

Frederikshavn Kommune

Indledende besøg

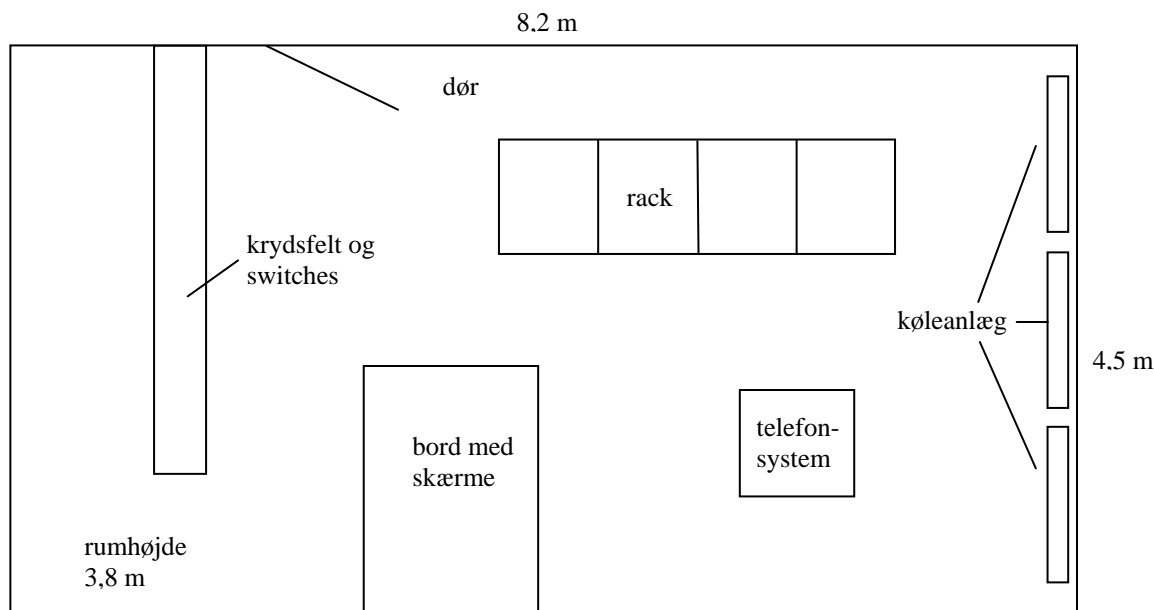
Besøg d. 19/8-03 af:

Søren Østergaard Jensen

Repræsentant for Frederikshavn Kommune:

Energiansvarlig Bo Nieburh

Frederikshavn Kommunes serverrum er beliggende i kælderen på rådhuset. Serverrummet er uden ydervægge. Figur 1 viser en plan over serverrummet med ca. placering af "rack'ne" med serverne samt andre installationer. Grundarealet af serverrummet er ca. 38 m², mens volumen er ca. 143 m³. De tre køleanlægs fordampere er placeret i den ene ende af rummet lige over gulvet som vist på figur 2. Figur 3 viser rack'ne med serverne og telefonsystemet.



Figur 1. Plan over serverrummet i Frederikshavn Kommune.

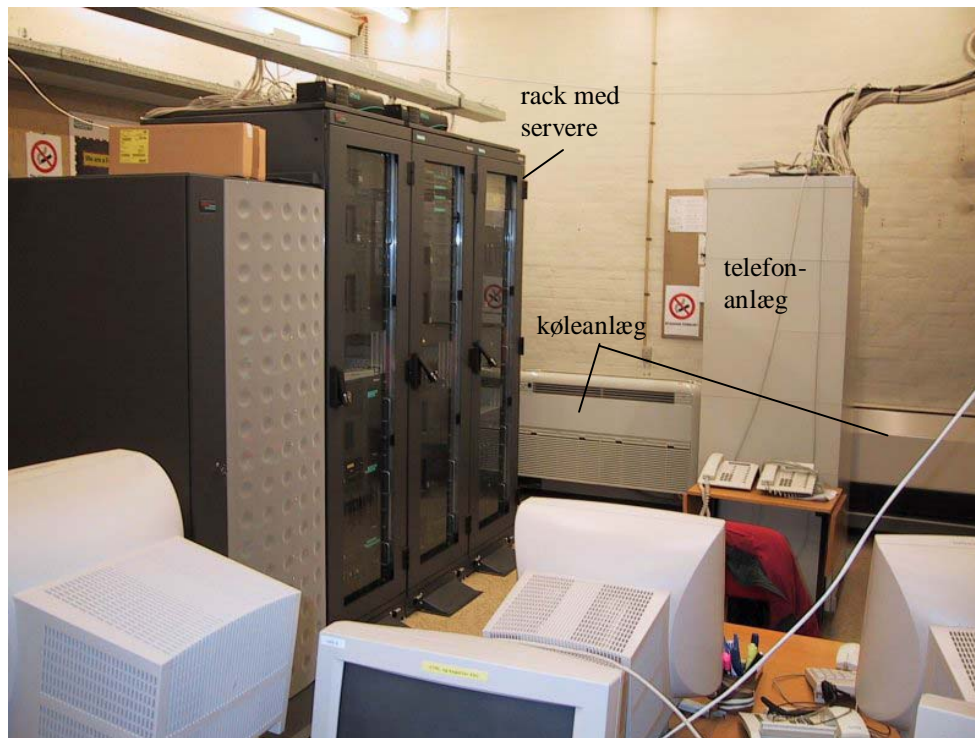
Udover servere med diske indeholder serverrummet krydsfelt og switches samt bygningens telefoncentral. Serverrummet UPS er placeret i et teknikrum på den anden side af en gang, hvor de to køleanlægs kondensatorer også er placeret. I dette teknikrum er desuden placeret bygningens kølekompressor, som dog kun er i drift 10-14 dage om året. Kondensatoren for det sidste køleanlæg er placeret i en cykelkælder.

Figur 4 viser spotmålinger af lufttemperaturer ved besøget. Den blå farve viser første måling af temperaturer, mens rød farve viser anden måling af temperaturer ca. 15 minutter efter den første måling. Temperaturerne i teknikrum, cykelkælder og udeluften blev målt mellem de to målinger. Temperaturmålingerne blev målt i ca. 1,2 m højde undtagen ved fordamperne, hvor temperaturerne blev målt i indtag og udblæsning.

Figur 4 viser stor opblanding mellem kold luft fra fordamperne og varm luft fra udstyret i serverrummet. Tilluften til køleanlægget er koldere end tilluften til serverne. Køleeffektiviteten er derfor dårlig. Lufttemperaturerne varierer desuden meget over tid.



Figur 2. Serverrummets fordampere.



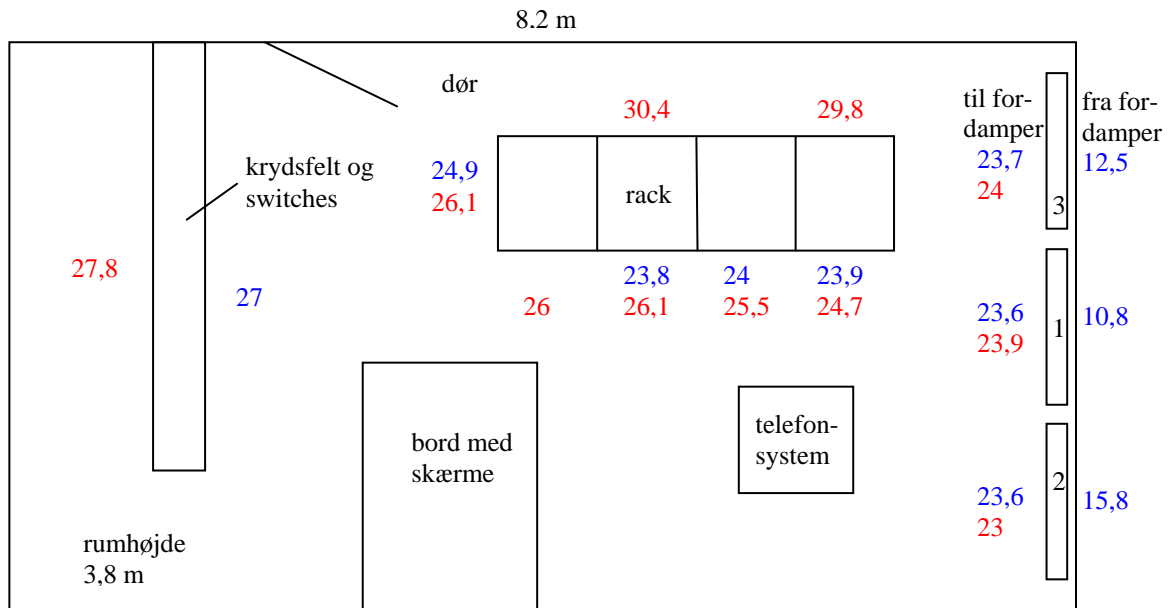
Figur 3. Rack'ne i serverrummet og bygningens telefonsystem.

De høje temperaturer i cykelkælder, men specielt i teknikrummet (bygningens kølekompressor kørte ikke) forringer ligeledes effektiviteten af køleanlæggene.

Luften til serverne suges ind gennem siden af rack'ne. For de tre rack med glaslåger gennem en 30 mm spalte langs perimeteren mellem glas og ramme for lågerne. Den høje lufttemperatur til serverne er ikke udtryk for spareiver, men skyldes for lille kølekapacitet.

Serverrummet servicerer 1000 brugere.

Serverne kører i døgndrift.



Temperaturer til kondensatorer: anlæg 1 og 2 (teknikrum): 29,6-30,6
 anlæg 3: 26,7
 Udelufttemperatur: 21,3

Figur 4. Målte spotværdier for lufttemperaturer i serverrummet.

Der er i perioden 20.-28. august 2003 (begge dage inkl.) gennemført lufttemperaturmålinger i forbindelse med serverrummet hos Frederikshavn Kommune. Temperaturerne er målt med små Tinytag-dataloggere, der var indstillet til at tage en måling hvert kvarter.

Temperaturen af luften til serverne er målt på en af lågerne til rack'ne som vist i figur 5. Temperaturen til det ene af de tre køleanlægs fordampere er målt ved placeringen vist i figur 6. Desuden er temperaturen til køleanlæggenes kondensatorer målt. Den ene kondensator er opsat i en cykelkælder, mens de to andre er opsat i et teknikrum, hvor også bygningens kølekompressor er placeret – se figur 7.

Figur 8 viser resultatet af temperaturmålingerne. Figur 8 viser, at temperaturen til serverne var meget konstant – omkring 23°C. Temperaturen til fordampere var i gennemsnit ca. 2 K lavere end lufttemperaturen til serverne. Det skyldes, som vist i figur 2-3, at køleanlæggenes fordampere er placeret helt nede ved gulvet. Figur 8 viser, at det er en meget ineffektiv kølestrategi, der er valgt til serverrummet. Køleanlæggene burde være placeret oppe under loftet, og kold og varm luft burde ikke opblandes – hvilket sker i stor udstrækning i øjeblikket.

Mens lufttemperaturen til fordampere er for lav, er lufttemperaturen til kondensatorerne derimod for høj, som figur 8 viser. Lufttemperaturen i teknikrummet svingede omkring 30°C, mens lufttemperaturen i cykelkælderen svingede omkring 25-26°C, når porten til kælderen var lukket og omkring 21°C, når porten var åben. Udelufttemperaturen er desværre ikke blevet målt, men formodes at have været væsentlig lavere end lufttemperaturen til kondensatorerne – specielt om natten. Det formodes, at udelufttemperaturen om natten var 10-20 K lavere end den lufttemperatur, kondensatorerne var udsat for. Den højere lufttemperatur til kondensatorerne i forhold til, hvis de var placeret udenfor, leder til en forøgelse i køleanlæggenes elforbrug – se næste afsnit: Serverrumseftersyn – køleteknisk del.



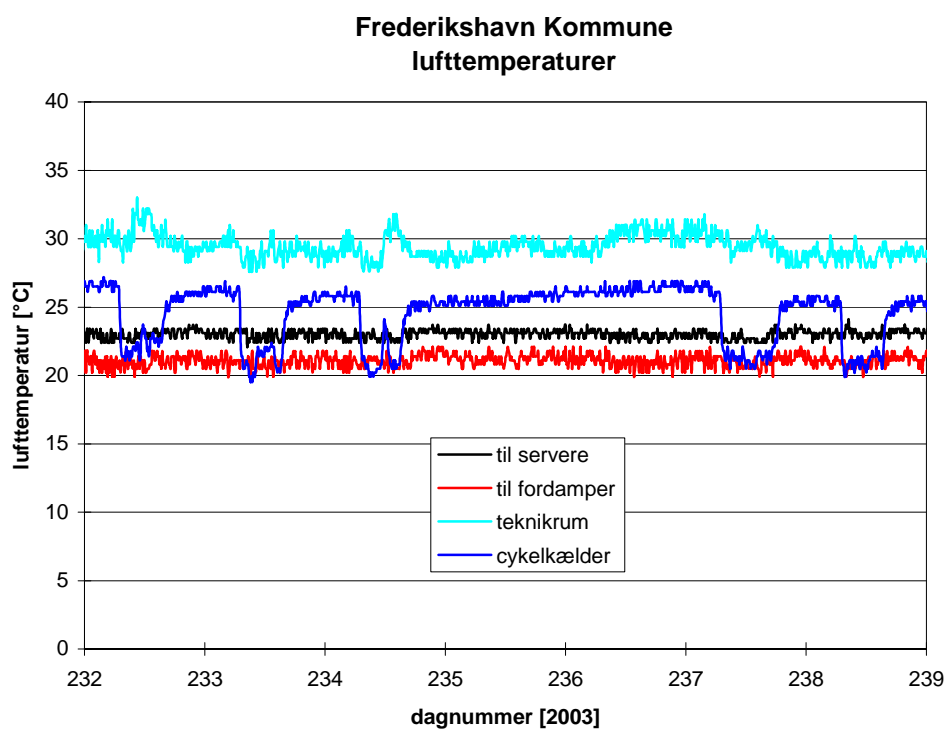
Figur 5. Placeringen af temperatursensoren ved måling af lufttemperaturen til serverne.



Figur 6. Placeringen af temperatursensoren for måling af lufttemperaturen til det ene køle-anlægs fordamper.

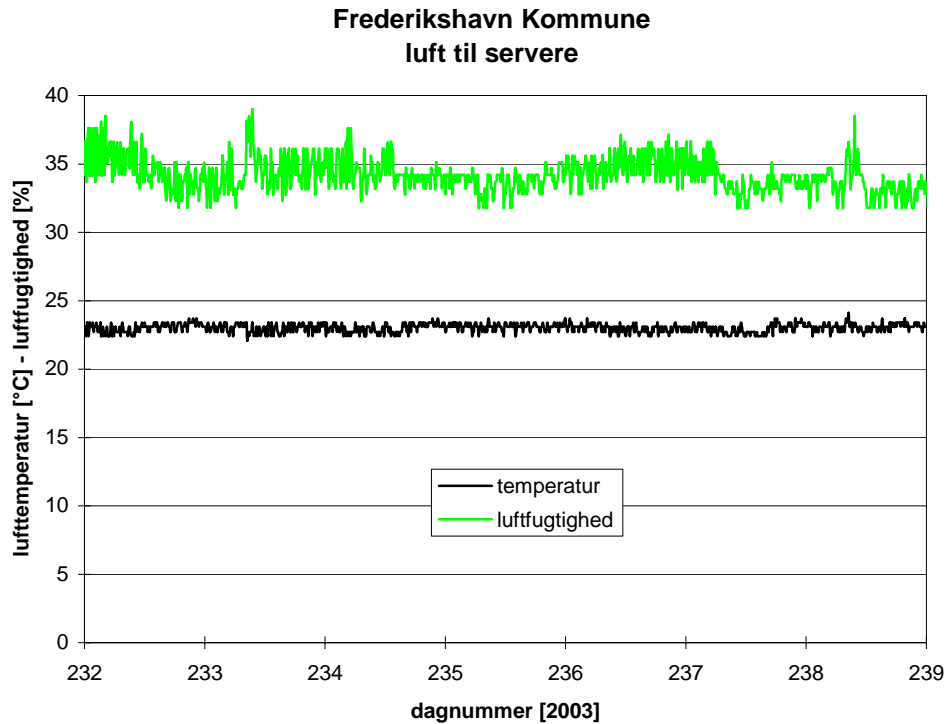


Figur 7. Placeringen af temperatursensorerne for måling af lufttemperaturen til køleanlæggenes kondensatorer – i cykelkælderen til højre og i teknikrummet til venstre.



Figur 8. De målte lufttemperaturer

De anvendte Tinytag-dataloggere er kombinerede temperatur- og luftfugtighedsmålere. Figur 9 viser temperaturen og fugtigheden af luften til serverne. Figur 9 viser, at luften til serverne er ret tør – ofte under 35% rh. Serverleverandørerne anbefaler sædvanligvis en luftfugtighed på over 50% rh.



Figur 9. Temperatur (samme som i figur 8) og luftfugtighed af luften til serverne.

Nøgletal

Hvis det antages, at 7,1 kW (se Serverrumseftersyn – køleteknisk del) er det gennemsnitlige effektforbrug i serverrummet, så er det årlige elforbrug (varmebelastning) i rummet $7,1 \cdot 24 \cdot 365 = 62.200$ kWh.

Elforbrug til servere pr. brugere: $62.200 / 1.000 = 62,2 \text{ kWh}_{\text{server}}/\text{bruger}$

Varmebelastning pr. rumstørrelse: $7.1 / 143 = 0,05 \text{ kW}_{\text{belastning}}/\text{m}^3_{\text{rum}}$

Frederikshavn Kommune

Besøg den: 1/3-04

Kontakt person: Søren Lorentsen

Rapport over netværk og server installation i serverrummet

Frederikshavn Kommune har 4 rack med servere i serverrummet, 6 rack med krydsfelt og netværkskomponenter, et rack med forbindelse til skoler, institutionen m.m., en telefoncentral, et arbejdsbord med 4 Keyboard, Video og Mouse (KVM) koblet til switch bokse for serverbetjening samt en server på et bord.

Serveren er placeret frit på gulvet i 4 rack. Alle servere og disklagre med undtagelse af en firewall fra Kommune Data (KMD) er leveret af Fujitsu Siemens.

I rack 1 er der servere til styring og lagring af dokumenter, servere til skolerne samt servere til teknisk forvaltning med registrering, visning af kommunens ledningsnet samt energiregistrering og print.

I rack 2 er der servere til visning af kort på web, selvaflæsning af målere, økonomi og post.

I rack 3 er der servere til webhotel for byen, terminalservice med Citrix til 50 brugere, tandregulering, skolebibliotek, management system, vagtsystem og et Origo system til teknisk forvaltning.

I rack 4 er der server med firewall til internetforbindelse og backup hos KMD, energimåling for teknisk forvaltning, skolebibliotek, map, fil og domain controller.

Udstyret i krydsfeltet forsyner serverne og en del af arbejdsstationerne i bygningen med netværksforbindelse på 100 Mb/s. Der er yderligere 2 krydsfelter i bygningen. Derudover er der transmissionsudstyr til KMD og telefon- og datasystemer i ISDN og GSM nettene samt medieconvertere.

Bag krydsfeltet er der placeret et rack med transmissionsudstyr til skoler og institutioner samt hjemmearbejdspladser.

Der er installeret anlæg til brandslukning i serverrummet.

Som management system anvendes Microsoft SMS.

Levetiden på serverne og diskene forventes at være 6 år. Netværksudstyret forventes at kunne bruges i 12 år efter anskaffelsen.

Effektfordeling og køling

Effekten til serverrummet er målt af KeepFocus udstyret til 6,2 kW. Telefonanlægget er målt til at bruge 800 Watt, men her forventes en del af forbruget at ligge på telefonapparaterne og ikke i centralen i serverrummet. De 6,2 kW fordeles mellem server og noget af det centrale netværks-

udstyr. Derudover forbruger det øvrige transmissionsudstyr m.m. en effekt, som er skønnet til at ligge på ca. 1,5 kW. Det samlede effektforbrug, som afsættes i serverrummet, skønnes til at ligge på ca. 8 kW. Beregningen af det skønnede effektforbrug under drift er gennemført i afsnittet med beregninger.

Startstrømmen på serveren er væsentligt højere end driftsstrømmen. Strømmen til serverne er delt op i 6 sikringsgrupper. En del af serverne er udstyret med dobbelt strømforstyrning, så det er muligt at sikre forsyningen til dem, selv om den ene gruppe skulle afbrydes.

Serverne trækker køleluft ind gennem forsiden af raket og sender den opvarmede luft ud på bagsiden. Det varmeste område ligger bag på rack 1. Kølingen af serverne sker for en stor del gennem luftgennemstrømning og noget gennem kabinetets varmestråling og varmeudveksling til den omgivne luft. Ved at føle på serverne mærkes, at serverne, der ligger nederst i kabinettet, er de koldeste og de øverste er de varmeste. Temperaturen udvendig på bagenden af de øverste servere i rack 1 vurderes til at ligge på ca. 35 °C.

Leverandøren af serverne anbefaler, at åbninger mellem enhederne i raket dækkes med blindplader for at undgå, at den varme udblæsningsluft fra en server bruges af den næste server ovenover som køleluft. Der er kun få åbninger mellem enhederne i rackene og der er ikke monteret blindplader i den. Lågerne på bagsiderne af de 3 ældste rack er fjernet for bedre at kunne komme til enhederne. Fordi de mangler, kan den varme udblæsningsluft ikke trykkes frem til forsiden af enhederne. Hvis de monteres, er rackene sådan indrettet, at den varme luft kommer ud af toppen på rackene.

Det nye rack 1 har en perforeret for- og bagside på raket, som luften kan passerer.

Enhederne i krydsfeltet er monteret som 19" moduler i et stel, så der er åbent omkring dem på forsiden og bagsiden. De fleste af dem f.eks. 100 Mb/s hub'erne køler på bagsiden ved at sende luft på tværs gennem kabinettet. Nogle enheder er lagt på hylder, hvor kølingen sker ved naturlig luftcirkulation og varmestråling. Alle enheder er monteret lavt i stellet, hvor der er koldest.

I et rack bag krydsfeltet er der et stort antal enheder, som er lagt på hylder. Disse enheder køles gennem varmeudstråling og naturlig luft cirkulation. Enhederne føles ret varme og de er så varme, at de ikke tåler at blive stakket ovenpå hinanden.

Rummet køles ned ved at blæse afkølet luft op mod loftet, hvor det blandes med den varme luft fra enhederne. Som vist under afsnittet med beregninger er der mulighed for, at enhederne bruger opblandet luft som køleluft. I serverrummet føles lufttemperaturen meget varieret afhængig af, hvor man placerer sig. Den kan på et relativt kort stykke midt i rummet skifte fra kølig til varm. Lufttemperaturen på returluften til køleren er den samme eller lidt lavere end temperaturen på køleluften til serverne.

Effekt til pc'er

Der er opsat en elmåler, som viser el-forbruget til rådhusets pc'er. I en periode omkring frokost tid blev effekten målt til 36 kW. Alle skærme er blevet skiftet til fladskærme. Problemet ved udskiftningen var, at der i organisationen ikke er sammenfald mellem enheden, som betaler strømforbruget og den enhed, der anskaffer skærme, men det blev løst.

Statisk elektricitet

Under inspektionen blev der observeret, at der hurtigt blev opbygget statisk elektricitet i serverrummet. Der var mange udladninger ved berøring af rack og stel.

Da lufttemperaturen fra køleren er relativ lav i forhold til lufttemperaturen i serverrummet, vil fugtigheden i luften kondensere på fordamperen og blive ledt ud af rummet.

Hvis elektronikken i en enhed får en udladning af en person, kan det give fejl, som viser sig ved, at enheden efter nogle måneder bliver defekt. Faren for skade vil normalt kun være til stede, når der arbejdes på en åben enhed og personalet ikke bærer antistatisk afledning.

Kølereserve i serverrummet

Serverne er for størstedelen specificeret til at kunne arbejde med en omgivelsestemperatur på op til 40 °C. For servere, der kun er 1U (44,5 mm) høje, er der ikke meget plads til køleluften. Derfor specificeres de til en omgivelsestemperatur på 35 °C.

Når rumtemperaturen er 25 °C er der plads til en temperaturstigning på 10 – 15 °C. Med de temperaturer, der er i rummet, forventes der ikke at være meget varmetransport gennem gulv, vægge og loft til de omkringliggende lokaler.

Hvis kølingen svigter totalt, og der ikke åbnes for døren, så den varme luft kan komme ud og en koldere luft kan komme ind, bliver varmen kun afledt gennem bygningen, som består af beton. Beton har rimelig god varmeledningsevne og med det relative store areal, som rummet har, vil varmen blive ført ud til omgivelserne. Bygningen indeholder også en stor varmekapacitet, så der vil gå nogle timer før temperaturstigningen falder til ro.

Under forudsætning af, at cirkulationen af luften i rummet fortsætter, vil lufttemperaturen i serverrummet til en begyndelse stige med ca. 3 °C/minut. Luften vil derpå begynde at opvarme massen i rummet samt bygningen. Lufttemperaturen vil formentlig falde til ro, når den er steget ca. 10 °C. Så vil køleluften til serveren være ca. 35 °C og udblæsningsluften ca. 45 °C. Bygningsdelene vil blive opvarmet til 30 – 40 °C. I rummene omkring serverrummet forventes der at blive luftet ud, så temperaturen der kan holdes på ca. 25 °C.

Forslag til energibesparelse

Alle enheder er sat til at køre i døgndrift. En del af enhederne har kommunens brugere på fra mandag til fredag i dagtimerne. Om aftenen kan der være få hjemmearbejdspladser på systemet og om natten tages der backup af dataindholdet. I weekenden er der nok færrest brugere på enhederne. I afsnittet med beregninger er der vist hvor meget, der kan spares ved at lukke ned i weekenden.

Den service orienterede del af serverparken med web service overfor borgerne kan formentlig lukkes om natten.

Informationssystemer til borgerne skal formentlig køre i døgndrift.

It afdelingen har undersøgt, om de kunne få nogen gavn af at bruge Storage Area Network og server konsolidering, men investeringen har indtil videre været for stor i forhold til gevinsten. Energiforbruget vil formentlig være noget lavere med de teknikker, men det er ikke analyseret endnu.

Driftsstabilitet

Serverne med diske 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.

I perioden, når en ny server sættes op og bliver sat i drift, er der en del fejl. Når den først er kommet i stabil drift, har der ikke været problemer med den. Der har kun været få udskiftninger af diske under enhedernes driftsperiode.

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 startes 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 andet problem som kan opstå, hvis man slukker og tænder for enhederne jævnligt, er fejl i strømforsyningen. Den er godt nok designet til de store strømstød ved opstarten og temperatur-svingninger 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 22 – 25 °C, så der på en varm sommerdag er lidt reserve på temperaturen, når en køler stopper for at blive afrimet.

Beregninger

På de efterfølgende sider er der vist, hvorledes effekten for enhederne er beregnet samt et simplificeret diagram over rumkølingen. Der er beregning af energiforbruget over den forventede levetid på enhederne, samt besparelsens størrelse ved anden form for drift.

Siderne indeholder følgende:

- Skønnet effekt og el-forbrug i serverrummet i løbet af udstyrets levetid samt besparelspotentiale
- Simplificeret diagram over luftstrømme i serverrum samt temperaturforhold i rummet og køleanlægget.
- Centrale servere i rack 1-skønnet forbrug
- Centrale servere i rack 2-skønnet forbrug
- Centrale servere i rack 3-skønnet forbrug
- Centrale servere i rack 4-skønnet forbrug
- Centrale krydsfelt og server betjening-skønnet forbrug
- SDSL udstyr i rack og telefonsystem-skønnet forbrug

I de tilhørende regneark simuleres omkostningerne til el-forbruget med forskellige parametre som energiprisen, effektiviteten af UPS og køling samt levetiden på enhederne. Man kan også se, hvordan el-prisen fordeler sig over døgnet og ugen gennem udstyrets levetid.

Frederikshavn Kommune IT serverrum

Skønnet effekt i serverrum

	Watt	Koblet på UPS
rack1	2.388	ja
rack2	1.182	ja
rack3	1.475	ja
rack4	1.131	ja
Xfelt	930	delvist
telefon m.m.	1.450	nej
Samlet	8.556	

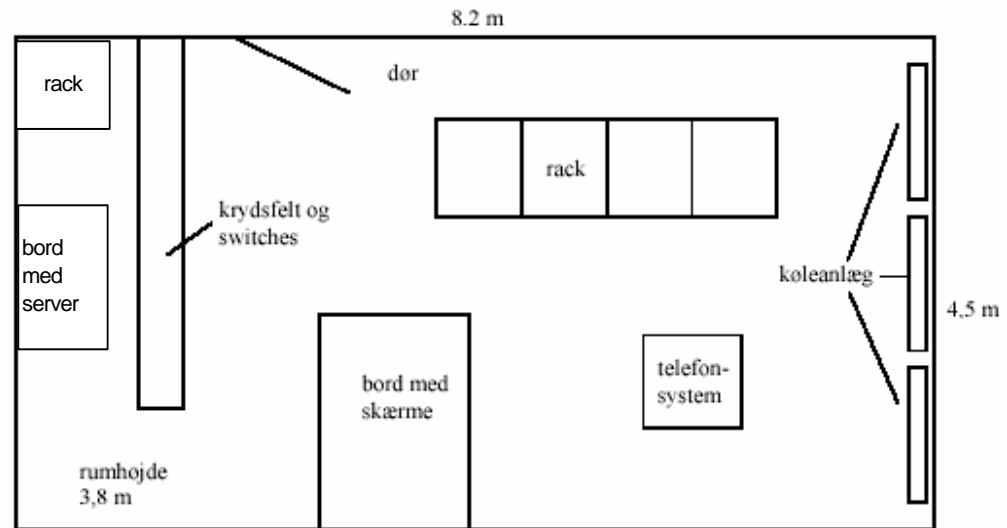
Skønnet el-forbruget i serverrum med køling over udstyrets forventede levetid med en energipris på 1,5 kr pr kWh

rack1	369.079
rack2	194.201
rack3	228.018
rack4	174.878
Xfelt	276.017
telefon m.m.	315.360

Samlet 1.557.554 kr i døgndrift

Besparelsespotentiale, hvis systemerne f.eks. lukkes i weekenden, er 445.015 kr

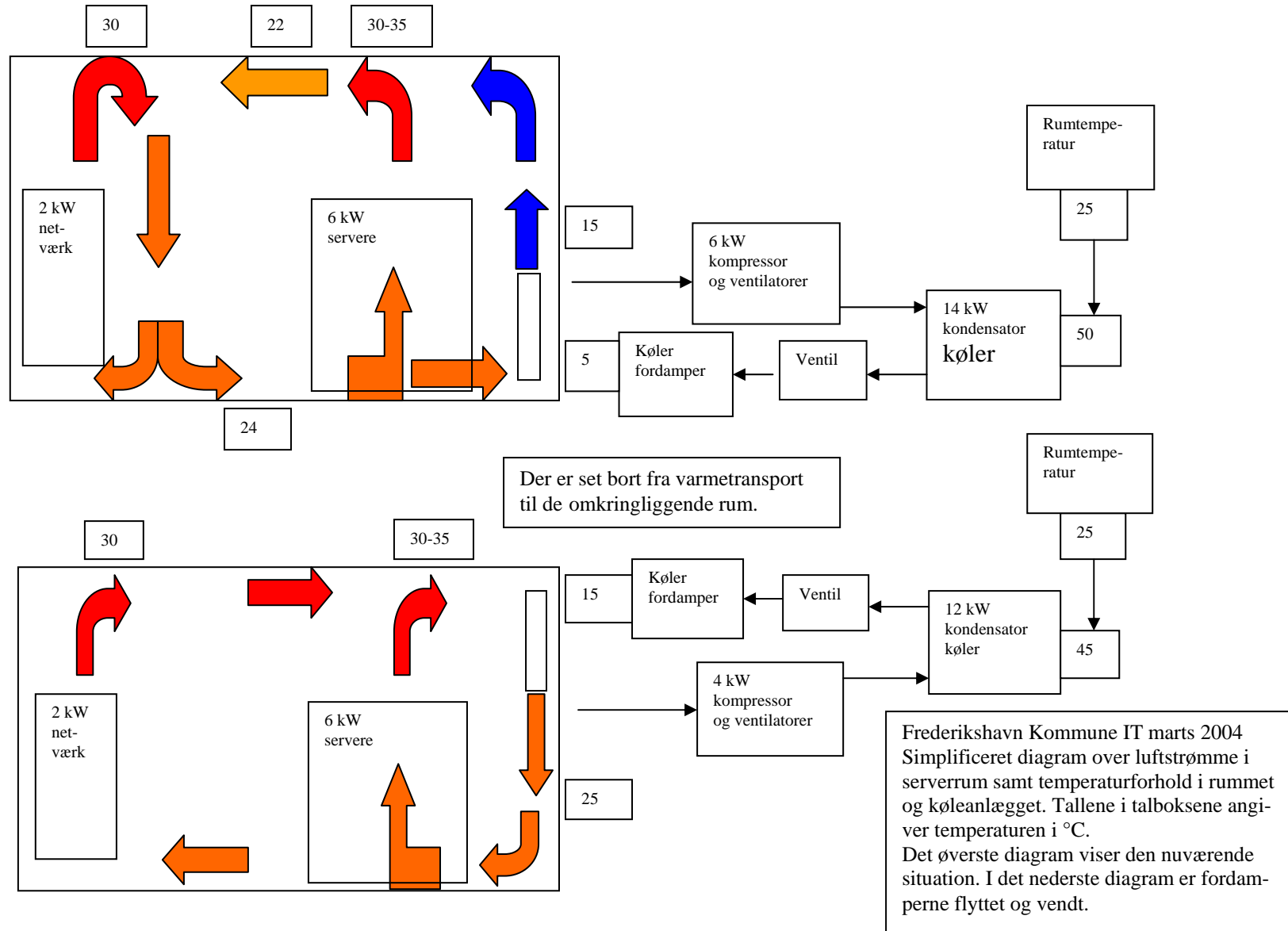
Frederikshavn Kommune IT marts 2004
Skønnet effekt og el-forbrug i serverrummet i løbet af udstyrets levetid samt besparelsespotentiale.



Målt med KeepFocus udstyret:

Til UPS - 7,1 kW
Fra UPS - 6,2 kW
Til telefoncentral - 0,8 kW
Lys + div - 0 - 0,6 kW

Frederikshavn Kommune IT serverrum



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb. Watt - faktor						Driftsform faktor		kr/kWh							
	Disk	CPU	Bundkort	RAM	Blæser	PSU	Døgn	Daglig	Aften	Backup	Weekend	Energipris	UPS	Køling	Levetid
	10	20	10	5	5	0,7	1,00	0,33	0,18	0,21	0,29	0,6	0,75	0,5	3
	15	35	14	7	7	0,8						0,8	0,85	0,6	4
	20	50	20	10	10							1	0,9	0,7	5
	35	70	35	14	14							1,2	1	0,8	6
	100	100	50	20	20										

Position	Navn	Rolle	Disk	CPU	Bundkort	RAM	Blæser	PSU	Driftsfor	UPS	Køling	Effekt	Levetid	El-pris
"rack1"	TPENERGISRV	Database	90	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	24.476
"rack1"	LEDWEBSRV	Application	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack1"	PRINTSRV	Net/fil	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack1"	TFSRV+storage	DB?/fil	200	70	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	43.156
"rack1"	SKOLE WTSSRVJ	Application	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack1"	FORNAVSRV	DB?/fil	160	70	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	38.003
"rack1"	INDEXSRV	Application	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack1"	DOCSSRV	Fil	105	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	26.409
"rack1"	APPLSRV	Application	60	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	20.612
"rack1"	SQLSRV	Database	105	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	26.409
"rack1"	Samlet forbrug		2.388 Watt	840	420	350	100	200	0,8					246.053 kr

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
 Centrale servere i rack 1-skønnet forbrug
 Type: Fujitsu Siemens Primergy servere
 Anskaffet: 2002-3
 CPU type: Intel XEON

El-pris i levetiden

Døgndrift	246.053 kr
Daglig	80.553 kr
Aften	43.938 kr
Backup	51.261 kr
Weekend	70.301 kr

Service vindue: Opgradering
 Kørsler: Databaser

Udskiftning Disk
 Backup Virus

Rack 1



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb. Watt - faktor						Driftsform faktor		kr/kWh				
Disk	10	15	20	35		Døgn	1,00	Energipris	0,6	0,8	1	1,2
CPU	20	35	50	70	100	Daglig	0,33	faktor				
Bundkort	10	14	20	35	50	Aften	0,18	UPS	0,75	0,85	0,9	1
RAM	5	7	10	14	20	Backup	0,21	Køling	0,5	0,6	0,7	0,8
Blæser	5	7	10	14	20	Weekend	0,29	år				
PSU	0,7	0,8				Levetid		3	4	5	6	

Position	Navn	Rolle	Disk	CPU	Bundkort	RAM	Blæser	PSU	Driftsform	UPS	Køling	Effektpris	Levetid	El-pris	
"rack2"	MAP guide	Application	30		35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack2"	COMA	Application	75		35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	22.544
"rack2"	KOMTT	?	45		35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	18.679
"rack2"	DDN	DB/fil/net	60		35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	20.612
"rack2"	NAV	Application	60		35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	20.612
"rack2"	POST	DB/application	100		70	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	30.274

"rack2" Samlet forbrug 1.182 Watt 370 245 210 0,8 120 0,8 129.468 kr

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
 Centrale servere i rack 2-skønnet forbrug
 Type: Fujitsu Siemens Primergy servere
 Anskaffet: 2000/1
 CPU type: Intel PIII/XEON

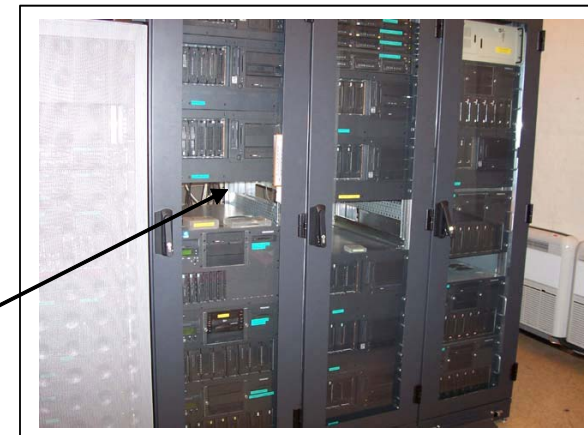
El-pris i levetiden

Døgndrift	129.468 kr
Daglig	42.385 kr
Aften	23.119 kr
Backup	26.972 kr
Weekend	36.991 kr

Service vindue: Opgradering
 Kørsler: Databaser

Udskiftning Disk
 Backup Virus

Rack 2



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb. Watt - faktor						Driftsform faktor		kr/kWh				
Disk	10	15	20	35		Døgn	1,00	Energipris	0,6	0,8	1	1,2
CPU	20	35	50	70	100	Daglig	0,33	faktor				
Bundkort	10	14	20	35	50	Aften	0,18	UPS	0,75	0,85	0,9	1
RAM	5	7	10	14	20	Backup	0,21	Køling	0,5	0,6	0,7	0,8
Blæser	5	7	10	14	20	Weekend	0,29	år				
PSU	0,7	0,8				Levetid		3	4	5	6	

Position	Navn	Rolle	Disk	CPU	Bundkort	RAM	Blæser	PSU	Driftsform	UPS	Køling	Effektpris	Levetid	El-pris
"rack3"	WEBHOTELSRV	Application	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack3"	WTSSRV	Application	30	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack3"	WTSASRV	Application	60	35	35	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	20.612
"rack3"	TANDSRV	DB/fil/net	80	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	19.324
"rack3"	SKBIBSRV	Application	80	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	19.324
"rack3"	PROFILSRV	DB/application	40	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	14.171
"rack3"	NYSMSSRV	DB/application	40	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	14.171
"rack3"	VAGTSRV	Application	60	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack3"	ORIGOSRV	Application	40	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	14.171
"rack2"	Samlet forbrug		460	225	225	90	180	0,8						152.012 kr

1.475
Watt

El-pris i levetiden

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
Centrale servere i rack 3-skønnet forbrug
Type: Fujitsu Siemens Primergy servere
Anskaffet: 1998/2001
CPU type: Intel PII/PIII

Døgndrift	152.012 kr
Daglig	49.766 kr
Aften	27.145 kr
Backup	31.669 kr
Weekend	43.432 kr

Service vindue: Opgradering
Kørsler: Databaser

Udskiftning Disk
Backup Virus

Rack 3



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb. Watt - faktor						Driftsform Faktor		kr/kWh				
Disk	10	15	20	35		Døgn	1	Energipris	0,6	0,8	1	1,2
CPU	20	35	50	70	100	Daglig	0,33	faktor				
Bundkort	10	14	20	35	50	Aften	0,18	UPS	0,75	0,85	0,9	1
RAM	5	7	10	14	20	Backup	0,21	Køling	0,5	0,6	0,7	0,8
Blæser	5	7	10	14	20	Weekend	0,29	år				
PSU	0,7	0,8				Levetid		3	4	5	6	

Position	Navn	Rolle	Disk	CPU	Bundkort	RAM	Blæser	PSU	Driftsform	UPS	Køling	Effektpris	Levetid	El-pris
"rack4"	FIREWALL	Application	15	20	10	5	5	0,8	1	0,85	0,6	1	6	7.085
"rack4"	EMSRV	Application	120	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	24.476
"rack4"	SKBIBWTS	Application	60	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	16.747
"rack4"	MAPSRV	DB/fil/net	120	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	24.476
"rack4"	FILSRV	Fil	120	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	24.476
"rack4"	PRIMSRV	Application	80	20	20	10	20	0,8	1	0,85	0,6	1	6	19.324

"rack2" Samlet forbrug 1.131 Watt 515 120 110 55 105 0,8 116.585 kr

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
 Centrale servere i rack 4-skønnet forbrug
 Type: Fujitsu Siemens Primergy servere
 samt KMD egenbygget server
 Anskaffet: 1998/9
 CPU type: Intel PII

El-pris i levetiden

Døgndrift	116.585 kr
Daglig	38.168 kr
Aften	20.819 kr
Backup	24.289 kr
Weekend	33.310 kr

Service vindue: Opgradering
 Kørsler: Databaser

Udskiftning Disk
 Backup Virus

Rack 4



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb.	Watt						Driftsform	Faktor	kr/kWh				
Hub		10	15	25	35	50	Døgn	1	Energipris	0,6	0,8	1	1,2
Switch		20	35	50	70	100	Daglig	0,33	faktor				
Router ISDN		5	10	20	35	50	Aften	0,18	UPS	0,75	0,85	0,9	1
Router xDSL		5	10	20	30		Backup	0,21	Køling	0,5	0,6	0,7	0,8
ISDN-30		5	7	10	14	20	Weekend	0,29	år				
PCM		5	7	10	14	20			Levetid	3	6	9	12
Media conv.		10	20										

Position	Beskrivelse	KVM	Hub	Switch	Router	SDSL	ISDN-30	PCM	Media c.	Driftsform	UPS	Køling	Effektpris	Levetid	El-pris
"rack1"	Xfelt-KMD-GSM					5		20		1	1	0,6	1	12	4.380
"rack2"	Xfelt PCM-MC							10	20	1	1	0,6	1	12	5.256
"rack3"	Xfelt-Switch-mm		50	50	50				60	1	1	0,6	1	12	36.792
"rack4"	Xfelt-hub-m.m.		170		30					1	0,85	0,6	1	12	41.224
"rack5"	Xfelt-hub-m.m.		200	20	20	10				1	0,85	0,6	1	12	51.529
"rack6"	Xfelt-hub-m.m.		125	20	20	10				1	0,85	0,6	1	12	36.071
"gulvet"	KVM	50								1	1	0,6	1	12	8.760

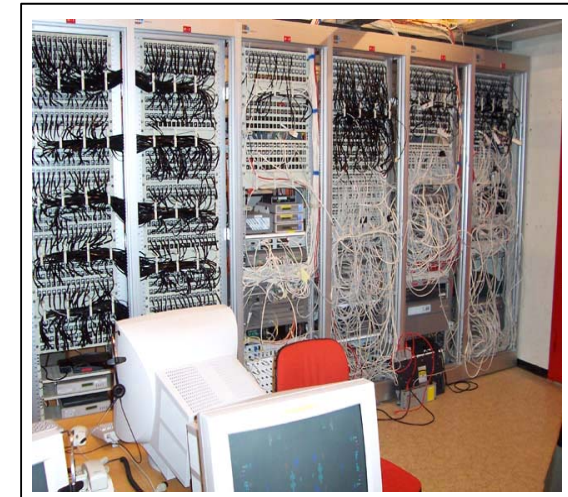
"krydsfelt"	Samlet	930 Watt	545	90	125	10	30	80
-------------	--------	-------------	-----	----	-----	----	----	----

184.012 kr

El-pris i levetiden

Døgndrift	184.012 kr
Daglig	60.242 kr
Aften	32.859 kr
Backup	38.336 kr
Weekend	52.575 kr

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
Centrale krydsfelt og server betjening-skønnet
forbrug
Anskaffet 1996 - 2002



Frederikshavn Kommune IT serverrum

Effektforb. Watt						Driftsform	Faktor	kr/kWh				
Hub	10	15	20	35		Døgn	1	Energipris	0,6	0,8	1	1,2
Switch	10	15	20	35	50	Daglig	0,33	faktor				
Router	10	14	20	35	50	Aften	0,18	UPS	0,75	0,85	0,9	1
SDSL	10	15	25			Backup	0,21	Køling	0,5	0,6	0,7	0,8
Server	50	100	150	200		Weekend	0,29	år				
Telefoncen	100	200	400	800				Levetid	3	6	9	12

Position	Beskrivelse	Server	Hub	Switch	Router	SDSL	ISDN-30	Telefon	Driftsform	UPS	Køling	Effektpris	Levetid	El-pris
Rack	SDSL m.m.			40	10	500			1	1	0,6	1	12	96.360
Server		100							1	1	0,6	1	6	8.760
Telefoncen	Central-bat.							800	1	1	0,8	1	12	105.120

Telefoncentralen bliver ikke særlig varm. Det skønnes, at der kun afsættes 200 Watt i den. Resten forbruges af apparaterne.

SDSL-tele Samlet	1.450 Watt	0	40	10	500	0	800	210.240 kr
------------------	------------	---	----	----	-----	---	-----	------------

El-pris i levetiden

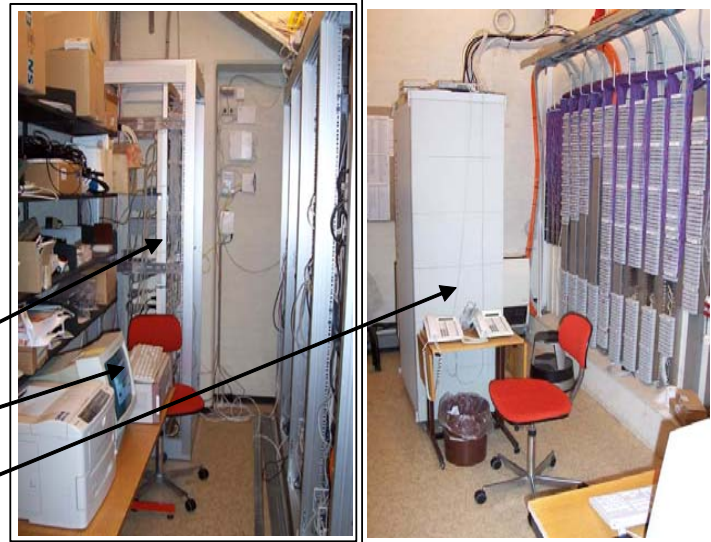
Døgndrift	210.240 kr
Daglig	68.829 kr
Aften	37.543 kr
Backup	43.800 kr
Weekend	60.069 kr

Frederikshavn Kommune IT marts 2004
Rack med SDLS samt telefonsystem-skønnet forbrug
Anskaffet 2001-3

rack

server

telefoncentral



Serverrumseftersyn - køleteknisk del

Sted: Frederikshavn Kommune

Dato: 18-02-2004

Besøgt af: Søren Østergaard Jensen og Claus S. Poulsen

Repræsentant for vært: Bo Niebuhr (samt kortvarigt en repræsentant for det kølefirma der servicerer køleanlæggene)

Beskrivelse af anlæg, herunder anlægstype og identifikation samt mærkeplade:

Køleanlægget er opbygget af 3 splitanlæg med kondensator opstillet indendørs i kælderetage. To af indedelene er ens, ACSON RCM 30D-AFBA hver med en nominel ydelse på 8,79 kW, mens det tredje anlæg er et Airwell anlæg, hvor det ikke umiddelbart var muligt at finde mærkepladen.

Anlæggenes udedele er monteret indendørs og to af udedelene er ældre anlæg placeret i kælderrum, hvor bygningens AC kompressor ligeledes er placeret. Bortledning af varmen fra dette rum sker gennem en mindre kanal med to små ventilatorer og tilluften kommer gennem en meget lille rist i døren – se figur 2. Begge disse udedele er udstyret med en l'Unité Hermétique kompressor model TAH 5540E med kølemidlet R22. Den tredje udedel er monteret i en større cykelkælder. Denne udedel er af nyere dato og er en Sanyo SPW-CR 254E8 med en nominel ydelse på 7,3 kW (R407C). Alle tre anlæg er monteret med en såkaldt sugetryksregulering (Danfoss KVP) som efter kølefirmaets oplysninger er monteret for at sikre, at der ikke dannes is på fordamperne. Disse ventiler har dog den uheldige egenskab rent energimæssigt, at de sænker det reelle sugetryk, og dermed bliver kølesystemets virkningsgrad drastisk reduceret.



Figur 1: Køleanlæg - "udedel" til anlæg 1 og 2 er placeret i lille kælderrum med ventilatorer til aftræk



Figur 2: Billeder af rist for lufttilførsel til teknikrum, hvor anlæg 1 og 2's kondensatorer er placeret



Figur 3: Billeder af anlæg 3's udedel placeret i cykelkælder

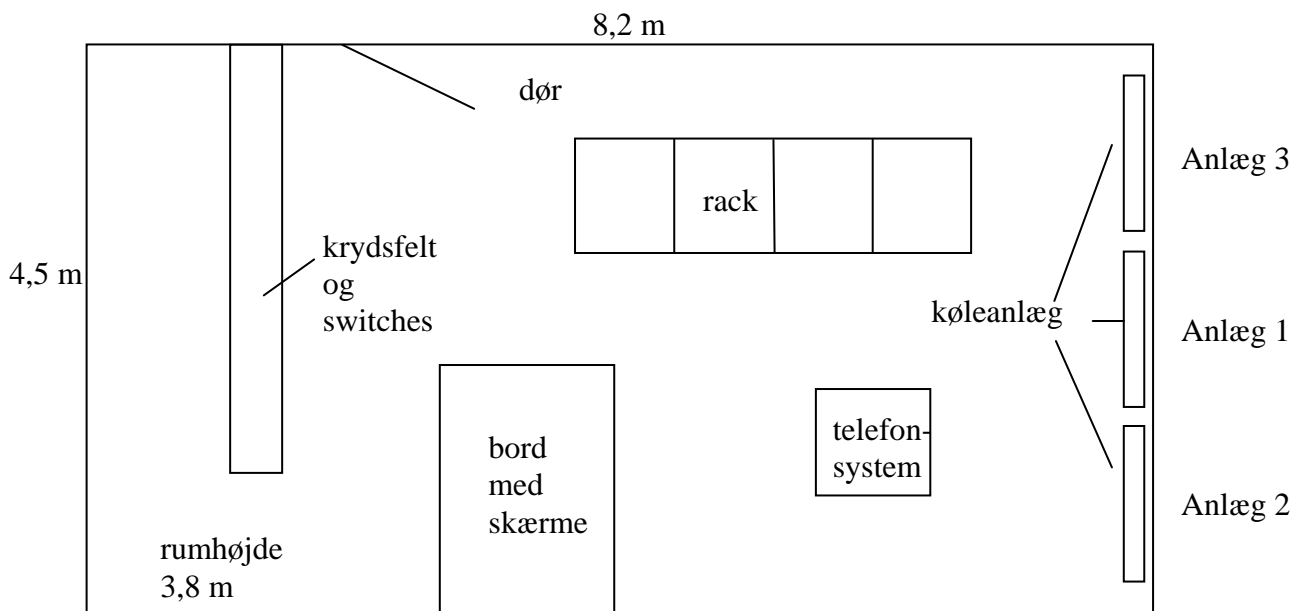
Ved besigtigelsen blev det aftalt at bede en repræsentant for kølefirmaet, der normalt forestår service på anlæggene, deltage i en del af eftersynet. Efter en kort gennemgang af baggrund for valg af kølestrategi etc. blev der bl.a. målt fordampningstemperatur på de to gamle udedele - denne kunne registreres til ca. -19°C efter KVP-ventil og ca. -5°C før ventilen. Da kondenseringstemperaturen samtidig kan registreres til ca. $+48^{\circ}\text{C}$ kan det konkluderes, at kompressoren presses relativt meget.

Opbygning af serverrum og beskrivelse af kølestrategi:

Frederikshavns Kommunes serverrum er beliggende i kælderens på rådhuset. Serverrummet er uden ydervægge. Figur 5 viser en plan over serverrummet med ca. placering af rackene med serverne samt andre installationer. Grundarealet af serverrummet er ca. 38 m^2 , mens volumenet er ca. 143 m^3 . De tre køleanlægs fordampere er placeret i den ene ende af rummet lige over gulvet som vist på figur 4 og 5. Ifølge kølefirmaet er denne placering af anlæggenes indedele valgt fremfor loftsmontering af hensyn til eventuelle kondensproblemer, som vil kunne få fatale følger, hvis afløb stoppes og vand drypper ned i serverne.



Figur 4: Billede de tre indedele i serverrummet (set fra oven anlæg 3, anlæg 1 og anlæg 2)



Figur 5: Plan over serverrummet i Frederikshavn Kommune.

Udover servere med diske indeholder serverrummet også krydsfelt og switches samt bygningens telefoncentral. Serverrummets UPS er placeret i et teknikum på den anden side af en gang, hvor de

to køleanlægs kondensatorer også er placeret. I dette teknikrum er desuden placeret bygningens kølekompresor, som dog kun er i drift 10-14 dage om året. Kondensatoren for det sidste køleanlæg er placeret i en cykelkælder.

Det er principielt tre uafhængige anlæg, der køler rummet, men deres drift har naturligvis indbyrdes betydning - se senere.

Fra målinger og beregninger haves følgende:

Måleperiode:	5/2-04 til 11/2-04
Målt gennemsnitligt belastning:	7,1 kW
Målt gennemsnitligt elforbrug til køling:	5,6 kW
Målt gennemsnitlig temperatur til fordampere:	19,8 °C
Målt gennemsnitlig temperatur til kondensator:	28,0 °C
Målt effektivitet (tilført el til rum/tilført el til køleanlæg):	1,3 (-)

Beregnet årligt energiforbrug til køling: ca. 48.825 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. 32.437 kWh/år

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

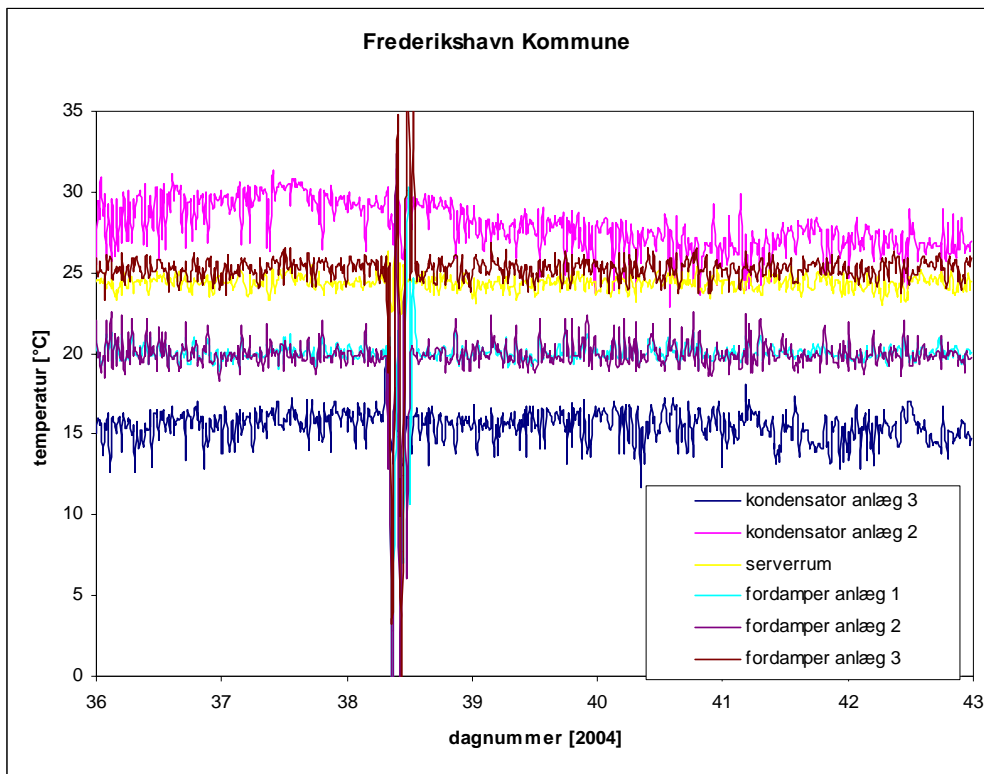
Beregnet besparelse i energiforbrug ved ændret styringsstrategi (**): ca. 4.745 kWh/år

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

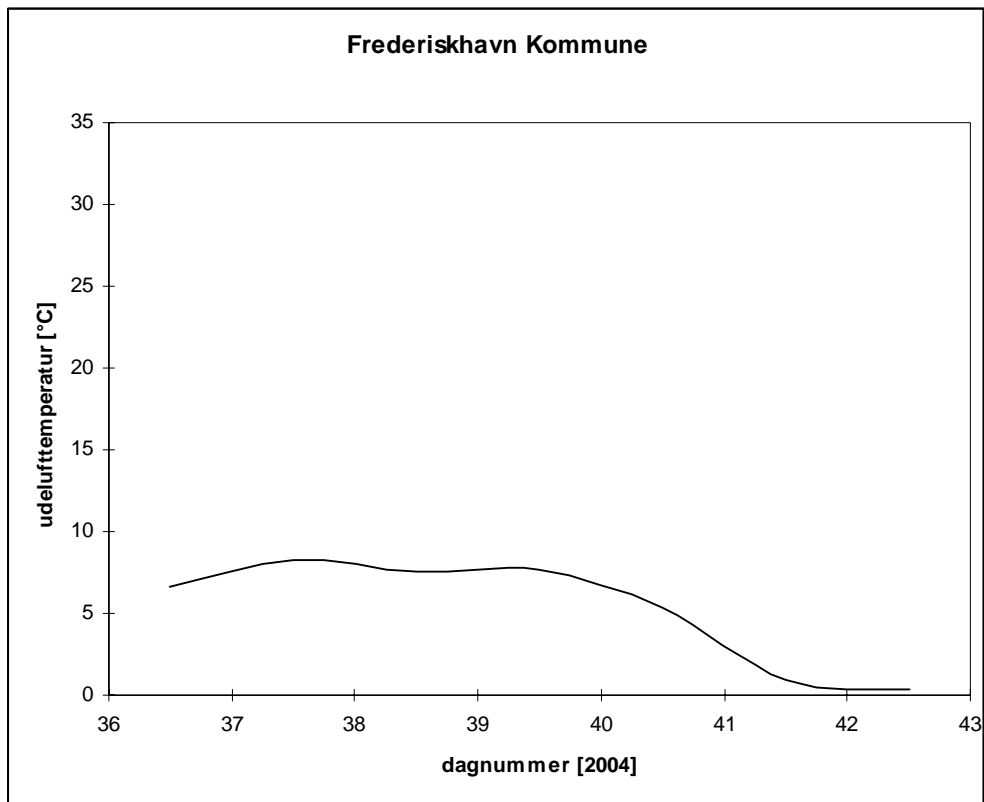
Figur 6-8 viser de målte temperaturer og elforbrug. Kondensatoren til anlæg 1 og 2 er placeret ved siden af hinanden – se figur 1, derfor er der kun målt en lufttemperatur her. Temperaturen i teknikrummet, hvor kondensatoren til anlæg 1 og 2 er placeret svinger mellem 25 og 30°C, hvilket er betragteligt højere end udetemperaturen.

Figur 8 viser, at det primært er anlæg 1 og 2, der sørger for kølingen i måleperioden, hvilket er uheldigt, da kondensatoren i anlæg 3 har en væsentlig lavere omgivelsestemperatur – omkring 15°C. Lufttemperaturen i cykelkælderen, hvor kondensatoren til anlæg 3 er placeret, kan dog også blive høj, som figur 8 under beskrivelsen af det Indledende besøg viser – over 25°C.

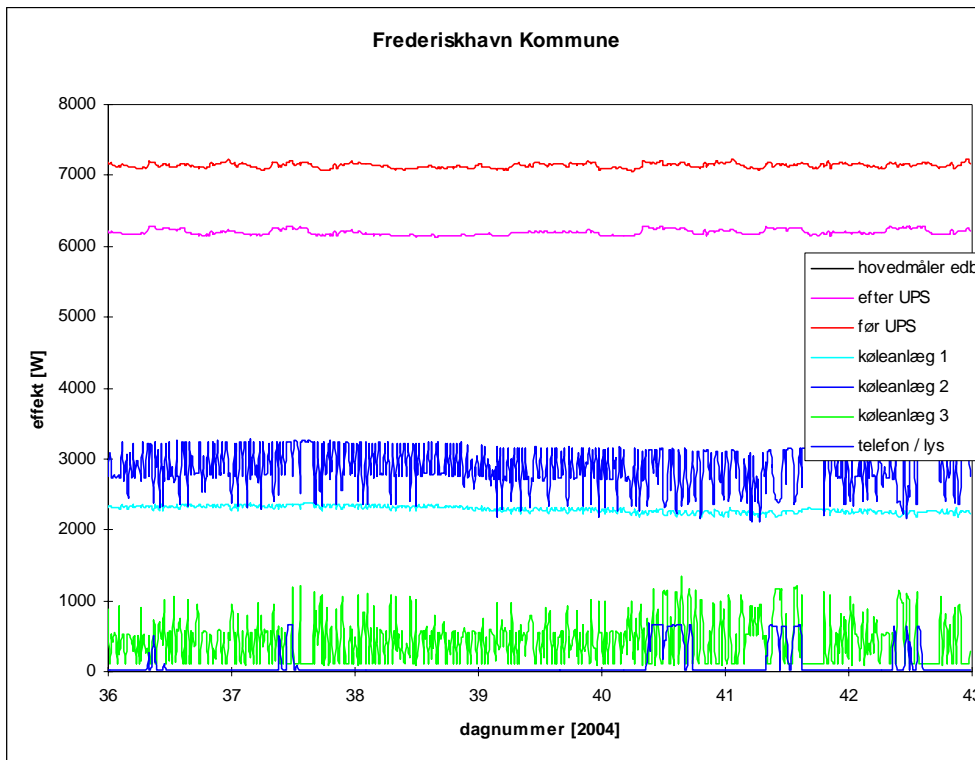
Fra figur 8 ses det, at effektforbruget før og efter UPS'en er henholdsvis 7,14 og 6,2 kW, hvilket giver en effektivitet for UPS'en på 87%, hvilket er ret lavt. Varmeafgivelsen fra UPS'en er 0,94 kW. Det er derfor godt, at UPS'en ikke er placeret i serverrummet, da det ville give anledning til et øget effektforbrug til køleanlæggene på $0,94/1,3 = 0,72$ kW eller et årligt ekstra elforbrug til køling på 6.300 kWh. Men UPS'en er placeret i samme teknikrum, som kondensatorerne til anlæg 1 og 2 og bidrager dermed til den høje lufttemperatur og dermed det øgede energiforbrug for disse to køleanlæg.



Figur 6: Målte temperaturer hos Frederikshavn Kommune



Figur 7: Udelufttemperatur målt med bygningens CTS-anlæg.



Figur 8: Målt strømforbrug til servere og andet i serverrum hos Frederikshavn Kommune

Observationer på stedet:

Filtre renholdt (ja/nej): Ja

Kondensator renholdt (ja/nej): Ja

Montering af indedel korrekt (redegørelse):

Køleanlæggets indedel vurderes korrekt monteret. Det vil under normale omstændigheder og af hensyn til fri luftbevægelse være formålstjenligt at montere en lofthængt udgave af indedelen, men dette er fravalgt af hensyn til eventuelle kondensproblemer.

Den valgte løsning giver dog problemer, da der for to af indedelene (anlæg 2 og 3) tydeligt kan observeres kortslutning i luftstrømmen grundet blokering (se figur 5). Endvidere burde en løsning, hvor indedelene var centralt placeret i rummet været valgt.

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

Montering af udedel korrekt (redegørelse):

Anlæggenes udedele er alle placeret indendørs, og to af udedelene er oven i købet placeret i varmt teknikrum, hvor der står andet varmeproducerende udstyr.

De to ældste udedele (anlæg 1 og 2) er monteret direkte mod væg i teknikrum, og ved besigtigelsen kunne der registreres meget høje kondenserings temperaturer (ca. 48°C), bl.a. fordi luftstrømmen delvis blokeres som følge af den meget korte afstand til væggen. Der kunne på det ene anlægs trykrør måles temperaturer over 120°C, hvilket signalerer, at anlægget er rimeligt presset rent driftsmæssigt.

Endvidere er denne indendørs placering meget uheldig. Ved eftersynet (februar måned) var der ca. 26°C i dette teknikrum, og det blev oplyst af kølefirmaet, at der om sommeren er langt over 30°C i dette rum.

Det tredje anlægs udedel er placeret i større cykelkælder, men også her er temperaturen væsentligt højere end udenfor.

Blokering af luftstrøm eller andet kritisk: Ja
Hvis ja, angiv hvad der spærrer: Se ovennævnte redegørelse

Anlæggets styrestrategi (hvis muligt):

Anlæggenes styrestrategi kan alene beskrives ud fra observationerne på stedet, samt fra de oplysninger kølefirmaet kunne give under eftersynet. Indeventilatorer kører konstant mens udeventilator kører synkront med kompressor. De tre køleanlægs drift er principielt uafhængig af hinanden. De to ACSON indedele kører dog med samme sætpunkt (21°C), mens det ældre Airwell anlæg kører med eget sætpunkt (ukendt, da skalaen ikke er temperaturinddelt). Ved besigtigelsen (og i måleperioden) kørte anlæg 1 kontinuert, mens anlæg 2 og 3 kørte on/off - anlæg 2 kørte med meget korte gangtider, hvilket nedsætter effektiviteten betragteligt. At anlæg 1 kørte kontinuert skyldes primært den måde luften fordeles på i rummet, da der for både anlæg 2 og anlæg 3 sker en kortslutning i luftstrømmen, hvor kold luft ledes retur til anlægget og dermed fremprovokerer et stop.

Mangler anlægget kølemiddel (hvis muligt):

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

Dette kunne ikke umiddelbart registreres, da anlæggene ikke er forsynet med skueglas.

Konklusion på køle- og bygningsteknisk del af eftersyn

Frikøling (er dette en mulighed) - kort redegørelse:

Frikøling er en teknisk mulighed såfremt der enten anvendes vandbårent system, eller alternativt etableres luftkanalsystem (den førstnævnte løsning vurderes som mest interessant i dette tilfælde). Besparelsen ved anvendelse af frikøling beregnes til ca. 32.400 kWh eller ca. 66%, og da det nuværende elforbrug til køling er så relativt højt, bør investeringen til etablering af frikøling være rentabel.

Efter besigtigelsen er det blevet oplyst, at der vil blive etableret kanalsystem fra taget, hvorfra det bliver muligt at suge kold luft ind i serverrummet og dermed etablere en simpel form for frikøling.

Andre oplagte besparelsesmuligheder:

Det vurderes ikke som muligt at stoppe indeventilatorerne i perioder, hvor kompressoren ikke kører, trods en beregnet besparelse på næsten 10%. Dette vil bl.a. give en usikker bestemmelse af indetemperaturen.

Øvrige kommentarer til køleanlæg:

Det må ud fra målingerne og ud fra kendskabet til de valgte anlæg og komponenter konkluderes, at måden køleanlæggene er monteret (udedel) samt den anvendte sugetryksregulering absolut ikke er hensigtsmæssig. Den målte effektivitet på ca. 1,3 er direkte ringe, og det må på det kraftigste anbefales, at anlæggenes udedele flyttes til en placering udendørs (besparelsespotentiale ca. 30%), samt at der samtidig etableres frikøling.

Kommentarer vedr. den øvrige installation:

Ingen.

Serverrumseftersyn – Organisationsanalyse Frederikshavn Kommune (FK) 4-5-2004

Interview-person: Energiansvarlig Bo Niebuhr (BH)

Baggrund og beslutning for serverrummet

Serverrummet blev etableret som en del af indførelsen af it i Frederikshavn Kommune for 25 år siden.

Overordnede krav til serverrummet

Hovedvægten af kravene ligger på it-sikkerheden. Der er ikke så stor fokus på energiforbruget, men it-afdelingen er dog begyndt at bruge energibesparelser som argument for at få nyt udstyr.

Placeringen af serverrummet

Serverrummet blev placeret, hvor der i forvejen var en telefoncentral. Her var der i forvejen føringsveje til kablerne.

Opbygning og drift af serverrum, it-udstyr og køleanlæg

It-afdelingen er centralt placeret som en stabsfunktion ved servicechefen, som ligger lige under kommunal-direktøren, og afdelingen servicerer de forskellige forvaltninger. Direktionen tager de overordnede beslutninger om blandt andet it-strategien, som it-afdelingen derefter skal gennemføre. Forslag til strategi udfærdiges af it-afdelingen i sparring med eksterne samarbejdspartnere.

It-chefen og it-afdelingen er dog meget aktive med at gennemføre undersøgelser og efterfølgende koordinere gennemførelsen af ændringer. Ligeledes er it-afdelingen ansvarlig for driften.

Rådhusinspektøren er ansvarlig for indretning af rummet og køleanlægget og daglig drift, hvilket sker i samarbejde med it-afdelingen.

Fokuset er blevet ændret efter Elsparefondens serverrumsprojekt, da de havde positive erfaringer med at bruge retningslinierne fra Teknologisk Institut, da en kondensator gik stykker. Efter ændringen blev elforbruget halveret på det ene anlæg. Der er i alt tre anlæg.

Det betyder, at de selv er blevet mere opmærksom på muligheder for elbesparelser. De ønsker nu at gennemføre et projekt med Elsparefonden om frikøling.

De bruger ikke så meget rådgivere udefra på it-området. De har for nyligt brugt Siemens til overordnet at vurdere it-strukturen, men på komponentniveau vælger de selv.

For køleanlægget bruger de kølefirmaet som rådgiver ved valg af anlæg og ændringer. Firmaet har været en god sparringspartner, og de havde tidligere kommet med forslaget om at bruge udvendig kondensator, men det var ikke slået igennem.

Yderligere information og rådgivning fra for eksempel Elsparefonden

BN mener, at de har fået meget støtte ved at deltage i pilotprojektet.

Yderligere information og rådgivning ville være godt, hvis det er på energirådgivningsniveau, hvor der er forslag om konkrete foranstaltninger, investeringer og besparelser for forskellige størrelse anlæg.

Det kunne være på hjemmesiden, og det skulle være succes-historier, men hellere typiske besparelses-foranstaltninger.

Det ville også være godt, hvis der er nogle standard-værktøjer til brug for vurdering af besparelsesmuligheder.

Information om pilotanlæggene på Elsparefondens hjemmeside er en god idé, men ti anlæg er sikkert ikke nok. Der bør være flere som på www.se-elforbrug.sparel.dk, så løsningsforslagene bliver konkrete.

For FK har det fungeret godt med konsulenterne under eftersynet, men det er nok sværere for en kommune uden en energiansvarlig. I det tilfælde skal foranstaltningerne præciseres mere i rapporten med angivelse af specifikke forslag og besparelser.

Informationen kunne formidles via offentlige møder, men det skulle så være under energispareudvalgene, hvor Elsparefonden kunne komme og præsentere forslagene. Derudover ville møder nok ikke have stor effekt, især i Jylland mener BN.

Formidling gennem generelle it-blade er også en mulighed.

Interesse i elbesparelser i serverrummet og barrierer

Generelt

FK er altid med på muligheder for at spare strøm - også i serverrum.

It-driftssikkerheden er den største barriere ved mulige foranstaltninger. It-medarbejderne blev hvide i hovedet ved snak om at slukke for servere i perioder.

På samme måde var det ikke muligt at ændre placeringen af fordampere, da de ikke ville risikere, at vand drypper ned i serveren.

It-afdelingen er dog åben over for mulige besparelser. BN har et budget for investeringer i besparelser, hvilket kan gøre det nemmere at gennemføre foranstaltninger.

Frikøling

BN mener, at den eneste barriere er den økonomiske side, dvs. hvor kort tilbagebetalingstiden er for foranstaltningen. Hvis Elsparefonden støtter, vil der være stor sandsynlighed for, at projektet gennemføres.