktøj til systemoptimering") til at optimere værktøjet.

Applikationsberegneren udvikles, så det bliver lettere at beregne en totalvirkningsgrad for systemet og applikationens virkningsgrad. Elmotorberegneren udvides, så den også kan regne på de mest energieffektive motortyper, f.eks. PM-motorer, motorer med skiftende reluktans og kobberrotor motorer. Gearmodellen udbygges med større effektstørrelser og skal kunne håndtere gear og motor som separate enheder. Tilgangsspændingen til mo-

torerne skal kunne varieres, og der udvikles en dynamisk beregning af hastighedsvariation. Energiberegnerdelen bliver gjort mere avanceret. Den nye udgave af værktøjet ventes frigivet til praktisk brug inden udgangen af 2013. 1. generationsværktøjet leveres som en selvstændig programpakke, der efter installation på computeren afvikles som en eksekverbar fil (*.exe).

VÆRKTØJET GØR DET LETERE FOR ENERGI RÅDGIVERE OG SLUTBRUGERE I INDUSTRIEN AT REALISERE ET BESPARELSESPOTENTIALE I SYSTEMOPTIMERING PÅ Knap 1.100 GWh

SÅDAN KOMMER PROJEKTRESULTATERNE I ANVENDELSE

Teknologisk Institut tilrettelægger i samarbejde med Dansk Energi jævnligt kurser bl.a. for energirådgivere i brugen af værktøjet og andre aktiviteter, der kan understøtte industriens arbejde med systemoptimering. Med den nye energiaftale skal energiselskaberne sætte yderligere fokus på erhvervslivets energiforbrug, og her vil værktøjet og den nye udgave gøre det lettere for energirådgiverne at leve op til disse skærpede spareforpligtelser.

Værktøjet ventes også at få stor gennemslagskraft internationalt. Teknologisk Institut har præsenteret værktøjet i en engelsksproget udgave på den internationale konference for elmotorer og elmotorsystemer EEMODS'11. Endelig har arbejdet med at udvikle værktøjet skabt en stærk faglig platform for Teknologisk Instituts arbejde i Det Internationale Energiagentur IEA's forskningssamarbejde inden for elmotorer og elmotorsystemer i 4E EMSA.

Projektledelse:

Sandie B. Nielsen
Teknologisk Institut, Energi & Klima
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C.
E-mail: sbn@teknologisk.dk
Telefon: 7220 1257
Web: www.teknologisk.dk

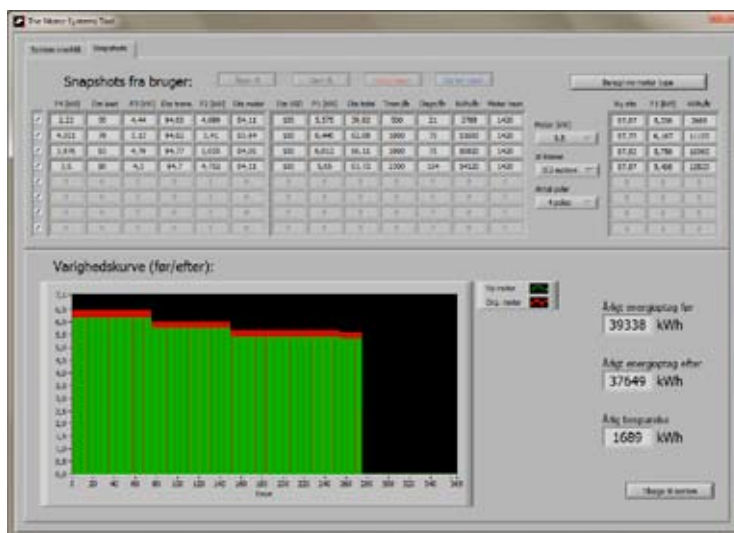
Projekt:

Titel: Værktøj til brug ved systemoptimering
Nr. 341-014
PSO Program 2009
Budget: 1.855.550 kr., ,
hvoraf 1.306.050 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.04.2009-31.03.2011

Program-koordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi

E-mail: bjb@danskeenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk



Værktøjet udregner med få input den direkte besparelse ved skift til IE2 motor på en eksisterende maskine i 4 kendte driftspunkter