

# Dansk supercomputer på vej mod top 3

I København står den eneste danske computer, der er hurtig nok til at være med blandt de 500 kraftigste maskiner i verden. Men måske kan den nye Cell-processor fra IBM bringe Danmark i top 3 på trods af et begrænset dansk supercomputer-budget.

## supercomputing

Af Christina Rudkjøbing

I kælderen på H.C. Ørstedes Institut i København står en dansk kraftkarl af en computer, der tilhører DCSC/KU, det regionale driftscenter under DCSC (Dansk Center for Scientific Computing).

Lige nu er den Danmarks eneste supercomputer, der er kraftig nok til at være med på Top500.org, som ranglister de hurtigste computere i verden.

Maskinen, kaldet Steno, er en klyngecomputer opbygget af 128 computere, eller såkaldte "nodes", med i alt 528 Opteron 2,2 gigahertz processorkerner og 136 terabyte diskplads.

Specifikationerne rækker til en Rmax på 2.791 gigaflops og en Rpeak på 5.324,8 gigaflops.

På den seneste top500-liste fra november 2006 er den danske supercomputer placeret som nummer 481. Det er et kraftigt fald i forhold til året før, hvor maskinen var placeret som nummer 203.

Til sammenligning har nummer ét på listen, IBM Blue Gene/L, 131.072 processorer og en Rmax på 280.600 gigaflops.

BlueGene/L strøg ind på forstepladsen, da den blev indviet i efteråret 2005.

### Enormt strømforbrug

I Steno sker kommunikationen mellem processorer i de forskellige maskiner via Infiniband Interconnect, der gør ekstrem hurtig flytning af data muligt. Samtidig har Steno en dedikeret 10-gigabit forbindelse til Forskningsnettet. Den er så hurtig, at en almindelig dvd-film kan downloades på omkring seks sekunder.

Forskningsnettet er et højhastighedsnetværk, der forbinder de danske universiteter og forskningsinstitutioner. Via internationale bredbåndsforbin-

delse giver nettet også adgang til samarbejde over grænserne.

Steno er vandkølet på grund af, at rummet ikke er optimalt i forhold til at etablere et effektivt luftkølingsanlæg. Men den primære grund til vandkølingen er dog, at det er væsentligt billigere end luftkøling.

"Hvis luftkølingen skulle fungere, ville det være nødvendigt med lufttryk under gulvet samt riste i gulvet, hvor kold luft kommer ind. Samtidig ville det være nødvendigt med nogle meget store udsugningsrør bag de forskellige kabinetter," siger Daniel Kalici, teknisk ansvarlig ved DCSC/KU.

Grunden til dette er den høje varmedensitet, som er cirka 15 kilowatt per rack.

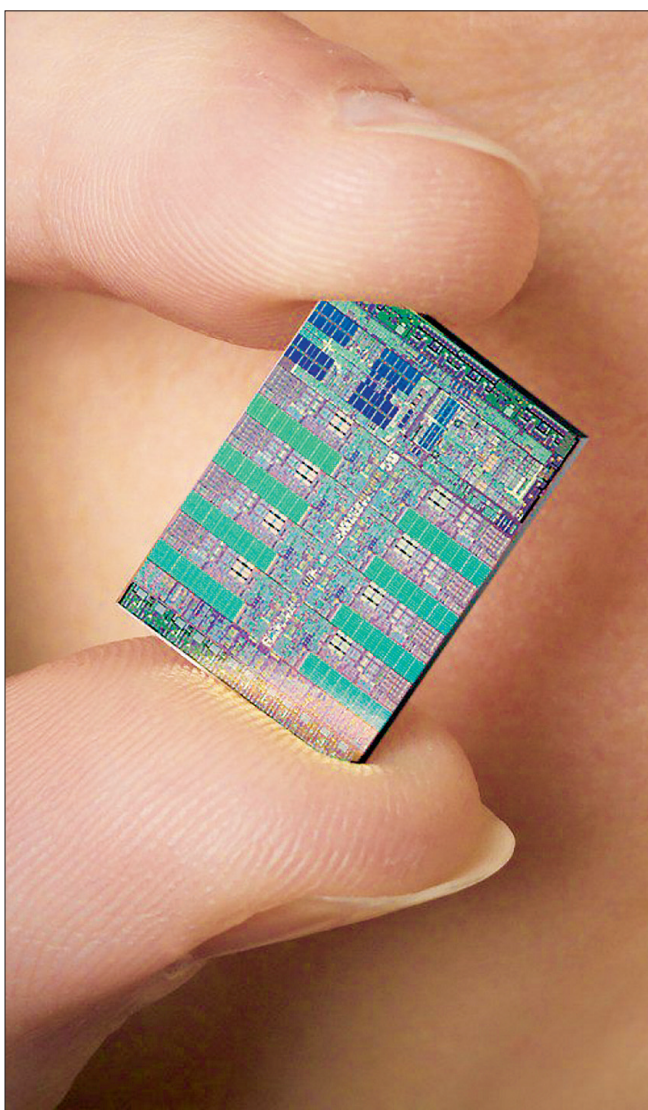
Strømforsbruget på supercomputeren er altså enormt. Siden 1. januar 2006 har kælderrummet på H.C. Ørstedes Institut, der også rummer DCSC/KU's øvrige maskiner – tre ældre supercomputere med til sammen 108 processorkerner – brugt 625 megawatttimer. Det svarer til det årlige strømforbrug for 156 parcelhuse.

Det er dog ingenting i forhold til en specialkonstrueret bygning i München, hvor den tyske supercomputer HLRB-II står.

Supercomputeranlægget i München har et årligt forbrug på 17.520 megawatttimer, hvor selve computeren står for halvdelen. Strømforsbruget afspejler, at HLRB-II er en noget kraftigere maskine, og den ligger da også nummer 18 på Top500-listen.

### Bærbare kommer med

Professor Brian Vinter fra Datalogisk Institut på Københavns Universitet har deltaget



**SUPERCOMPUTER** Den nye Cell-processor, der egentligt er udviklet til PlayStation 3, kan inden for ganske få år bringe danske supercomputere op blandt de hurtigste i verden.

i flere danske projekter med at opbygge supercomputere. Han forventer, at DCSC's hurtigste maskine ryger helt ud af listen, når Top500.org opdateres den 1. juni 2007.

"Hvis den eksponentielle udvikling fortsætter, så vil en bærbar pc om seks år have samme hastighed som de langsomste supercomputere i dag," siger han.

Om udviklingen rent faktisk fortsætter med den hastighed, er han dog mere usikker på.

Til gengæld er der en mulighed for, at Danmark om få år vil have en supercomputer, der kan matche de allerhurtigste i verden. Og det er den nyudvik-

lede Cell-processor fra IBM, der skal levere varen.

Cell er egentligt udviklet til den nye PlayStation 3, men den har vist sig at være ekstrem hurtig til visse beregninger og dermed egnet til high performance computing (HPC). På sin hjemmeside betegner IBM da også processoren som "en supercomputer på en chip".

Cell har et helt nyt design, der indeholder otte processorer, kaldet SPE (synergistic processor element) samt en Power Architecture-baseret kerne.

"Cell er den første af det, vi kalder en heterogen multikerneprocessor," forklarer Brian Vinter og uddyber:

"95 procent af en CPU's kræfter bliver i dag brugt på at kompensere for, at hukommelsen ikke kan køre hurtigt nok."

Derfor har IBM i stedet valgt at smide alle de ting væk, der bruger pladsen i en moderne CPU.

Et eksempel er branch prediction og cache, hvor CPU'en hele tiden forsøger at gætte, hvad programmøren vil gøre næste gang. Men det har IBM så fjernet fra Cell og dermed givet kontrollen fuldstændigt tilbage til programmøren.

## → Hvad er en supercomputer?

En supercomputer er en computer, der er betydeligt kraftigere end den alment tilgængelige computerkapacitet. Den store kapacitet opnås med en mængde processorer. 500 til 1000 processorer er en klassisk størrelse.

Grundlæggende taler man om to typer supercomputere, nemlig delt hukommelse og ikke-delt hukommelse, også kaldet shared memory og distributed memory. Begge typer kan være en egentlig computer eller en klyngecomputer (også kaldet cluster), der typisk er sat sammen af almindelige servere eller pc'er.

## → Sådan måles kapaciteten

En supercomputers kapacitet måles oftest i flops, der betyder floating point operations per second, eller kommatalsberegninger per sekund.

Beregningen er lavet på basis af en bestemt målemetode, kaldet Linpack Benchmark, der måler hastigheden ved at køre et computerprogram, der løser en række ligninger.

Top500.org rangordner supercomputere efter Rmax, der er den maksimalt opnåede Linpack-performance. Dernæst rangordnes efter Rpeak, der er den teoretiske højeste performance.

## → Supercomputeres anvendelse

- Simulering af bilsammenstød.
- Beregning af vindmølle- og flykonstruktioner.
- Finde genetiske sekvenser og fejl i disse.
- Klimaberegninger.
- Simulering af, hvordan nye stjerner eller galakser opstår.
- Beregning af kemiske molekylers interaktion med hinanden.
- Beregning af nye metaller.
- Simulering af tsunamier.
- Simulering der hjælper med at forstå jordskælv

"Det betyder, at det er sværere at programmere den, men til gengæld får vi en højere ydelse på den," siger Brian Vinter.

### Dansk maskine i top-3

Og netop høj ydelse er et af Cell-processorens stærke punkter.

"På de områder, hvor Cell performer godt, er ydelsen cirka fem gange større end på en almindelig processor," siger Brian Vinter.

På Københavns Universitet eksperimenterer professoren og hans kollegaer i øjeblikket med en supercomputer opbygget af blot otte Cell-processorer.

Den kan præstere 1.648 gigaflops, mens nummer 500 på listen over de hurtigste supercomputere i verden kommer op på 4.896 gigaflops, selv om den har hele 800 processorer.

Med ganske få processorer kan Cell altså hamle op med de hurtigste supercomputere. Den høje præstation er dog lidt snyd, mener Brian Vinter:

"Det er nemlig single precision tal i stedet for double precision," siger han.

Det er et udtryk for, hvor mange bit, man bruger til at

udtrykke et kommatal med. Single precision er kommatal på 32 bit, mens double precision er på 64 bit.

Cell er, ifølge Brian Vinter, specielt god til single precision, som især benyttes til grafik.

Men hvis en Cell-baseret supercomputer skal kunne bruges til videnskabelige beregninger, kræver det, at Cell bliver i stand til at håndtere double precision tal.

"Jeg forventer, at Danmark kan have en supercomputer i Top-3 allerede i slutningen af 2008, hvis vi kan løse dette problem samt skaffe omkring 100 millioner kroner til projektet," siger Brian Vinter.

Og det er faktisk billigt. En normal supercomputer i den størrelse koster mindst en halv milliard kroner, oplyser han.

c.rudkjoebing@cw.dk

## → De hurtigste i november 2006

Nr.	Navn	Processorer	Rmax Gflops	Rpeak Gflops	Land
1.	BlueGene/L	131.072	280.600	367.000	USA
2.	Red Storm	26.544	101.400	127.411	USA
3.	BGW	40.960	91.290	114.688	USA
4.	ASC Purple	12.208	75.760	92.781	USA
5.	MareNostrum	10.240	62.630	94.208	Spanien
18.	HLRB-II	4.096	24.360	26.214	Tyskland
481.	eServer 326 Cluster	1.024	2.791	5.324,8	Danmark

Kilde: top500.org

→ Læs mere:  
**Top500 listen over supercomputere:**  
[www.top500.org](http://www.top500.org)  
**Dansk Center for Scientific Computing (DCSC):**  
[www.dcsc.dk](http://www.dcsc.dk)