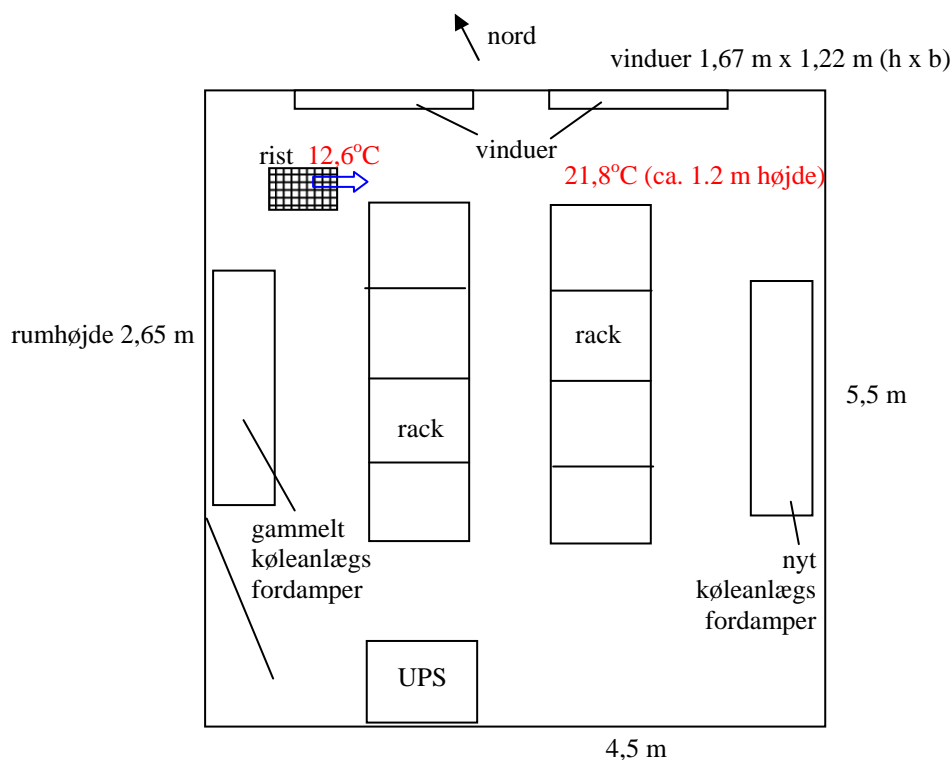


Rigsrevisionen

Indledende besøg

Besøg d. 19/6-03 af: Søren Østergaard Jensen
Repræsentant fra Rigsrevisionen: Bo Brabrand og Ulf Aunsøe

Rigsrevisionens serverrum er beliggende på 3 sal. Serverrummet har en ydervæg med vinduer vendende mod nordnordvest. Figur 1 viser en plan over serverrummet med ca. placering af "rack'ne" med servere samt andre installationer. Grundarealet af serverrummet er ca. 25 m², mens volumenet er ca. 66 m³. De to køleanlægs fordampere er placeret lige over gulvet i hver side af rummet som vist i figur 2. Der køres næsten udelukkende med det nyeste anlæg, mens det gamle anlæg motioneres kortvarigt hver uge. Køleanlæggene sender den afkølede luft ned under det hævede gulv. Den afkølede luft tilføres serverne gennem bunden af rack'ne. Figur 3 viser køleanlæggenes kondensatorer, der er placeret på taget. Figur 4 viser rack'ne i serverrummet.



Figur 1. Plan over serverrummet hos Rigsrevisionen. De røde tal er temperaturer målt ved besøget.

Ved besøget var Rigsrevisionen i gang med at opbygge et redundant rum, som skal kunne afvikle præcist samme programmer m.v. som i det her beskrevne serverrum. Dette gøres for at sikre opetid og større datasikkerhed.

Serverrummet servicerer 300 brugere

Serverne kører altid.



Figur 2. Serverrummets fordampere. Det nye anlæg til venstre og det gamle til højre.



Figur 3. Køleanlæggets kondensatorer placeret på taget. Det nye anlæg til venstre og det gamle til højre.



Figur 4. Rack'ne samt det ene vindue i serverrummet.

Nøgletal

Hvis det antages, at 9,3 kW (se Serverrumseftersyn – køleteknisk del) er det gennemsnitlige effektforbrug i serverrummet, så er det årlige elforbrug (varmebelastning) i rummet $9,3 \cdot 24 \cdot 365 = 81.500$ kWh.

Elforbrug til servere pr. brugere: $81.500 / 300 = 272 \text{ kWh}_{\text{server}}/\text{bruger}$

Varmebelastning pr. rumstørrelse: $9,3 / 66 = 0,14 \text{ kW}_{\text{belastning}}/\text{m}^3_{\text{rum}}$

NB! det skal bemærkes at Rigsrevisionen af sikkerhedsmæssige hensyn har et til serverrum, som intentionen er skal være redundant med det undersøgte. Der måles ikke på dette serverrum.

Rigsrevisionen

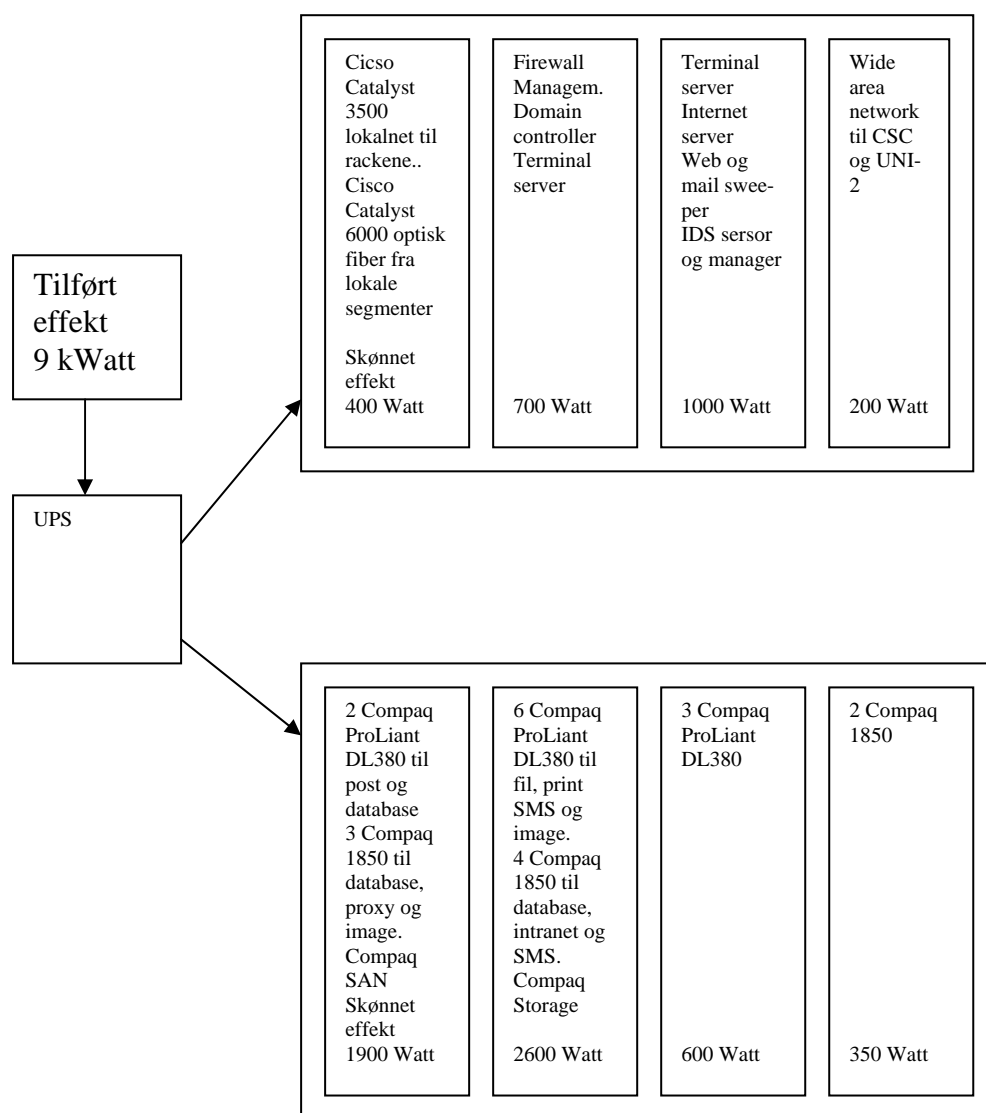
Besøg den 20/1-04

Kontakt person: Henrik Johansen

Rapport over netværk og server installationen i serverrummet

Rigsrevisionen har 8 rack med udstyr i serverrummet. Der er et spejlet serverrum under opbygning. Samlet er der 24 aktive servere i det ene serverrum.

Af sikkerhedsgrunde ønskes dokumentationen over serverrummet at være på så generel form som muligt. Derfor er rackene tegnet og beskrevet som vist nedenfor.



Udstyret i serverrummet bruges af ca. 300 personer. De arbejder primært fra 8 til 16, men der er aktivitet på alle tider af døgnet. Udstyret kan både tilgås fra Rigsrevisionen og fra hjemme arbejdspladser.

Alle servere er udstyret med 2 CPU'er. Diskene bruges i spejl (RAID 1).

Ud over det viste er der i det spejlede serverrum netværksforbindelser og back-up/restore udstyr samt domain controller.

Compaq Storage Area Network (SAN) vil inden længe blive udskiftet, så datalageret kan blive spejlet mellem de 2 serverrum.

Der er erfaring for, at når diske stoppes efter et par års drift og startes igen er der tit 1 til 2 diske, som ikke kan komme igang.

Effektfordeling og køling

På tegningen ovenfor er der angivet det skønnede effektforbrug for de enkelte rack.

Kølingen foregår ved at sende kold luft under gulvet og lade det slippe ud gennem riste. I det nye serverrum er ristene anbragt i server rackene på bagsiden af serverne. Den varme luft kommer ovenud af rackene og returnerer til fordamperen på køleanlægget.

Forslag til energibesparelse

Rigsrevisionen har arbejdet med server og storage konsolidering og fortsætter af den linie. Der satses på at anskaffe et nyt SAN, så udnyttelsen af diskkapaciteten bliver forbedret væsentligt (ca. 4 gange). Dette SAN kan dynamisk tilpasses med diske til lagrings behovet. Hvis det resulterer i, at antallet af diske reduceres, forventes energiforbruget at falde.

Det er muligt, at de nye kraftige servere vil kunne trække et større antal virtuelle servere og dermed give mulighed for at kunne reducere antallet af servere. Dermed er der yderligere potentiale for energibesparelse.

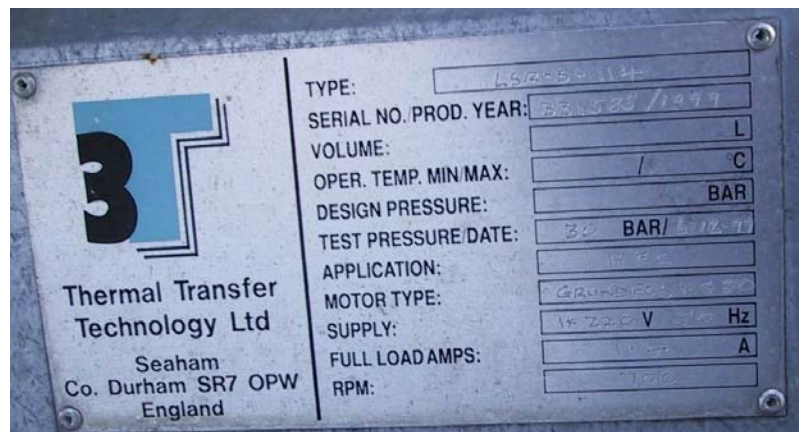
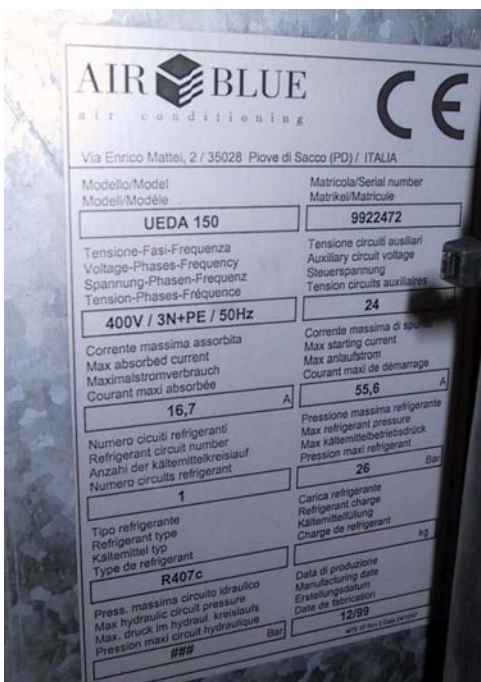
Hvis det antages, at energien kan reduceres med 30% på grund af disse tiltag vil det for det ene serverrum betyde, at forbruget falder med 23 MWh om året.

Serverrumseftersyn - køleteknisk del

Sted: Rigsrevisionen
Dato: 20-01-2004
Besøgt af: Søren Østergaard Jensen og Claus S. Poulsen
Repræsentant for vært: Ulf Aunsøe

Beskrivelse af anlæg, herunder anlægstype og identifikation samt mærkeplade:

Anlæg opbygget som splitanlæg (AirBlue UEDA 150) med udendørs opstillet kondensator. Der er i rummet to anlæg - det førnævnte plus et ældre anlæg, der alene fungerer som backup.



Figur 1: Køleanlæg - mærkeplade indedel og udedel.



Figur 2: Billede af indedel

I følgende tabel er vist nominelle køleydelser for kompressoren i køleanlægget (se www.copeland-corp.com) - data benyttes i de efterfølgende beregninger.

Kondenserings-temperatur (°C)	Fordampnings temperatur (°C)										
	-20.0	-15.0	-10.0	-5.0	0.0	5.0	7.0	10.0	12.5	15.0	
ZR49K3E-TFD	30.0	4.22	5.45	6.90	8.59	10.55	12.80	13.80	15.40	16.80	18.30
	40.0	3.64	4.76	6.08	7.63	9.44	11.55	12.45	13.95	15.25	
	50.0			5.19	6.55	8.15	10.05	10.85	12.20	13.40	

Suction Superheat: 10.00 K

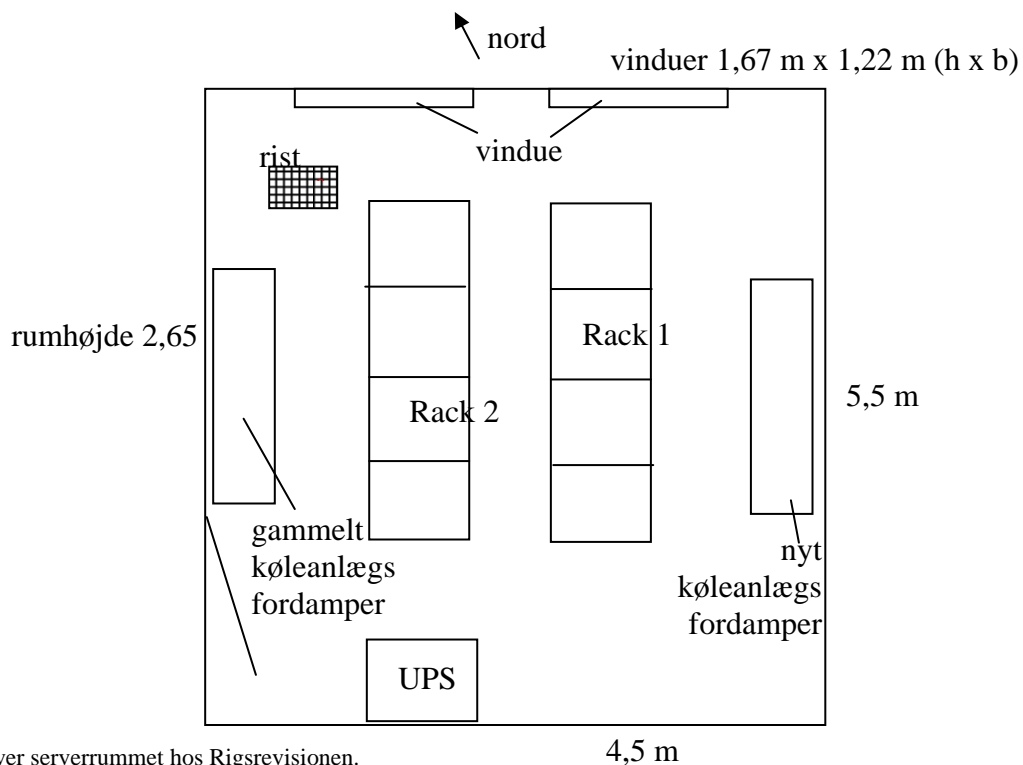
Liquid subcooling: 0.00

Dew Point data

Opbygning af serverrum og beskrivelse af kølestrategi:

Rigsrevisionens serverrum er beliggende på 3.sal. Serverrummet har en ydervæg med vinduer vendende mod nordnordvest. Figur 3 viser en plan over serverrummet med ca. placering af rackene med servere samt andre installationer. Grundarealet af serverrummet er ca. 25 m², mens volumenet er ca. 66 m³. De to køleanlægs fordampere er placeret lige over gulvet i hver side af rummet. Der køres næsten udelukkende med det nyeste anlæg, mens det gamle anlæg motioneres kortvarigt hver uge. Køleanlæggene sender den afkølede luft ned under det hævede gulv. Den afkølede luft tilføres

serverne gennem bunden af rackene. Gulvhøjden (afstand mellem under- og overgulv) er ca. 11 cm, mens afstanden fra undergulv til overgulvets stålprofil kunne måles til ca. 8 cm - se figur 4.



Figur 3: Plan over serverrummet hos Rigsrevisionen.



Figur 4: Billede af gulvkonstruktion hos Rigsrevisionen

Fra målinger og beregninger haves følgende:

Måleperiode: 18/12-03 til 18/1-04

Målt gennemsnitligt belastning: 9,3 kW

Målt gennemsnitligt elforbrug til køling: 3,1 kW

Målt gennemsnitlig temperatur til fordampner: 19,9 °C

Målt gennemsnitlig udetemperatur: 5,1 °C

Målt effektivitet (tilført el til rum/tilført el til køleanlæg) (-): 3,0 (-)

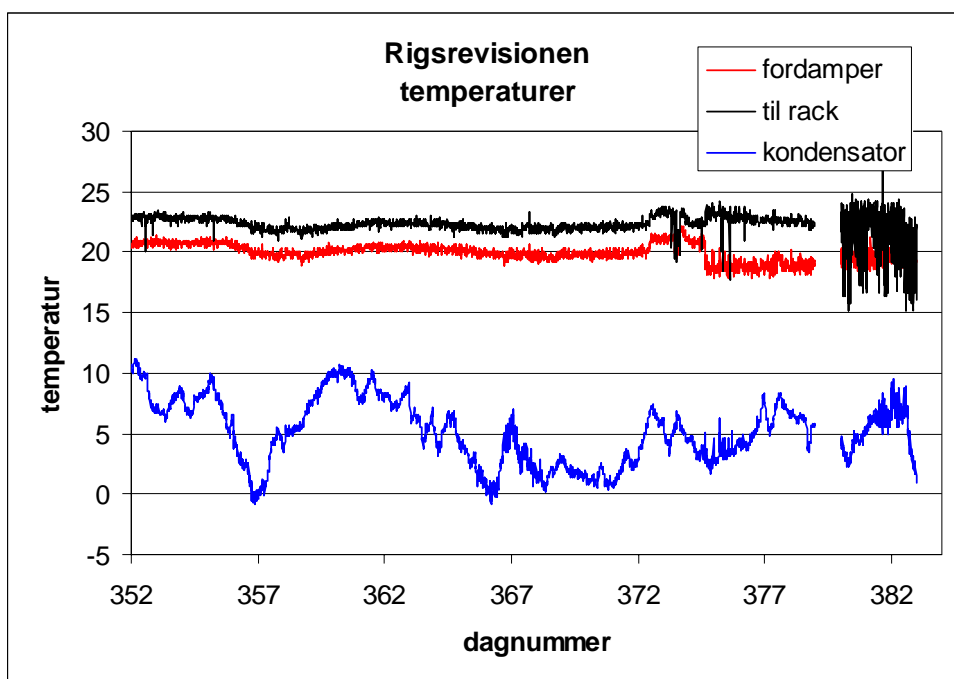
Beregnet årligt energiforbrug til køling: ca. 26.456 kWh/år

Beregnet besparelse i energiforbrug ved anvendelse af frikøling (*): ca. 13.714 kWh/år

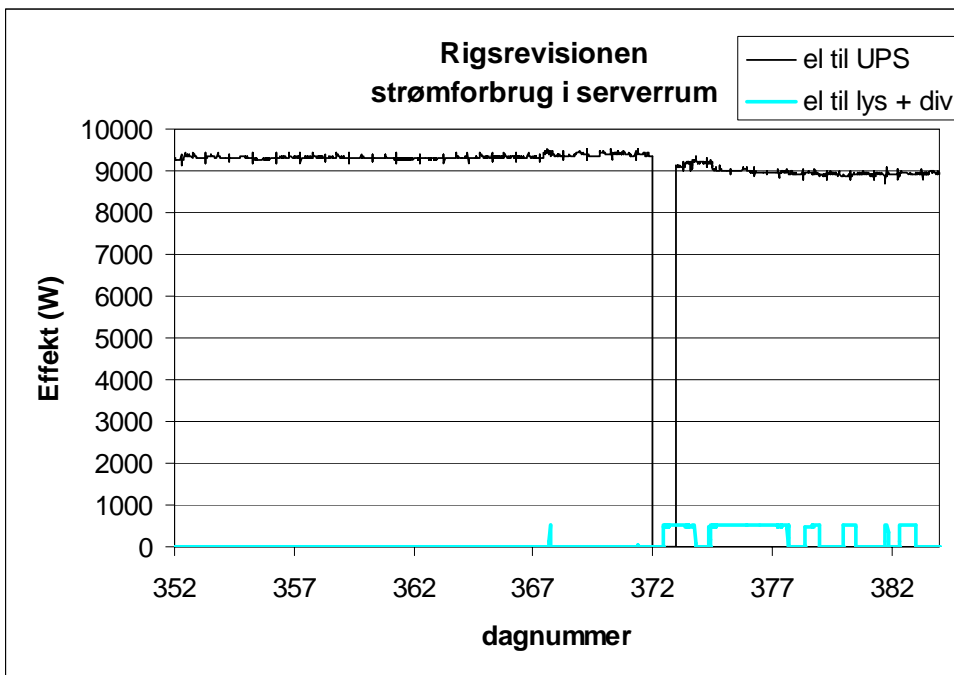
(*): nødvendig temperaturdifference mellem inde og ude = 8K - indeventilator "klarer" frikølingen.

Beregnet besparelse i energiforbrug ved ændret styringsstrategi (**): ca. 147 kWh/år

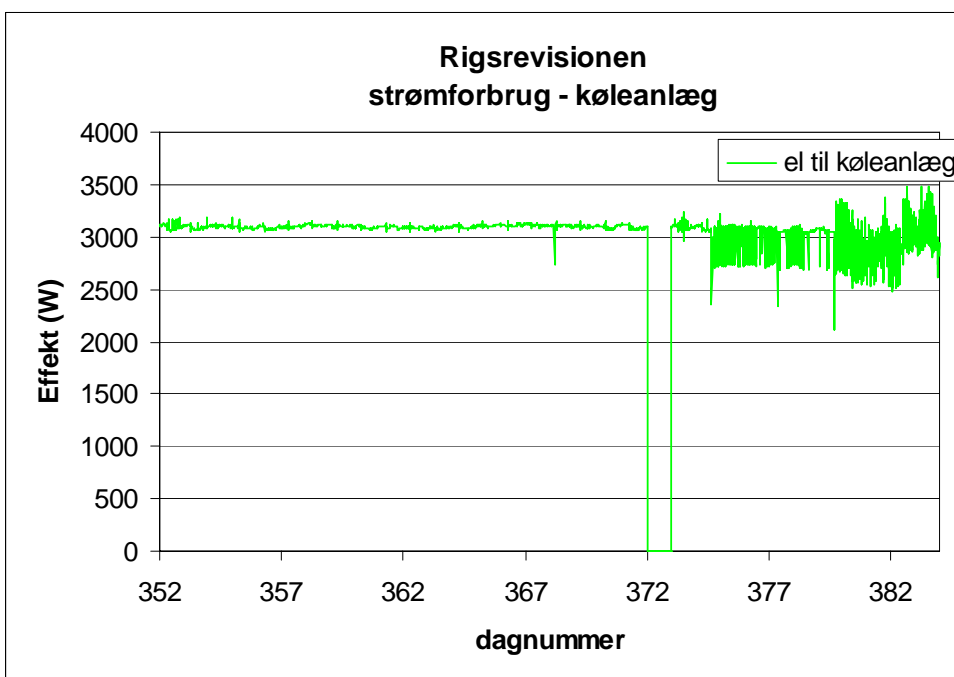
(**): on/off drift på indeventilator - ingen frikøling



Figur 5: Målte temperaturer hos Rigsrevisionen



Figur 6: Målt strømforbrug til servere og andet i serverrum hos Rigsrevisionen



Figur 7: Målt strømforbrug til køleanlæg hos Rigsrevisionen

Observationer på stedet:

Filtre renholdt (ja/nej): Ja

Kondensator renholdt (ja/nej): Ja

Montering af indedel korrekt (redegørelse):

Køleanlæggets indedel vurderes korrekt monteret. Den lave gulvfrihøjde på 11 cm (se figur 4) på det løftede gulv besværliggør dog fri luftpassage. Endvidere er gulvet fra tidligere opstilling i rummet forsynet med en rist placeret hvor der ikke er kølebehov (se figur 3). Ved besigtigelsen kunne der konstateres en væsentlig forøgelse af luftstrømmen ved rackene, når denne rist blev blokeret, samt at temperaturfordelingen blev mere hensigtsmæssig.

Af figur 5 ses det, at returtemperaturen til køleanlægget er lavere end den temperatur, der kan registreres ved rackene. Dette betyder sandsynligvis, at der er en kortslutning i luftstrømmen, således at der suges kold indblæsningsluft direkte retur til køleanlægget.

Desuden kunne det registreres, at første rack (rack 1 på figur 3) får en væsentlig koldere luft tilført end det andet rack - faktisk blev der målt en differens i indblæsningstemperaturen til de to racks på ca. 8½ grad, hvilket er særdeles uhensigtsmæssigt.

Efter blokering af den førnævnte rist faldt temperaturen ved rack 2 med over 1 grad.

Blokering af luftstrøm: Delvist
Hvis ja, angiv hvad der spærrer: Se ovennævnte redegørelse

Montering af udedel korrekt (redegørelse):

Anlæggets udedel vurderes som korrekt monteret. Udedelens ventilator er styret af den aktuelle kondensatorbelastning, hvilket er energimæssigt forsvarligt.

Blokering af luftstrøm eller andet kritisk: Nej
Hvis ja, angiv hvad der spærrer: -

Anlæggets styrestrategi (hvis muligt):

Anlæggenes styrestrategi kan alene beskrives ud fra observationerne på stedet, da der ikke foreligger yderligere dokumentation på anlæggene. Ifølge de foretagne observationer kører indedelens ventilator kontinuert og indetemperaturen registreres i returluften til køleanlægget.

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 registreres nogen problemer.

Konklusion på køle- og bygningsteknisk del af eftersyn

Frikøling (er dette en mulighed) - kort redegørelse:

Frikøling er teknisk let, men ikke en reel mulighed hos Rigsrevisionen bl.a. grundet krav i lejemål. Der er beregnet en mulig besparelse på mere end 50% ved anvendelse af frikøling.

Andre oplagte besparelsmuligheder:

Det vurderes ikke som muligt at stoppe indeventilatoren periodisk, da det vil være forbundet med stor usikkerhed at registrere den kritiske temperatur ved serverne, hvis der ikke trækkes relativt store luftmængder gennem systemet. Desuden er besparelsen meget begrænset, da køleanlægget i forvejen har mange driftstimer og dermed vil on/off strategien ikke give noget væsentligt fald i antallet af ventilatorens driftstimer.

Øvrige kommentarer til køleanlæg:

Det må ud fra målingerne og ud fra kendskabet til den anvendte kompressor konkluderes, at køleanlæg og aktuel belastning stemmer ganske godt overens. Dette er hensigtsmæssigt set fra et kølemæssigt synspunkt, dog vil eventuelle væsentlige udvidelser i belastningen i serverrummet nødvendiggøre en kølemæssig kapacitetsudvidelse.

Den målte effektivitet på anlægget er absolut tilfredsstillende - det vurderes ikke umiddelbart muligt at opnå en højere effektivitet med de nuværende driftsbetingelser.

Kommentarer vedr. den øvrige installation:

Det blev aftalt at den føromtalte rist fremover bliver blokeret, således at luften kun ledes til de installationer, der har et reelt kølebehov.

**Serverrumseftersyn – Organisationsanalyse
Rigsrevisionen (RR)
30-4-2004**

**Interview-person: Administrationschef Bo Brabrand (BB) og it-
chef Steen Jensen (SJ)**

Baggrund og beslutning for serverrummet

Det første serverrum blev etableret i 1990 i forbindelse med et projekt som skulle indføre it i hele organisationen. Det omhandlede både klient-computere og serverrum.

Overordnede krav til serverrummet

Ledelsen fastlægger de helt overordnede retningslinier, som at RR nu er gået helt over til digital forvaltning. Inden for disse retningslinier lægger it-chefen strategien.

Driftssikkerheden er den vigtigste faktor, men den samlede økonomi er også vigtig. RR må ikke gå på kompromis med driften, da fejl i driften kan betyde meget for økonomien, hvis medarbejderne spilder tid. Der er også store krav til selve datasikkerheden.

Energiforbruget har noget interesse, hvilket er baggrunden for, at RR gik med i projektet med Elsparefonden.

RR har en syv til otte år gammel indkøbspolitik, hvor lavt energiforbrug indgår som ét af elementerne. It-udstyret indkøbes så vidt muligt gennem SKI (Statens og Kommunernes Indkøbs Service), fordi de ifølge SJ så er miljøvenlige.

RR ønsker at bruge det samme fabrikat for udstyret, og de vælger det udstyr, som de tror at de kan få til at give højeste opetid. Nu bruger RR Compaq, men overvejede at skifte til IBM i forbindelse med skift af SAN-system. Ved kun at bruge samme fabrikat maskiner er det lettere at løse fejl, og der er kun en serviceafdeling hos leverandøren at kontakte.

Placeringen af serverrummet

RR er nu i gang med at opbygge et redundant serverrum. BB valgte stedet for det nye serverrum, som var et ledigt rum, der lå på den rigtige side af brandmuren. Der kommer dog meget varme ind udefra, og hvis BB havde haft viden fra Elsparefonden før valget, ville BB havde valgt et andet.

Opbygning og drift af serverrum, it-udstyr og køleanlæg

Det er it-kontoret, som står for opbygning og driften af serverrummet. RR bruger også eksterne rådgivere. It-chefen er ansvarlig for indkøbspolitikken og en anden it-medarbejder er ansvarlig for valg af det enkelte udstyr.

RR bruger sjældent eksterne rådgivere. De får rådgivning ved at afsøge markedet; tale med leverandørerne og tale med andre it-chefer i omgangskredsen.

De bruger et kølefirma til service på køleanlægget.

Yderligere information og rådgivning fra for eksempel Elsparefonden

RR har behov for mere information fra Elsparefonden, da de godt kan lære noget mere, selv om fokus mest er på driften.

Det er svært at sige, hvordan informationen bør være, da den skal være der, lige når der er behov for det. Det var tilfældigt, at BB så Elsparefondens hjemmeside.

Internet er godt til at formidle informationen.

Konsulenten kunne også være et godt tilbud, da rådene er mere forståelige, hvis de kommer fra én, der har forstand på det.

Hvis informationen sker gennem møder, skal indholdet være meget godt for at give interesse. BB får masser af indbydelser hver dag, hvor de fleste er fra sælgere. Invitation til et møde risikerer at drukne i mængden.

SJ mener, at informationen fra Elsparefonden skal fortælle om oplagte faldgrupper. Jo mere konkret informationen er, jo bedre er det. SJ vil ud fra informationen vurdere om forslagene fra Elsparefonden vil forringe funktionaliteten af serverrummet.

SJ er usikker på hvilken form informationen bør have, men en e-mail med information kan være en start.

SJ læser Computerworld på nettet.

Interesse i elbesparelser i serverrummet og barrierer

Generelt

RR er generelt interesseret i elbesparelser, hvor det er muligt ifølge BB.

SJ mener at den årlige elregning på 360.000 kr. gør det interessant at kigge på elforbruget.

Største barriere er driftssikkerheden. Det kræver et stort salgsarbejde for at sige, at temperaturerne ikke behøver at være så lave, da et vist spænd i temperaturen giver en ekstra sikkerhedsmargen.

For at reducere barrieren er det nødvendigt med god dokumentation, og en garanti fra leverandørerne er bedst.

Rapporten fra serverrumseftersynene vil være første skridt.

Elsparefonden gør det udmærket, og det er godt med fokus på, at det ikke behøver at være besværligt.

Hvis det er staten Elsparefonden går efter, bør Slots- og Ejendomsstyrelsen være med. Det er svært for RR at få at vide, hvad deres strømforbrug er, da der ikke er sat særskilte elmålere for deres lejemål.

Frikøling

De umiddelbare barrierer for frikøling hos RR er de begrænsninger bygningen giver. Gennembrydning af muren er for eksempel ikke muligt.