

RISØ

Indledende besøg

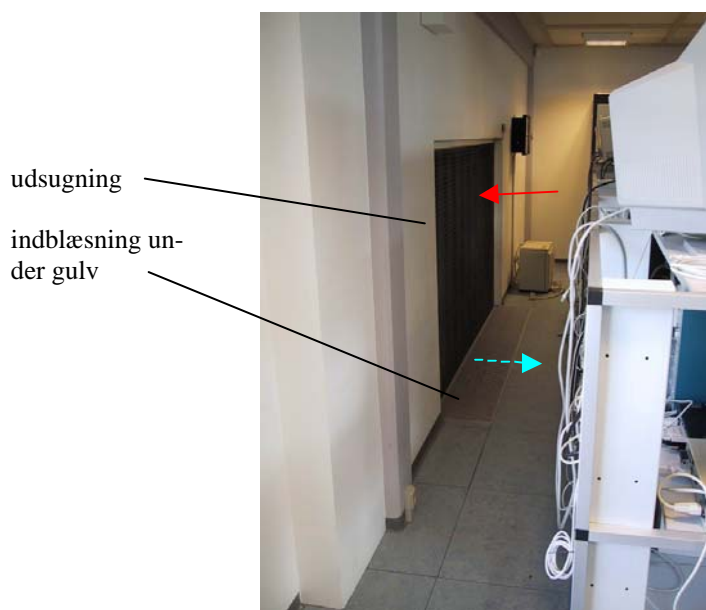
Besøg d. 19/8-03 af: Søren Østergaard Jensen
Repræsentant fra RISØ: IT-chef Erik Kristensen og tekniker Bent Bøgelund Hansen

Grundarealet af serverrummet er ca. 153 m², mens volumenet er ca. 400 m³.

Der er et nyt køleanlæg bestående af to fordampere samt et gammelt anlæg – også med to fordampere. De nye køleanlæg oplyses at have en køleeffekt på 2 x 28 kW. Det gamle anlæg oplyses at have 16 + 32 kW. Det nye og det gamle køleanlæg er redundante. Det gamle anlæg startes ca. en uge om måneden. De nye køleanlægs fordampere er placeret i hver ende af rummet, mens det gamle anlæg er placeret i en tilbygning. Køleanlæggene blæser kold luft ind under gulvet. Den kolde luft tilføres rack'ene gennem bunden, og der er riste for lufttilførsel til de gamle servere på reolerne. De nye køleanlægs fordampere er vist i figur 2. Figur 3 viser udsugningen til det gamle køleanlæg, mens 4 viser køleanlæggenes kondensatorer, der er placeret på hver side af bygningen.



Figur 2. Serverrummets fordampere – til venstre også nogle af de gamle servere.



Figur 3. Udsugning til gammelt køleanlæg.

Når det gamle køleanlæg er slukket, kører fordamperventilatoren i det gamle anlæg, da de nye anlæg ikke alene kan skabe en tilstrækkelig god luftfordeling under gulvet.



Figur 4. Køleanlæggets kondensatorer placeret udenfor. Til venstre det gamle anlægs kondensatorer og til højre de nye anlægs kondensatorer.

Figur 5 viser reoler og rack i serverrummet. Effekten gennem UPS'en var ved det indledende besøg lige under 40 kW. 7 måneder senere ved inspektionen var dette steget til 43,4 kW (se Serverrumseftersyn – køletekniskdel). Figur 6 viser ovenlysvinduet i serverrummet. Det vurderes, at varmebelastningen som følge af solindfald kan udgøre op mod 5 kW.



Figur 5. Reoler og rack i serverrummet. Den vestvendte glasdør er desuden vist i billedet til højre.

Serverrummet servicerer 850 brugere

Serverne kører altid.



Figur 6. Ovenlysvinduet i serverrummet.

Nøgletal

Hvis det antages, at 43,4 kW (se Serverrumseftersyn – køleteknisk del) er det gennemsnitlige effektforbrug i serverrummet, så er det årlige elforbrug (varmebelastning) i rummet $43,4 \cdot 24 \cdot 365 = 380.000$ kWh.

Elforbrug til servere pr. brugere: $380.000 / 850 = 447 \text{ kWh}_{\text{server}}/\text{bruger}$

Varmebelastning pr. rumstørrelse: $43,4 / 400 = 0,11 \text{ kW}_{\text{belastning}}/\text{m}^3_{\text{rum}}$

Risø

Besøgt den: 23/3-04

Kontakt person: Henrik M. Jensen

Rapport over netværk og server installation i serverrummet

Risø har i serverrummet udstyr, der bruges til administration, økonomi, Internet samt tekniske beregninger og anvendelser.

Serverrummet er opbygget med edb gulv.

Der bruges ca. 42 kW af udstyret fra UPS'en. Den er placeret i serverrummet, så den skal også køles ned. Den har en kraftig hyletone, som til dels er dæmpet med noget skumplast på væggen, men hvis den kom ud af rummet, ville man slippe for støjen samt varmeafgivelsen.

Med det store antal enheder (ca. 166 servere, 400 CPU'er og 630 diske samt en del libraries) i server- og kontrolrummet vil det ikke være muligt på en overkommelig tid at dokumenterer de enkelte systemer med tekniske detaljer om udstyr og anvendelse samt driftsforhold..

Serverne er delvist placeret i 13 19" rack, på gulvet og reoler samt i 2 store IBM rack. Netværksudstyret er placeret i 5 19" rack.

Temperaturen holdes på 21 °C året rundt. Der er en høj hastighed på luften i rummet (vurderet til ca. 6 m/s).

Brugerne på økonomisystemet har brug for, at SAP systemet kører døgnet rundt, men der er en del test maskiner, som godt kunne være slukket efter arbejdstid.

Filserverne bruges af forskere over hele kloden, så de skal være tilgængelige døgnet rundt.

Internettet bruges døgnet rundt.

Et IBM RS/6000 anlæg og 17 HP Proliant DL360 G3 bruges til parallel processing til talbehandlings opgaver (Finite Element Method m.m.). De er belagt med job efter et produktions skema hele tiden.

Der står et større antal computere, som afdelinger, der ejer dem, ønsker, står i serverrummet.

Levetiden på IT-service computere er sat til 4 år. Efter en drifttid på 4 år bliver deres service lagt over på nye systemer.

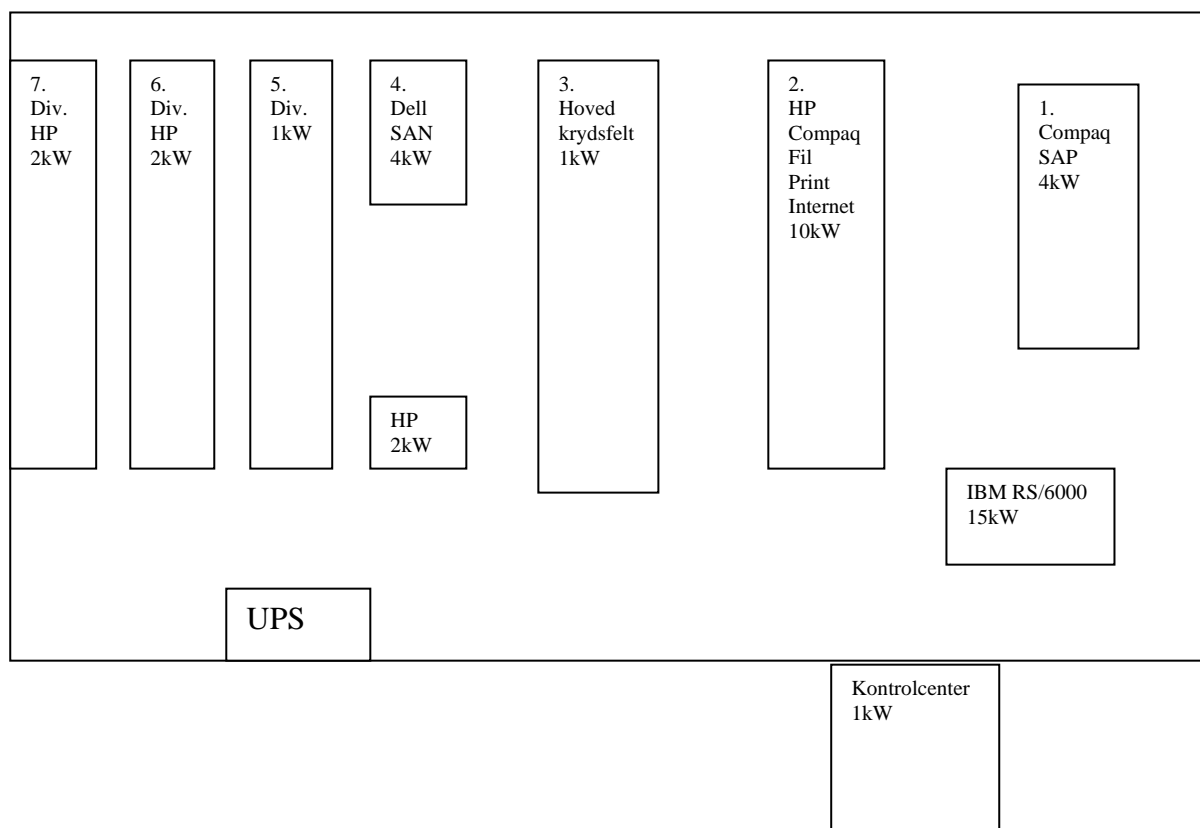
Der anvendes principper for server konsolidering. Der er 2 anlæg med Compaq og Dell EMC SAN og cluster.

Der anvendes virtuelle servere med 13 Windows servere på en fysisk server.

Der er mindst 2 CPU'er i serverne.

Netværket er oppe i 24 timer

Effektfordeling og køling



Figur. Fordelingen af udstyr med skønnet effektfordeling

Effekten til UPS er målt med KeepFocus energimåler til at ligge på ca. 44 kW. Udstyret forventes at forbruge lidt over 40 kW. På ovenstående tegning er den skønnede effektfordeling vist.

Rackene 1 og 2 er sat op, så de har front mod hinanden. De er udstyret med perforerede låger, så køleluften kan passerer dem.

Placeringen af ristene i gulvet ved RS/6000 og 1 række rack er lagt på bagsiden bag rackene, så den varme luft fra rackene bliver opblandet med den kolde køleluft.. I række 2 blæses køleluften ind i bagsiden af raket. Da der er åbninger i nogle af rackene og der mangler blindplader, er der risiko for, at den opvarmede luft cirkulere tilbage til forsiden i raket og bliver brugt til køleluft. Bagsiden af række 2 føles som den varmeste række af udstyr.

I række 4 var sidepladerne ikke monteret endnu. Det var nyt udstyr under indkøring.

Udstyret på reolerne og gulvet samt nogle af rackene bliver air konditioneret med luften i rummet.

Driftsstabilitet

Serverne med diske samt SAN er sat op, så der er redundans i systemerne. På den ældre del af serverne kan blæserne skiftes under drift, når de melder fejl. Diskene kører med spejling eller stribe med paritet og kan skiftes under drift uden tab af data, når de melder fejl. På kritiske servere og diskenheder er der 2 strømforsyninger, som kan skiftes udefra under drift.

I perioden, når en ny server sættes op og bliver sat i drift, er der til tider en del fejl. Når den første er kommet i stabil drift, er der sjældent problemer med den. Der skiftes kun få af diske under driftsperiode, hvis den ikke er for mange år.

Når serverne og diske holdes i døgndrift, ved man ikke, om de kan tåle at blive slukket. Den typiske fejl efter nogle år er, at smøremidlet har ændret egenskaber og bliver meget sejt, når bevægelsen stopper. Derpå kan motoren ikke få rotationen i gang igen. Det er ikke unormalt, at f.eks. flere diske fejler på een gang. Er komponenten eller komponenterne kritiske for serverens funktion, skal den/de skiftes, før systemet kan komme startet op igen. De fleste, der passer servere, kender problemet og frygter det, men hvis serveren bliver stoppet noget hyppigere, kunne det være, at problemet har et mindre omfang, når det opstår.

Et SAN skal helst køre hele tiden, hvis der ikke skal opstå tidsrøvende problemer med styresystemer, som vil checke filsystemet, fordi der har været forstyrrelser.

Et andet problem, som kan opstå, hvis man slukker og tænder for enhederne jævnlige, er fejl i strømforsyningen. Den er godt nok designet til de store strømstød ved opstarten og temperatursvingninger under opvarmning og afkøling, men ingen andre end producenten ved, hvor mange gange den kan tåle det.

Temperaturen i serverrummet kan have indflydelse på levetiden af enhederne. Indenfor elektronik er der en tommelfinger regel, som siger, at en temperaturstigning på 10 °C halverer levetiden. Det er mest kondensatorer, det går ud over.

Hvis temperaturen i serverrummet til køling af servere er tæt på nedlukningsgrænsen for serverne, som er på 35 – 40 °C, vil små forstyrrelser på kølingen kunne stoppe serverne. Derfor holdes lufttemperaturen på 21 °C, så der på en varm sommerdag er lidt reserve på temperaturen, når en køler stopper.

Forslag til energibesparelse

Alt udstyr er sat til at køre i døgndrift. Det har ikke været overvejet at lukke for systemer i perioder, hvor det ikke anvendes. En periodisk lukning af systemerne vil formentlig skulle forhandles med kunderne til systemerne, før den kan sættes i værk.

Det forventes, at en bedre styring af køleluften vil kunne give nogen besparelse.

Risø er igang med server og storage konsolidering. Der anvendes SAN og cluster samt virtuelle servere. Det forventes at give en større fleksibilitet i anvendelsen af serverne og formentlig også give en gevinst ved samlet at give mindre energiforbrug. Der er ikke kendskab til, hvor stor besparelse, der kan forventes, da anlægsconfigurationen og planer i detaljer ikke er kendt.

Der er planer om at opbygge et nyt system til parallel processing og i den forbindelse nedlægge RS/6000. Det er muligt, at det nye anlæg kommer til at bruge den samme energi, som det gamle anlæg, men kapaciteten vil være væsentlig forøget.

På økonomisystemet blev det oplyst, at der er en del testcomputere. Hvis halvdelen af serverne er til afprøvning og kun bruges i dagtimerne mandag-fredag, vil der kunne spares omkring 13 MWh eller 3% af energien om året.

Serverrumseftersyn - køleteknisk del

Sted: RISØ

Dato: 23-03-2004

Besøgt af: Søren Østergaard Jensen og Claus S. Poulsen

Repræsentant for vært: Bent Bøgelund Hansen, Henrik Nielsen og Jørgen Bundgaard.

Beskrivelse af anlæg, herunder anlægstype og identifikation samt mærkeplade:

Serverrummet hos RISØ køles af to nyere køleunits samt et ældre anlæg med to kompressorer.

De nye (og identiske) units indeholder begge 2 stk. Copeland ZR81KCE-TFD 522 med R407C i hver unit. Én kompressor har ved +5/+40°C en ydelse på ca. 19,8 kW - altså en ydelse pr. unit på ca. 39,6 kW ved den nævnte driftstilstand. Anlæggene er udstyret med udendørs opstillet kondensatorer, én pr. kompressor.



Figur 1: Billede af det ene af de nye køleanlæg



Figur 1: Et kig ind i kompressorrummet i det ene af de nye anlæg

Begge de nye units er udstyret med to ventilatorer, som hver drives af en 1,5 kW motor (indedel). Kondensatorblæserne, der er trykstyret, er hver monteret med 150 W motorer og pr. kompressor er der 3 ventilatorer, altså totalt $2 \times 2 \times 3 = 12$ ventilatorer på 150 W (2 units med hver 2 kompressorer gange 3 ventilatorer).



Figur 3: De to nye anlægs 4 kondensatorer, én pr. kompressor

Det ældre anlæg, der servicerer rummet hver fjerde uge, er opbygget med to kompressorer, én DVM Copeland model DNRA 500 EWM-000 (slagvolumen $19,1 \text{ m}^3/\text{h}$) samt en DVM Copeland model D9RC4-1000 AWM/D (slagvolumen $38,0 \text{ m}^3/\text{h}$). Kølemidlet er R404A. Anlæggets fordampere er placeret i kanalsystem, hvor luften trækkes igennem fra rist i væg.



Figur 4: Indsugning og udblæsning fra gammelt køleanlæg



Figur 5: De to kompressorer der udgør kernen i det "gamle" anlæg.

Opbygning af serverrum og beskrivelse af kølestrategi:

Grundarealet af serverrummet er ca. 153 m², mens volumenet er ca. 400 m³.

Rummet er konstrueret med hævet gulv, hvorunder der er foretaget kabelføring og køleluften til de enkelte racks føres denne vej og op gennem riste i gulvet.



Figur 6: Billede af gulvkonstruktion hos RISØ

Der er i en af rummets ydervægge monteret en rist (se figur 4 i afsnit med beskrivelse af indledende besøg). Gennem denne rist trækkes der friskluft (ved inspektionen ca. 400 m³/h udeluft med en temperatur på ca. 12°C). Dette virker således som et beskedent frikølingsbidrag af størrelsesordenen 1 kW.

Solindfald gennem dør, vindue og ovenlysvindue vurderes i måleperioden til at have udgjort i snit ca. 300 W over døgnet, mens den maksimale solbelastning midt på dagen var ca. 3 kW. Varmetab gennem vægge og loft vurderes i samme periode til i snit at have været ca. 1 kW.

Fra målinger og beregninger haves følgende:

Måleperiode:	27/2-04 til 19/3-04
Målt gennemsnitligt belastning:	43,4 kW
Målt gennemsnitligt elforbrug til køling:	17,8 kW
Målt gennemsnitlig temperatur til fordampner:	20,0°C
Målt gennemsnitlig temperatur til kondensator:	4,2°C
Målt effektivitet (tilført el til rum/tilført el til køleanlæg):	2,44 (-)

I de følgende beregninger er de fire køleanlæg ("anlæg 1", "anlæg 2", "gammelt lille anlæg" og "gammelt stort anlæg") beregnet som ét anlæg. Dette skyldes, at måleperiodens længde ikke vurderes tilstrækkelig lang til at kunne danne grundlag for egentlig anlægsspecifikke beregninger. Der er bagerst i denne eftersynsrapport foretaget en nærmere vurdering af de enkelte anlæg (de gamle anlæg contra de nye).

Beregnet årligt energiforbrug til køling: ca. 166.810 kWh/år

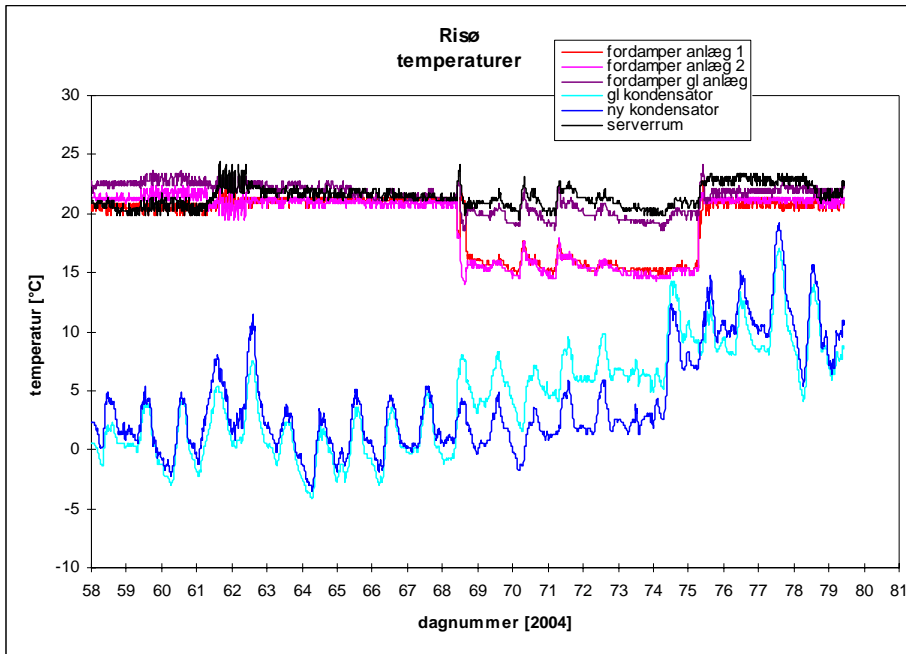
Note: Det årlige energiforbrug er estimeret med den i målingerne registrerede temperatur ved kondensatorerne.

Beregnet besparelse i energiforbrug ved anvendelse af frikøling (*): ca. 76.299 kWh/år

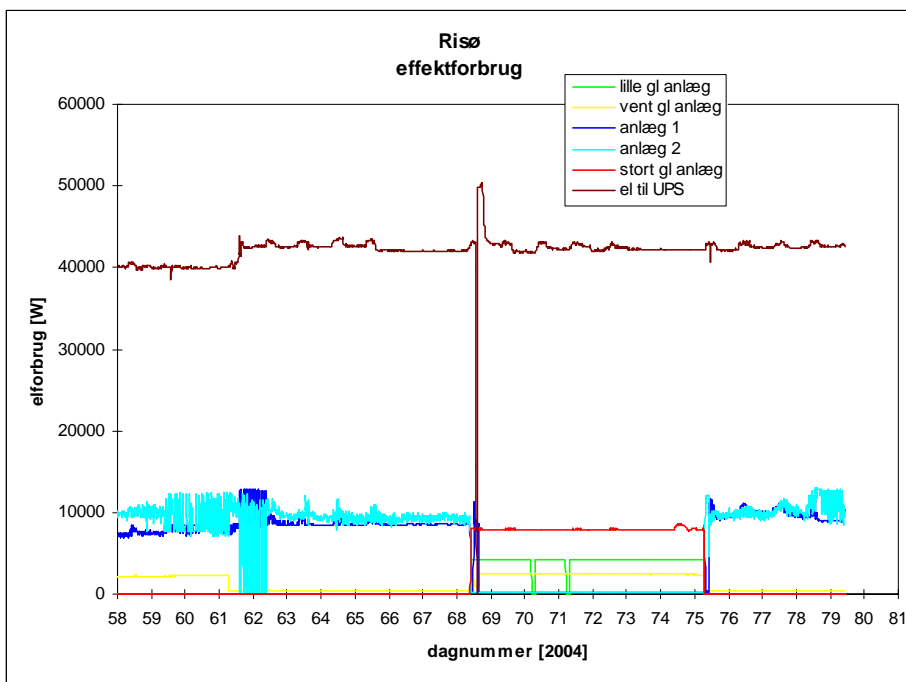
(*): nødvendig temperaturdifference mellem inde og ude = 8K - indeventilator "klarer" frikølingen.

Beregnet besparelse i energiforbrug ved ændret styringsstrategi (**): ca. 6.291 kWh/år

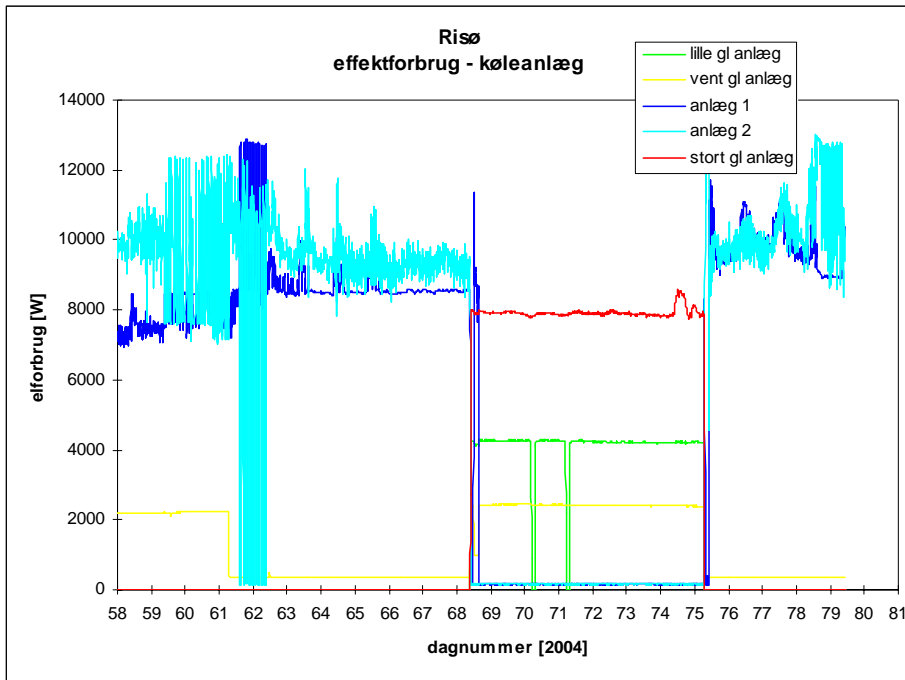
(**): on/off drift på indeventilator - ingen frikøling



Figur 8: Målte temperaturer hos RISØ



Figur 9: Målt effektforbrug hos RISØ (alle målinger)



Figur 9: Målt effektforbrug hos RISØ- køleanlæg

Observationer på stedet:

Filtre renholdt (ja/nej):

Ja

Kondensator renholdt (ja/nej):

Nej, de virkede snavsede på undersiden.

Montering af indedel korrekt (redegørelse):

Begge de nye anlægs indedele virkede umiddelbart som korrekt monteret. Det gamle anlægs fordamper er monteret i kanalsystem som ikke umiddelbart kunne besigtiges.

Luftfordelingen under det hævdede gulv virkede umiddelbart rimelig, hvilket primært skyldes relativ stor frihøjde i konstruktionen. Det har dog af hensyn til luftfordelingen været nødvendigt at lade det gamle anlægs ventilatorer køre videre, når det alene er de nye anlæg der er i drift.

Blokering af luftstrøm:

Nej

Hvis ja, angiv hvad der spærrer:

-

Montering af udedel korrekt (redegørelse):

Alle de i alt 6 kondensatorer (4 på de to nye anlæg og 2 på det gamle) vurderes som korrekt monteret.

Blokering af luftstrøm eller andet kritisk:

Ja

Hvis ja, angiv hvad der spærrer:

Snavs på underside af kondensator kan blokere luftstrøm

Anlæggets styrestrategi (hvis muligt):

De to nye anlæg kører 3 uger i træk, og den efterfølgende uge leveres kølingen af det gamle anlæg. Anlæggene reguleres ud fra luftens returtemperatur til anlæggene.

Mangler anlægget kølemiddel (hvis muligt):

Dette detekteres ved at observere skueglas og foretage spotmålinger på kølesystem (hvis muligt). Observationer noteres her:

Der kunne ikke umiddelbart konstateres manglende kølemiddel på anlæggene.

Konklusion på køle- og bygningsteknisk del af eftersyn

Frikøling (er dette en mulighed) - kort redegørelse:

Frikøling er absolut en mulighed hos RISØ. Serverrummet er placeret i separat bygning med flere ydervægge, hvor det ville være muligt at etablere frikølingssystem. Den beregnede besparelse i køleanlæggenes energiforbrug er på ca. 46% ved etablering af frikøling.

Der er allerede etableret frikøling i beskeden målestok gennem rist i væg (ca. 0,15 m²). Ved besigtigelsen kunne der beregnes en "køleeffekt" på ca. 1 kW ved det givne temperaturniveau og den beregnede volumenstrøm (ca. 400 m³/h).

Andre oplagte besparelsemuligheder:

Solafskærmning af vinduer og ovenlysvindue ville være oplagt, da varmeindfaldet her skal fjernes med køleanlægget.

Målingerne viser, at det gamle anlæg faktisk bruger mindre strøm end de to nye og alligevel kan levere tilstrækkelig køling til rummet. Faktisk bruger de to nye anlæg tilsammen omkring 19,2 kW (incl. ekstra ventilator) til at holde rumtemperaturen, mens det gamle anlægs to kompressorer og ventilatorer tilsammen bruger ca. 14,4 kW til samme opgave - altså ca. 25% mindre energiforbrug i det gamle anlæg end i de nye.

Ud fra ovennævnte kunne det anbefales at skifte strategi og i stedet lade det gamle anlæg køle rummet i treugers perioden og så lade de nye anlæg servicere rummet i den følgende uge. Dette vil teoretisk give en reduktion i energiforbruget på ca. 13%.

Øvrige kommentarer til køleanlæg:

Ingen.

Kommentarer vedr. den øvrige installation:

Ingen.

**Serverrumseftersyn – Organisationsanalyse
Risø
14-5-2004
Interview-person: Ingeniør Ole Tøttrup (OT)**

Baggrund og beslutning for serverrummet

Serverrummet var været etableret for lang tid siden og som en del af it-udviklingen for Risø.

Overordnede krav til serverrummet

It-chefen er ansvarlig for de overordnede krav.

It-sikkerheden har top vigtighed, og dernæst har prisen høj vigtighed.

Et lavt energiforbrug er måske mindre vigtigt.

Den gang serverrummet blev etableret snakkede man ikke om energiforbruget, mens at det nu har anderledes og større økonomisk vægt.

Placeringen af serverrummet

Serverrummet har en central placering i forhold til den samlede bygningmasse på Risø. Bygningen er opført med henblik på anvendelse som serverrum, blandt andet med løftet gulv.

Opbygning og drift af serverrum, IT-udstyr og køleanlæg

It-afdelingen er ansvarlig for indretning af serverrummet og for driften af it-udstyret. De beslutter selv køb af nyt edb-udstyr.

Risøs bygnings- og anlægsservice (BAS), hvor OT er fra, er ansvarlig for at vedligeholde bygning og ventilations- og køleanlæg på samme måde som BAS gør for øvrige bygninger og installationer på Risø.

Større ændringer vil komme som forslag fra it-afdelingen, for eksempel hvis køleanlægget ikke kan klare belastningen. BAS står for at projektere ændringen og et efterfølgende udbud og gennemførelse af projektet.

Rådgivende ingeniørfirma kan blive brugt ved større ændringer. Leverandørerne bliver brugt i mindre omfang ved mindre projekter.

BAS står for drift og vedligeholdelse på de tekniske anlæg, herunder køleanlægget.

Yderligere information og rådgivning fra for eksempel Elsparefonden

Der er umiddelbart ikke noget behov for yderligere information og rådgivning, men det er godt at vide for OT, at Elsparefonden findes, og det er muligt at ringe og få information.

Den bedste form for formidling er over internettet, som Risø selv kan formidle videre via intranettet.

Interesse i elbesparelser i serverrummet og barrierer

Generelt

Risø er helt klart interesseret i elbesparelser.

OT mener ikke at der er barrierer. Det er en proces, der er i gang.

Energiforbruget er også en parameter ved valget, men der er mange områder at tage hensyn til, og det kan være svært at komme igennem med nye forslag.

Frikøling

For nyligt har edb-afdelingen annonceret, at der skal proppes noget mere EDB-udstyr ind i serverrummet.

I forbindelse med at der skal opstilles mere it-udstyr i serverrummet, har Risø kontaktet én af deres eksterne rådgivere for at finde en løsning på varmemproblemet. Rådgiveren har nogle overvejelser om at ændre køleanlægget, så det en stor del af den samlede årlige drifttid kan køre på frikøling.

Derfor mener OT, at de ikke har nogle barrierer mod frikøling, men tværtimod finder det meget attraktivt.