



SERVERRUMSVEJLEDNING

**Kom godt i gang med at gøre
serverrummet energieffektivt**

Til energiansvarlige og it-ansvarlige i private og offentlige virksomheder



Energistyrelsen

Hvor meget betyder serverrummets energiforbrug?

En enkelt server bruger mellem 2.000 og 4.000 kWh el om året. Det er lige så meget, som en gennemsnitlig dansk familie bruger årligt i en lejlighed eller et parcelhus.

Samlet bruger vi i Danmark for omkring 1 milliard kroner i el til serverrum. Behovet for serverydelser stiger løbende, og elforbruget kan nemt vokse drastisk over de kommende år.

Sådan behøver det ikke at være. I kan halvere elforbruget i jeres serverrum ved at bruge de metoder, vi beskriver i denne vejledning – med god økonomi og uden, at det går ud over funktionalitet og it-sikkerhed.

HVORDAN KAN VEJLEDNINGEN HJÆLPE?

Vejledningen giver jer it- og energiansvarlige den nødvendige viden om energieffektiv indretning, driftsstrategi og valg af udstyr. Vi gennemgår alle forhold, der er vigtige ved opbygning, renovering og drift af serverrum – fra de helt små serverrum med få servere uden køling til store datacentre.

Målet er, at I får viden, inspiration og konkrete råd. Noget kan I selv gennemføre, og noget skal I have rådgivere og installatører til at gennemføre.

Om Energistyrelsen

Energistyrelsen arbejder for at sikre danske borgere og virksomheder en omkostningseffektiv, god og stabil forsyning af el, gas, varme, vand og telekommunikation samt håndtering af affald. Energistyrelsen blev oprettet i 1976 og er en styrelse under Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet.

Der er forslag både til jer, der ikke tidligere har arbejdet med energieffektivitet i serverrum og til jer, der allerede har været i gang i lang tid.

Vejledningen er skrevet med udgangspunkt i kendte metoder for energieffektivitet brugt i Danmark og i udlandet. Vores samarbejdspartnere er kommet med forslag og kommentarer til indholdet.

HVORDAN KOMMER MAN I GANG?

Begynd med at læse kom godt i gang-afsnittet, som passer til jeres virksomheds størrelse. Her beskriver vi de vigtigste aktiviteter, I skal gennemføre for at komme i gang.

Nogle af forslagene kan give besparelser her og nu. Andre kan kræve analyse og en plan, der skal gennemføres over en periode.

Kom godt i gang - Lille virksomhed	4
Kom godt i gang - Stor virksomhed	6
Kom godt i gang - Datacentervirksomhed	8
Tjekliste for best practice	10
Elforbrug i serverrum	11
Serverrummets komponenter	12
Elmålinger i serverrummet	14
Overblik over udstyr og ydelser	16
Nøgletal	18
Virtualisering og konsolidering	20
Servere	22
Storage	23
Netværksudstyr	24
UPS-anlæg	25
Redundans	26
Serverhoteller og cloud computing	27
Projektering og ombygning	28
Krav til luften i serverrummet	29
Energieffektiv indretning	30
Køling af serverrummet	38
Varmegenvinding	46
Sammenligning af kølesystemer	50

For virksomheder med få servere og ingen fuldtids it- eller energiansvarlige

Er I en virksomhed med op til omkring 50 medarbejdere, har I nok et par servere – med eller uden køleanlæg – og hverken en it-ansvarlig eller energiansvarlig på fuld tid. Måske tænker I ikke meget på energiforbruget, men overvej at gøre det. En enkelt server bruger typisk det samme som en gennemsnitslejlighed: Cirka 2.000 kWh om året, hvilket svarer til over 4.000 kroner.

Hvis I gør en målrettet indsats – og ikke allerede har gjort det – er der store chancer for, at I over nogle år kan reducere jeres energiregning til serverrummet til halvdelen eller mindre. Og uden at det går ud over it-driften og sikkerheden. Faktisk tværtimod, fordi mange af aktiviteterne giver både bedre it-drift og lavere energiforbrug.

Vi giver her de vigtigste råd til at komme i gang.

FÅ STYR PÅ ORGANISERINGEN, OG FÅ ALLE MED

Start først med at tale med ledelsen om, at I måske kan spare en del på elregningen. Få ledelsens accept af, at I undersøger mulighederne. Gå sammen nogle stykker i en energigruppe om projektet. I bør have de nødvendige ressourcer i form af medarbejdertimer og penge. Som regel bliver pengene hurtigt tjent ind igen. Udpeg en projektleder, som typisk er den hos jer, som tager sig af jeres it. Hvis I har én, som tager sig af driften og energiforbruget, er det også godt at få vedkommende med.

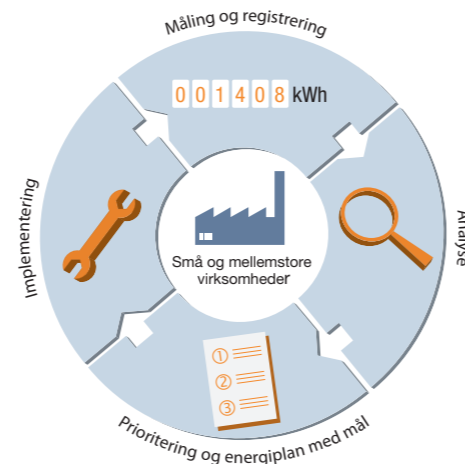
I skal sammen undersøge mulighederne, hvad det koster, og hvad I kan spare. Lav derefter et forslag til ledelsen, som skal give den endelige accept af projektet, hvorefter I kan sætte det i gang.

Det er en god idé at mødes et par gange om året for at se, om der er flere muligheder for at spare på elregningen til it-udstyret.

LAV EN ENERGIPLAN, OG GENNEMFØR DEN

Det bedste er, hvis I laver en energiplan med aktiviteter og mål for servernes elforbrug. Det sker ved først at finde ud af, hvad energien bliver brugt til. Derefter skal I undersøge, hvordan I kan spare, og hvad det koster. Overvej også cloudløsninger og serverhoteller som supplement til eller i stedet for jeres egne servere. Næste trin er at prioritere besparelserne, og hvornår projektet skal ske afhængig af jeres ressourcer. Når I har gennemført besparelserne, skal I følge op på, om tiltagene gav det forventede resultat.

Det hele sker løbende, hvor I af og til følger op på resultaterne og justerer energiplanen. Se figur 1 herunder.

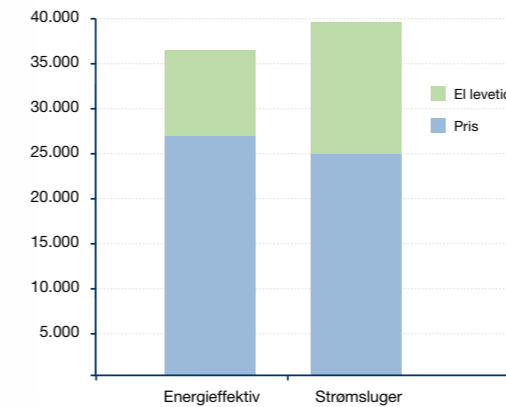


Figur 1: Energiledelsescirklen fra måling til implementering.

TÆNK ELOMKOSTNINGER MED VED KØB AF IT-UDSTYR

I har sikkert et budget til it-indkøb og et budget til elregningen. Når I køber it-udstyr, tænker I sikkert ikke på, hvad det koster på elregningen. Vi anbefaler, at I fremover kigger på prisen for både at købe og at drive udstyret over levetiden.

For meget serverudstyr er energiomkostningen i levetiden højere end indkøbsprisen. Se eksempel på omkostningerne i hele levetiden for en energieffektiv og en strømslugende server i figur 2.



Figur 2: Den energieffektive server kan koste lidt mere, men dens samlede omkostning i levetiden er lavest. Gå derfor ikke efter laveste indkøbspris, men efter laveste omkostninger over hele levetiden (indkøb plus årlige elomkostninger).

TJEK JERES ENERGIFORBRUG MED NØGLETAL

Brug nøgletal til at tjekke, hvor effektive jeres servere er sammenlignet med andre og med jer selv over en periode.

Vi anbefaler disse nøgletal:

- **PUE (Power Usage Effectiveness):** Det er en standardmetode, som bruges verden over for at angive, hvor effektivt strømmen til alt andet end servere, storage (datalagring) og netværk bruges. Det kan I bruge, hvis I bruger køling af serverne, og hvis I har målt elforbrug til it-udstyret og til køleanlægget. Tallet beregnes som elforbrug i alt til både it og køling divideret med elforbrug til det vigtige it-udstyr. Læs mere om PUE på side 18.

- **Eget nøgletal:** Suppler med jeres egne nøgletal for hele elforbruget i serverrummet. Vælg en enhed for vigtigste funktion i serverrummet. For kontorvirksomheder vil det typisk være antallet af kontormedarbejdere. Nøgletallet kan så være elforbrug pr. medarbejder. Hvis I har medarbejdere, som belaster serverne kraftigt f.eks. med videoedigering eller store databaser, kan de tælle dobbelt eller mere. Beregn nøgletallet hver måned og år, og sammenlign med tidligere måneder og år. Læs mere om egne nøgletal på side 18.

TJEKLISTE FOR DE VIGTIGSTE SPARERÅD

Overvej cloudløsninger og serverhoteller som supplement til eller i stedet for jeres egne servere. Læs mere på side 27.
Tjek, om I har udstyr, som I ikke længere bruger eller kun bruger sjældent. Tjek også, om I har for meget kapacitet nogle steder. Sluk, reducer kapacitet og skrot. Læs mere på side 16.
Fjern udstyr fra serverrummet, som ikke har brug for køling, og sørg for, at der ikke kommer varme ind udefra. Dæk f.eks. vinduerne af, så der ikke kommer sol ind.
Hvis I har køleanlæg, så sørg for ikke at køle luften til serverne til under 26 °C, medmindre serverleverandøren kræver det. Læs mere på side 29.
Sørg for, at den kolde luft kommer så direkte som muligt til serverne. Læs mere på side 30.
Saml mange servere på færre servere med virtualisering og konsolidering. Læs mere på side 20.
Vælg energieffektivt udstyr. Læs mere på side 22.
Vælg køleanlæg med frikøling, eller undgå helt køling. Læs mere på side 38.

Kom godt i gang herfra

- 1 Lav en energigruppe, og gør ledelsen interesseret.
- 2 Køb udstyr, som har lav omkostning i hele levetiden, hvor elforbruget er regnet med eller brug cloudløsning eller serverhotel.
- 3 Lav en energiplan med mål og aktiviteter blandet andet ud fra denne vejledning. Og gennemfør planen.
- 4 Start med de simple tiltag med resultater på kort sigt.

For virksomheder med eget serverrum og it- og energiansvarlige

Er I en virksomhed med 50-100 medarbejdere eller flere, har I nok både en energiansvarlig og en it-ansvarlig. For hver 100 medarbejdere I har, bruger I typisk for omkring 30.000-75.000 kroner strøm om året til at drive serverrummet.

Hvis I som energiansvarlig og it-ansvarlig gør en målrettet indsats – og ikke allerede har gjort det – burde det være muligt over nogle år at reducere jeres energiregning til serverrummet til halvdelen eller mindre, uden at det går ud over it-driften og sikkerheden. Tværtimod giver mange af aktiviteterne både bedre it-drift og lavere energiforbrug.

Vi giver her de vigtigste råd til at komme i gang.

FÅ STYR PÅ ORGANISERINGEN, OG FÅ ALLE MED

Det er en god idé at gå sammen som energiansvarlig og it-ansvarlig om energiaktiviteterne. I bør forankre jeres arbejde i virksomhedens ledelse, og I bør have de nødvendige ressourcer i form af medarbejdertimer og penge. Som regel bliver pengene hurtigt tjent ind igen.

Vi anbefaler, at I starter med at oprette en styregruppe med repræsentanter fra virksomhedens ledelse, den energiansvarlige, den it-ansvarlige, bygningsdriften og evt. andre medarbejdere, som bliver involveret i aktiviteterne.

Samtidig bør I udpege en projektleder, som typisk er den it-ansvarlige.

Styregruppen skal være med til at beslutte de energibesparende foranstaltninger. Hvor tit I skal mødes, afhænger af omfanget af jeres energiforanstaltninger. I bør dog under alle omstændigheder mødes mindst 2 gange om året, og gerne en gang hver 2. måned eller oftere i forbindelse med opstart af energiledelsesgruppen.

LAV EN ENERGIPLAN, OG GENNEMFØR DEN

Energiledelse handler om at sætte og nå et mål for serverrummets elforbrug. Det sker ved først at finde ud af, hvad energien bliver brugt til. Derefter skal I undersøge, hvordan I kan spare, og hvad det koster. Overvej også cloudløsninger og serverhotel-

ler som supplement til eller i stedet for jeres egne servere. Næste trin er at prioritere besparelserne, og hvornår projektet skal ske afhængig af jeres ressourcer. Når I har gennemført besparelserne, skal I følge op på, om tiltagene gav det forventede resultat.

Det hele sker løbende, hvor I af og til følger op på resultaterne og justerer energiplanen. Se figur 3 herunder.



Figur 3: Energiledelsescirklen fra måling til implementering.

Læs mere i afsnittene Elmålinger, side 14, og Overblik over udstyr og ydelser, side 16, om, hvordan I kan måle energiforbruget og vurdere, hvad det bliver brugt til.

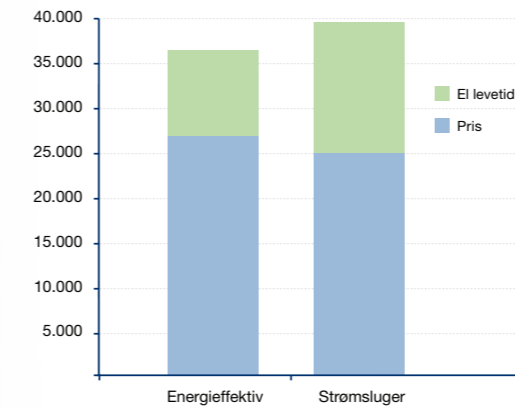
EL-INDKØB OG IT-INDKØB FRA SAMME KASSE

I mange virksomheder er det it-afdelingen, der har budgetansvaret for indkøb af serverudstyr, mens det er driftsafdelingen, der har budgetansvaret for køb af el til at drive serverudstyret.

Det betyder, at it-afdelingen ikke altid tænker elomkostningerne med ved køb af nyt udstyr. Hvis det derimod er it-afdelingen, som betaler både for udstyret, og det det koster at drive udstyret i hele levetiden, er der større chance for, at elforbruget bliver en vigtig parameter ved valg af udstyr. For meget serverudstyr er elomkostningen i levetiden højere end indkøbsprisen. Se eksempel på levetidsomkostninger for en energieffektiv og en strømslugende server i figur 4.

It-afdelingens budget skal selvfølgelig hæves med energiomkostningen.

En forudsætning er, at der er elmålere på serverudstyret.



Figur 4: Den energieffektive server kan koste lidt mere, men dens samlede omkostning i levetiden er lavest. Gå derfor ikke efter laveste indkøbspris, men efter laveste omkostninger over hele levetiden (indkøb plus årlige elomkostninger).

TJEK JERES ENERGIFORBRUG MED NØGLETAL

Brug nøgletal til at tjekke, hvor effektivt jeres serverrum er sammenlignet med andre serverrum og med jer selv over en periode.

Vi anbefaler disse nøgletal:

- **PUE (Power Usage Effectiveness):** Det er en standardmetode, som bruges verden over for at angive, hvor effektivt strømmen til alt andet end servere, storage (datalagring) og netværk bruges. Tallet beregnes som elforbrug i alt til serverrummet divideret med elforbrug til det vigtige it-udstyr. Genanvender I varmen fra serverrummet, eller er I f.eks. tilsluttet fjernkøling, bør I anvende NPUE (Net Power Usage Effectiveness) i stedet for. Begge nøgletal gør, at I kan sammenligne med andre tilsvarende serverrum

og se, hvor effektivt jeres serverrum er. Læs mere om PUE og NPUE på side 18.

- **Egne nøgletal:** Suppler med jeres egne nøgletal for hele elforbruget i serverrummet. Vælg en enhed for vigtigste funktion i serverrummet. For kontorvirksomheder vil det typisk være antallet af kontormedarbejdere. Nøgletallet kan så være elforbrug pr. medarbejder. Hvis I har medarbejdere, som belaster serverne kraftigt f.eks. med videoediting eller store databaser, kan de tælle dobbelt eller mere. Beregn nøgletallet hver måned og år, og sammenlign med tidligere måneder og år. Læs mere om egne nøgletal på side 18.

TJEKLISTE FOR DE VIGTIGSTE SPARERÅD

Overvej cloudløsninger og serverhoteller som supplement til eller i stedet for jeres egne servere. Læs mere på side 27.
Tjek, om I har servere og andet udstyr, som I ikke længere bruger eller kun bruger sjældent. Tjek også, om I har for meget kapacitet nogle steder. Sluk, reducer kapacitet og skrot. Læs mere på side 16.
Hold temperaturen af luften til serverne på omkring 26 °C. Læs mere på side 29.
Opdel serverrummet i varme og kolde områder, og sørg for, at den kolde og varme luft ikke bliver blandet. Læs mere på side 30.
Saml mange servere på færre servere med virtualisering og konsolidering. Læs mere på side 20.
Vælg energieffektivt udstyr. Læs mere på side 22.
Vælg køleanlæg med frikøling. Læs mere på side 38.
Brug Serverrumsvejledningen til at stille energikrav til jeres leverandører.

Kom godt i gang herfra

- 1 Lav en energigruppe, og gør ledelsen interesseret.
- 2 Lad it-afdelingen overtage energiomkostningen til serverrummet og budgettet.
- 3 Lav en energiplan med mål og aktiviteter blandt andet ud fra denne vejledning, og gennemfør planen.
- 4 Start med de simple tiltag med resultater på kort sigt.

For virksomheder, som lever af at sælge datacenterydelser

Er I et datacenter, som sælger server- eller cloudydelser, eller et colocation-center, hvor kunden kommer med serverne, har I sikkert allerede fokus på elforbruget til udstyret. Men det kan være, at I alligevel kan spare en del på elregningen, uden at det går ud over jeres ydelser. Tværtimod kan besparelserne være med til at sænke jeres omkostninger og i sidste ende prisen på ydelserne.

Vi giver her de vigtigste råd til at komme i gang. Vi tager udgangspunkt i datacentre, som sælger server- eller cloudydelser. Er I et colocation-center, er nogle af rådene ikke relevante for jer.

FÅ STYR PÅ ORGANISERINGEN, OG FÅ ALLE MED

Vi anbefaler, at I starter med at oprette en styregruppe med repræsentanter fra virksomhedens ledelse, de relevante ansvarlige for drift og indkøb af it og køleanlæg og evt. andre medarbejdere, som bliver involveret i aktiviteterne. I skal udpege en projektleder, som er ansvarlig over for styregruppen og ledelsen.

I bør forankre jeres arbejde i virksomhedens ledelse, og I bør have de nødvendige ressourcer i form af medarbejdertimer og penge. Som regel bliver pengene hurtigt tjent ind igen.

Styregruppen skal være med til at beslutte de energibesparende foranstaltninger. Hvor tit I skal mødes, afhænger af omfanget af jeres energiforanstaltninger. I bør dog under alle omstændigheder mødes mindst 2 gange om året og gerne en gang hver 2. måned eller oftere i forbindelse med opstart af energiledelsesgruppen.

LAV EN ENERGIPLAN, OG GENNEMFØR DEN

Energiledelse handler om at sætte og nå et mål for serverrummets elforbrug. Det sker ved først at finde ud af, hvad energien bliver brugt til. Derefter skal I undersøge, hvordan I kan spare, og hvad det koster. Næste trin er at prioritere besparelserne, og hvornår projektet skal ske afhængig af jeres ressourcer. Når I har gennemført besparelserne, skal I følge op på, om tiltagene gav det forventede resultat.

Det hele sker løbende, hvor I af og til følger op på resultaterne og justerer energiplanen. Se figur 5 herunder.



Figur 5: Energiledelsescirklen fra måling til implementering.

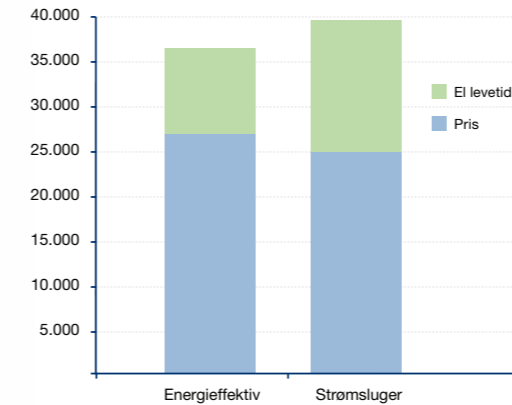
Læs mere i afsnittene Elmålinger i serverrummet, side 14, og Overblik over udstyr og ydelser, side 16, om, hvordan I kan måle energiforbruget og vurdere, hvad det bliver brugt til.

EL-INDKØB OG IT-INDKØB FRA SAMME KASSE

Tænk altid indkøb af udstyr sammen med elomkostningen til at drive udstyret. I mange datacentre har én afdeling budgetansvaret for indkøb af serverudstyr og køleanlæg, mens en anden afdeling har budgetansvaret for køb af el til at drive udstyret.

Det betyder, at elomkostningerne til at drive det nye udstyr ikke bliver tænkt ind ved nykøb. Hvis det derimod er den samme afdeling, som betaler for udstyret, og det det koster at drive udstyret i hele levetiden, er der større chance for, at elforbruget bliver en vigtig parameter ved valg af udstyr.

For meget serverudstyr er energiomkostningen i levetiden højere end indkøbsprisen. Se eksempel på levetidsomkostninger for en energieffektiv og en strømslugende server i figur 6.



Figur 6: Den energieffektive server kan koste lidt mere, men dens samlede omkostning i levetiden er lavest. Gå derfor ikke efter laveste indkøbspris, men efter laveste omkostninger over hele levetiden (indkøb plus årlige elomkostninger).

TJEK JERES ENERGIFORBRUG MED NØGLETAL OG MÅDER AT VURDERE EFFEKTIVITETEN PÅ

Brug nøgletal til at tjekke, hvor effektivt jeres datacenter er sammenlignet med andre datacentre og med jer selv over en periode.

Vi anbefaler disse nøgletal:

- **PUE (Power Usage Effectiveness):** Det er en standardmetode, som bruges verden over for at angive, hvor effektivt strømmen til alt andet end servere, storage (datalagring) og netværk bruges. Tallet beregnes som elforbrug i alt til serverrummet divideret med elforbrug til det vigtige it-udstyr. Genanvender I varmen fra serverrummet, eller er I f.eks. tilsluttet fjernkøling, bør I anvende NPUE (Net Power Usage Effectiveness) i stedet for. Begge nøgletal gør, at I kan sammenligne med andre tilsvarende serverrum og se, hvor effektivt jeres serverrum er. Læs mere om PUE og NPUE på side 18.

Kom godt i gang herfra

- 1 Lav en energigruppe, og gør ledelsen interesseret.
- 2 Tænk elomkostningen med ind i køb af it-udstyr.
- 3 Lav en energiplan med mål og aktiviteter blandt andet ud fra denne vejledning, og gennemfør planen.
- 4 Start med de simple tiltag med resultater på kort sigt.

- **Egne nøgletal:** Suppler med jeres egne nøgletal for hele elforbruget i datacentret. Vælg en enhed for de vigtigste funktioner i datacentre, hvis det er muligt. Det kan være kunder på forskellige typer ydelser. Nøgletallet kan så være elforbrug pr. kunde. Hvis I har kunder til ydelser, som belaster serverne kraftigt, kan de tælle dobbelt eller mere. Beregn nøgletallet hver måned og år, og sammenlign med tidligere måneder og år. Læs mere om egne nøgletal på side 18.

TJEKLISTE FOR DE VIGTIGSTE SPARERÅD

Tjek, om der er servere og andet udstyr, som ikke længere bruges, kun bruges sjældent eller har for meget kapacitet. Sluk, reducer kapacitet og skrot. Læs mere på side 16.
Hold temperaturen af luften til serverne på omkring 26 °C. Læs mere på side 29.
Opdel serverrummet i varme og kolde gader, og sørg for, at den kolde og varme luft ikke bliver blandet. Læs mere på side 30.
Saml mange servere på færre servere med virtualisering og konsolidering. Læs mere på side 20.
Vælg energieffektivt udstyr. Læs mere på side 22.
Vælg køleanlæg med frikøling. Læs mere på side 38.
Brug Serverrumvejledningen til at stille energikrav til jeres leverandører.

Brug tjeklisten til at få et hurtigt overblik over, om I overholder best practice for energieffektiv drift, vedligeholdelse og ombygning

ENERGISTYRING OG ORGANISERING

Ledelse, bygningsdrift, it-ansvarlige og energiansvarlige deltager i en styregruppe omkring serverrummets drift og energiforbrug.
Energiforbruget registreres systematisk med efterfølgende analyse, rapportering og opfølgning.
Udstyret i serverrummet registreres og overvåges i DCIM-softwareløsning (DCIM: Data Center Infrastructure Management).
Elforbrug til it-udstyr og køleanlæg registreres på separate elmålere.
Energiudgiften er en del af serverrummets driftsbudget.

INDKØB AF NYT IT-UDSTYR

Nyt udstyr er energieffektivt og overholder Energistyrelsens indkøbsanbefalinger.
For serverrum med mere end 10-12 servere anvendes bladeservere. For mindre serverrum anvendes rack-servere.
Servere, storageudstyr, netværksudstyr og UPS-systemer opfylder nyeste Energy Star-krav.
Udstyret understøtter så mange lavenergitalstande som muligt.
Deduplikering og komprimering benyttes til at optimere kapaciteten af storage.
Energieffektive lagermedier som SSD-diske og 2,5 tomme diske benyttes.
Diske og systemer kan gå i lavenergitalstand i tomgangsperioder.
It-udstyr kan bruges op til mindst 26 °C lufttemperatur.

VURDERING AF BEHOVET FOR IT-UDSTYR

Outsourcing af relevante it-ydelser til serverhoteller og cloudleverandører er overvejet og evt. sat i kraft.
Virtualisering og konsolidering gennemføres løbende.
Udstyr, der ikke længere bruges, skrottes.

ROBUSTHED OG REDUNDANS

Behovet for robusthed og redundans er fastlagt, og it-udstyret er tilpasset dette.
Serverrummet er opdelt i områder med forskellig redundans efter behov.
It-udstyr og forsyningsanlæg udbygges i moduler, som gør ydelserne mere fleksible.

KØLEANLÆG OG VENTILATION

Ingen opblanding af kold og varm luft.
Indblæsningsluft er så høj som mulig og helst mindst 26 °C.
Service på filtre, tørkølere og kondensatorer udføres regelmæssigt.
Lovpligtige eftersyn udføres som krævet.
Serverrummet køles så vidt muligt med direkte frikøling.
Hvis direkte frikøling ikke er muligt, har serverrummet indirekte frikøling med høje fremløbstemperaturer.
Varmen fra serverrummet genvindes så vidt muligt.

PROJEKTLÆDELSE VED NYBYGNING ELLER OMBYGNING

En detaljeret projektplan er udarbejdet.
En økonomiberegning med beregning af levetidsomkostninger (TCO – Total Cost of Ownership) er udarbejdet.

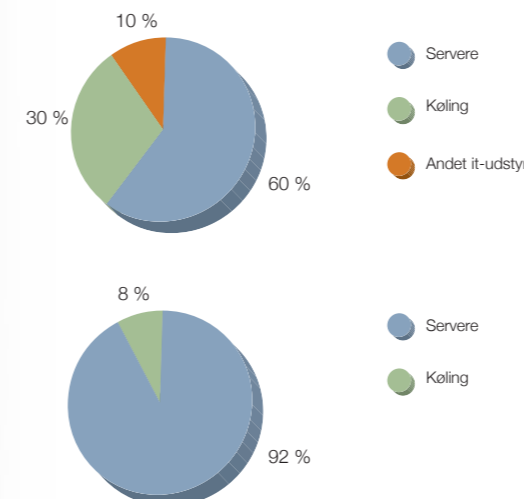
El til serverrum for 1 milliard kroner om året

En enkelt server bruger mellem 2.000 og 4.000 kWh strøm om året. Det er lige så meget, som en gennemsnitlig dansk familie bruger i en lejlighed eller et parcelhus.

Et helt serverrum på en gennemsnitlig kontorarbejdsplads koster mellem 100.000 og 200.000 kroner årligt. Serverrum i Danmark bruger tilsammen omkring 500.000.000 kWh om året, og det koster cirka 1 milliard kroner. Forbruget svarer til, hvad mere end 100.000 parcelhuse bruger i gennemsnit.

En typisk fordeling af elforbruget i et serverrum er:

- Servere: Cirka 60 % af forbruget
- Køling og fordeling af den kolde luft i serverrummet: Cirka 30 % af forbruget
- Andet it-udstyr i serverrummet: Cirka 10 % af forbruget



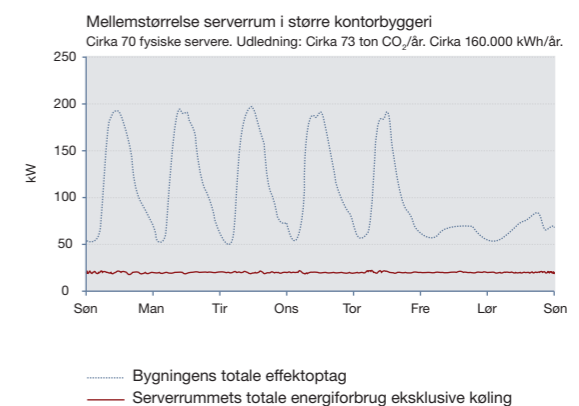
Figur 7: Typisk fordeling af elforbrug på vigtigste udstyr i et gennemsnitligt serverrum øverst og i et energieffektivt serverrum nederst.

En del – især mindre – serverrum bruger dog langt mere el til køling. Det er ikke unormalt, at op mod 50 % af elforbruget i serverrummet går til køling. Et energieffektivt serverrum bruger under 10 % af elforbruget til køling.

STORT FORBRUG – OGSÅ OM NATTEN

I en kontorbygning er der om natten normalt ikke meget forbrug til lys, ventilation og computere. Men de fleste serverrum bruger den samme mængde strøm en stille weekendnat som en travl arbejdsdag. Det skyldes, at de fleste servere ikke er gode til at skrue ned for elforbruget, når de ikke arbejder så meget.

Figur 8 viser elmålinger fra et serverrum i en større kontorbygning. Serverrummet bruger konstant 18 kW, og det er en tredjedel af grundlasten. Den årlige elregning er her cirka 275.000 kroner. Elforbruget er målt uden køling, og forbruget til køling skal derfor lægges til. I eksemplet går cirka 30 % af elforbruget til køling, og den totale udgifter for serverrummet bliver dermed cirka 393.000 kroner om året. Ved at konsolidere, virtualisere og udskifte køleanlægget i serverrummet i eksemplet ville det være muligt at reducere elforbruget med minimum 50 %. Det giver en besparelse på cirka 200.000 kroner om året.



Figur 8: Elforbruget i serverrum er de fleste steder næsten konstant over ugen.

Hvad bestemmer elforbrugets størrelse?

Vi viser i figur 9 de vigtigste komponenter i serverrummet og sammenhængen mellem varmebelastning og køling. I midten af figuren er serverrummet og køleanlægget. Den kolde luft fra køleanlægget sendes til serverrummet og igennem it-udstyret, der køles, hvorved luften bliver opvarmet. Luften føres herefter til køleanlægget for at blive afkølet igen.

De dele af serverrummet, der giver mest varme fra sig, er servere, storage, UPS-anlæg og switches, som er vist til højre i figuren med de vigtigste forhold, der kan være med til at øge og reducere varmebelastningen.

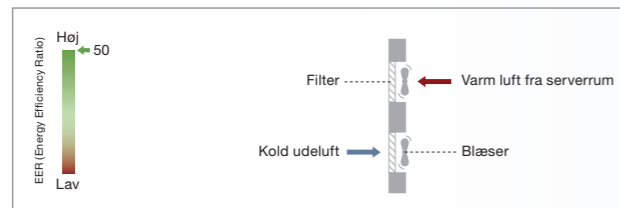
Til venstre ses 4 hovedprincipper for kølingen af serverrummet med de mest energieffektive øverst. For hvert princip kan man se køleeffektiviteten (EER, Energy Efficiency Ratio) til venstre for illustrationen, hvor en høj EER giver et lavt elforbrug.

Kølingen af serverrummet kan ske alene med én af de 4 viste hovedprincipper, men i mange tilfælde vil en kombination af flere løsningsprincipper være at foretrække. Vi beskriver alle teknologierne i denne vejledning.

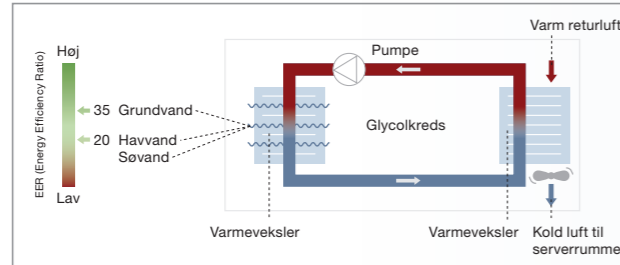
Figur 9: Serverrummets vigtigste komponenter og sammenhængen mellem varmebelastning og køling.

4 hovedprincipper for køling:

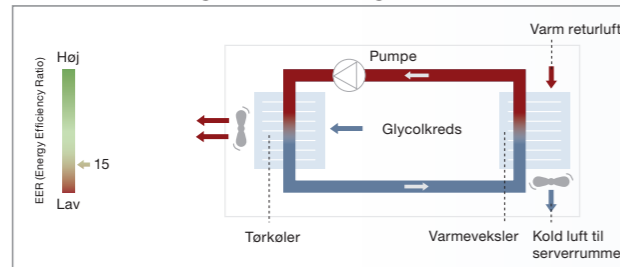
Direkte frikøling



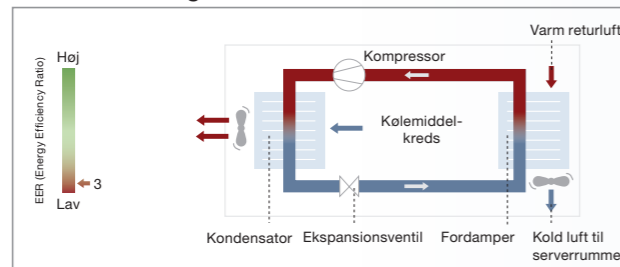
Indirekte frikøling med vandkøling



Indirekte frikøling med luftkøling

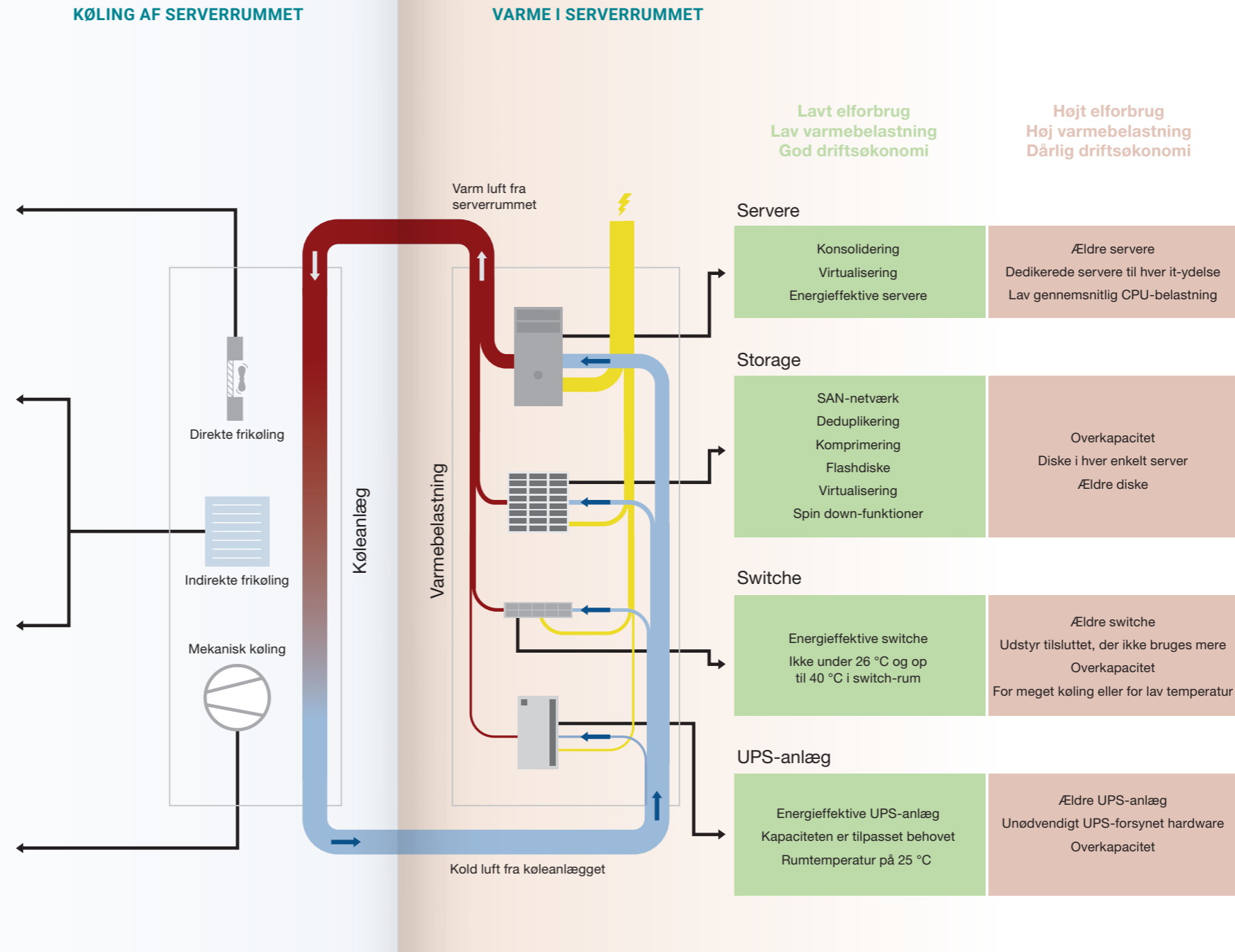


Mekanisk køling



KØLING AF SERRUMMET

VARME I SERRUMMET



Lavt elforbrug Lav varmebelastning God driftsøkonomi		Højt elforbrug Høj varmebelastning Dårlig driftsøkonomi	
Servere Konsolidering Virtualisering Energieffektive servere		Ældre servere Dedikerede servere til hver it-ydelse Lav gennemsnitlig CPU-belastning	
Storage SAN-netværk Deduplikering Komprimering Flashdiske Virtualisering Spin down-funktioner		Overkapacitet Diske i hver enkelt server Ældre diske	
Switche Energieffektive switche Ikke under 26 °C og op til 40 °C i switch-rum		Ældre switche Udstyr tilsluttet, der ikke bruges mere Overkapacitet For meget køling eller for lav temperatur	
UPS-anlæg Energieffektive UPS-anlæg Kapaciteten er tilpasset behovet Rumtemperatur på 25 °C		Ældre UPS-anlæg Unødvendigt UPS-forsynet hardware Overkapacitet	

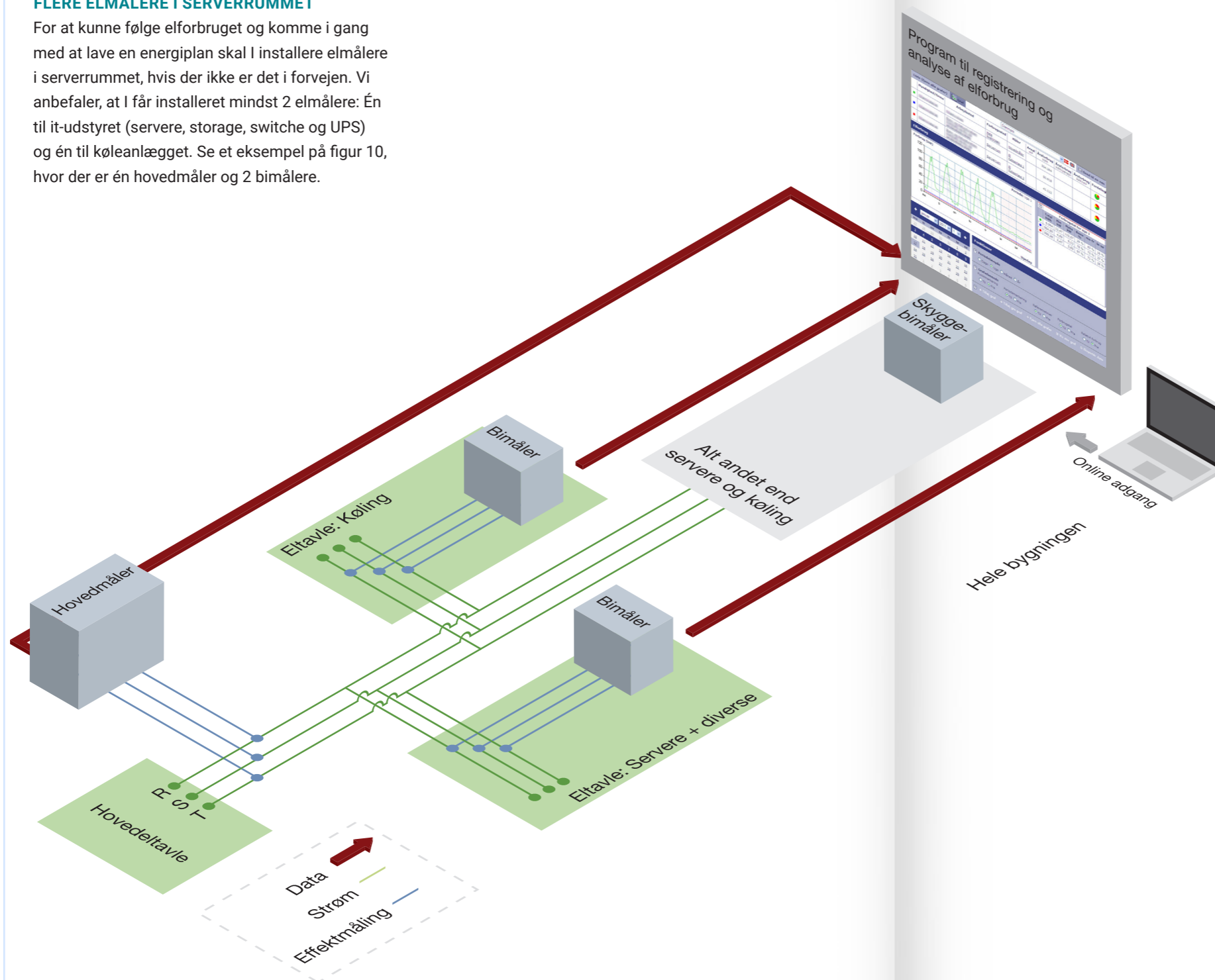
Sæt elmålere op, og find ud af, hvor I kan spare

Vil I gøre en stor indsats for at skære elforbruget ned, bør I have flere elmålere opsat i serverrummet og løbende følge elforbruget.

FLERE ELMÅLERE I SERVERRUMMET

For at kunne følge elforbruget og komme i gang med at lave en energiplan skal I installere elmålere i serverrummet, hvis der ikke er det i forvejen. Vi anbefaler, at I får installeret mindst 2 elmålere: Én til it-udstyret (servere, storage, switche og UPS) og én til køleanlægget. Se et eksempel på figur 10, hvor der er én hovedmåler og 2 bimålere.

Hvis det ikke er muligt at installere 2 elmålere, bør I som minimum installere én ud over hovedmåleren, som måler serverrummets elforbrug for køling, servere og diverse udstyr.



Tjekliste for elmålerne:

- Tjek, hvor målestederne bør være i installationen, evt. sammen med en elinstallatør – herunder:
 - Kan målerne monteres i eksisterende tavler, så I undgår ekstra montage-kasser?
 - Er det nødvendigt at ændre i installationen for at kunne måle det ønskede elforbrug?
 - Kan I få lov til at slukke for dele af serverrummet, mens målerne bliver installeret?
 - Kan I nøjes med direkte måling og undgå måletransformere, som er nødvendigt ved stort elforbrug?
- Vælg typegodkendte elmålere med dataopsamling og datakommunikation, som kan bruges sammen med jeres system eller et DCIM-system.
- Få installeret elmålerne af en autoriseret elinstallatør.

Figur 10: Eksempel på installation af ekstra elmålere (bimålere) og opsamling og visning af elforbrug. Skyggebimåleren er en sum af bimåler for køling og bimåler for servere.

Få styr på serverrummets udstyr, og tjek, om der er overflødigt udstyr

Det kræver overblik over udstyret og ydelserne at vurdere, om I har for meget kapacitet, og om der er udstyr, I ikke har brug for. I har også brug for overblikket, hvis I skal i gang med at virtualisere og konsolidere.

Det kan ske med en simpel liste over udstyret eller med et mere avanceret system i form af DCIM - Data Center Infrastructure Management.

SIMPEL OVERSIGT

En simpel oversigt kan f. eks. indeholde:

- Id-nummer for enheden
- Producent, model og serienummer
- Installeret software
- Funktion
- Alder
- Gennemsnitlig belastning
- Elforbrug
- Andre driftsparametre

Hvis I allerede har et managementsystem, så brug det. Ellers opret oversigten i et regneark, database, intranet eller lignende. Brug det også som logbog over ændringer, og husk løbende at opdatere oversigten.

DCIM – DATA CENTER INFRASTRUCTURE MANAGEMENT

DCIM er en forkortelse for Data Center Infrastructure Management, som er et princip for løbende at få et overblik over it-udstyr, elforsyning, elforbrug og køling for serverrum og store datacentre. Det giver også mulighed for at styre serverrummet optimalt ved at få vist konsekvenser af ændringer, før de bliver gennemført.

Data analyseres med det samme, som de indsamles, hvilket giver den it-ansvarlige mulighed for hele tiden at følge med i, hvordan serverrummet har det.

DCIM består af software, som indsamler data fra udstyret og elmålere, hvorefter det behandler dataene og viser nøgletal og andet vigtigt med diagrammer og tegninger.

Et typisk DCIM-system består af:

- DCIM Energy Management System: Denne del opsamler elforbrug fra elmålerne i serverrummet. PUE og andre nøgletal kan beregnes løbende, så I hele tiden kender energieffektiviteten af serverrummet.
- DCIM Environment Management System: Denne del opsamler f.eks. temperatur, luftfugtighed, effektmåling, spændingsmåling og meget mere.
- DCIM Capacity and Change Management System: Denne del giver overblik over udstyr og placeringer. Systemet kan foreslå, hvor en ny server skal placeres i forhold til strømfordelingen, pladsen i rackskabene, kølekapacitet og kabling. I kan se konsekvenser af ændringer i systemet, før I faktisk gennemfører ændringerne.

OVERFLØDIGT UDSTYR

Med overblikket over udstyret finder I måske ud af, at der er udstyr, som ingen bruger eller sjældent bruger. Udstyr, som ingen bruger, kan I selvfølgelig slukke og fjerne.

Hvis der er serverudstyr, som I sjældent bruger, så overvej, om I kan flytte ydelserne til en virtuel server. Hvis det er storage-udstyr med data, som I ikke bruger meget, kan de måske flyttes til backupbånd. Andet udstyr kan måske tændes og slukkes i takt med brugen.

Hvis I har servere, storage- og netværksudstyr, der kører på lav last, kan I muligvis omorganisere udstyret, så en del bliver udnyttet bedre, og resten fjernes.



Tjek serverrummets energieffektivitet

Brug nøgletal til at få et overblik over serverrummets energieffektivitet. I kan følge, hvordan det går med energieffektiviteten ved at måle elforbrug og beregne nøgletal med jævne mellemrum. I kan også sammenligne jer med andre serverrum.

Det mest brugte nøgletal er PUE (Power Usage Effectiveness). PUE er internationalt anerkendt og beskriver energieffektiviteten af især kølingen. PUE beregnes ved at dividere det samlede elforbrug i serverrummet med elforbrug til it-udstyret.

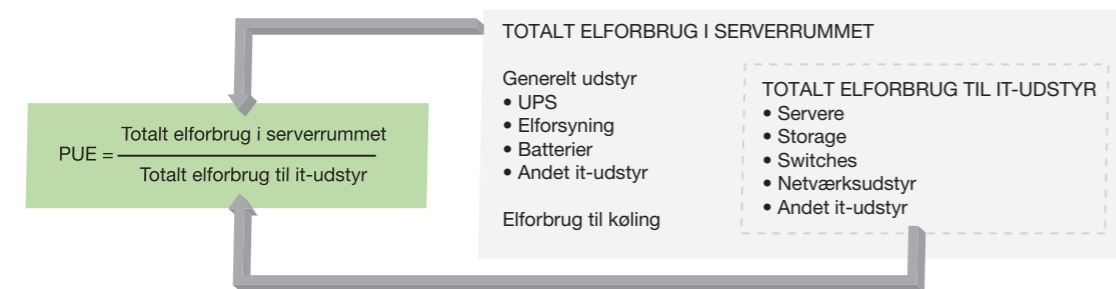
Hvis I har varmegenvinding eller bruger fjern-køling, er det mere korrekt at beregne NPUE (Net Power Usage Effectiveness), som dog ikke er så udbredt.

NPUE beregnes ved at dividere den totale netto-energistrøm til og fra serverrummet med den totale energi til it-udstyr.

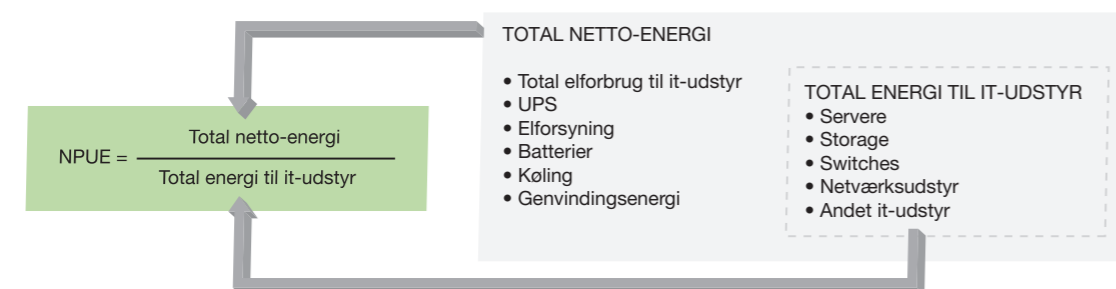
BEREGNING AF PUE OG NPUE

PUE beregnes som vist i figur 11 og NPUE som vist i figur 12.

Netto-energiforbruget beregnes ud fra det totale elforbrug til hele serverrummet plus tilført køleenergi (f.eks. som koldt vand) divideret med virkningsgraden for produktion af køleenergien minus overskudsvarme fra serverrummet, som bliver brugt andre steder, divideret med COP. COP er en forkortelse for Coefficient Of Performance, som beskriver, hvor effektivt varmen genvindes. For en varmepumpe vil værdien f.eks. typisk være 4.



Figur 11: Beregning af nøgletallet PUE (Power Usage Effectiveness).



Figur 12: Beregning af nøgletallet NPUE (Net Power Usage Effectiveness).

PUE og NPUE viser, hvor effektivt serverrummet er i forhold til elforbrug til køling og diverse udstyr. Det viser ikke, hvor effektivt it-udstyret arbejder, hvilket der endnu ikke findes noget simpelt nøgletal for.

For at kunne beregne PUE skal I kunne måle elforbrug for it-udstyr og for hele serverrummet. For at beregne NPUE skal I også måle energistrømme f.eks. i form af leveret fjernkøling.

Hvis I også måler elforbruget til køling separat, kan I beregne effektiviteten af køleanlægget, EER (Energy Efficiency Ratio), ved at dividere det totale elforbrug i serverrummet med det totale elforbrug for køleanlægget. I kan sammenligne med leverandørens garanterede effektivitet og se, om køleanlægget kører optimalt.

Beregningseksempel for PUE og NPUE for et serverrum med varmegenvinding

El til it-udstyr	25 kW
El til varmepumpe	6,25 kW
UPS-tab	1,25 kW
Belysning (10 % af tiden)	0,2 kW
Varmegenvinding	68.250 kWh
Opvarmingsperiode	1. oktober til 31. marts
COP på varmepumpe	4

$$PUE = \frac{32,5 \text{ kW} \times 8.760 \text{ h} + 0,2 \text{ kW} \times 876 \text{ h}}{25 \text{ kW} \times 8.760 \text{ h}} = 1,30$$

$$NPUE = \frac{32,5 \text{ kW} \times 8.760 \text{ h} + 0,2 \text{ kW} \times 876 \text{ h} - \frac{68.250 \text{ kWh}}{4}}{25 \text{ kW} \times 8.760 \text{ h}} = 1,22$$



Opnå de helt store elbesparelser ved at virtualisere og konsolidere servere og serverrum

Virtualisering og konsolidering af servere er en af de mest effektive metoder til at gøre driften både mere sikker og meget elbesparende.

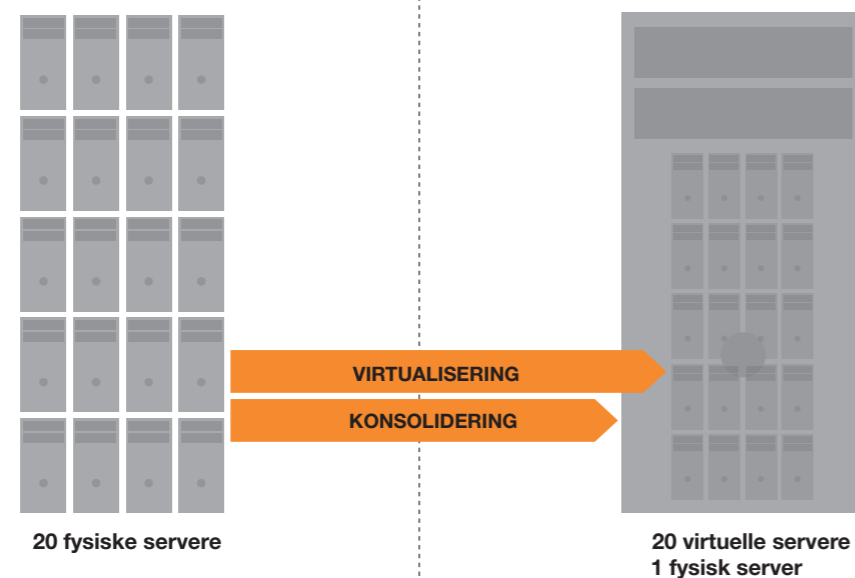
Det sker ved at omdanne indholdet af en fysisk server til en virtuel server. Derefter kan mange virtuelle servere lægges ind på én fysisk server. Hver virtuel server kører uafhængigt af de andre. Ofte kan der være 20 til 40 virtuelle servere på én fysisk server afhængigt af funktionen af de virtuelle servere og størrelsen af den fysiske server.

Den gennemsnitlige belastning for en server kan med virtualisering typisk hæves fra 5-15 % til 60-80 %. Elforbruget for den fysiske server stiger, men da antallet af fysiske servere falder kraftigt, vil det

samlede elforbrug for serverrummet også falde. I sparer også på elforbruget til køleanlægget, fordi serverne afgiver langt mindre varme.

Serverdriften bliver mere sikker, da det er nemmere at lave backup og gendanne fra backup og nemmere give ekstra CPU- og RAM-ressourcer til krævende programmer. Serverrummet behøver ikke at være så stort, fordi der er langt færre fysiske servere.

Figur 13 viser et eksempel på, hvad man kan spare ved at konsolidere 20 fysiske servere til én. Den årlige elregning bliver skåret ned med 49.000 kWh, hvilket svarer til omkring 85.000 kroner om året. CO₂-udsendelsen bliver 22 ton mindre.



		Før konsolidering	Efter konsolidering	Besparelse
Gennemsnitlig belastning pr. server	%	5-8	60-100	
Elforbrug pr. server	W	220	500	
Totalt elforbrug til servere	kWh/år	38.500	4.400	34.100
Totalt elforbrug til køling	kWh/år	16.500	1.900	14.600
Totale omkostninger til el	kr./år	96.300	11.000	85.300
Total CO ₂ -udledning	ton/år	25,3	2,9	22,4

Figur 13: Eksempel på at samle 20 fysiske servere på én server og spare 85.000 kroner pr. år. De farvede søjler viser før- og efterværdier for en række nøgleparametre.

OGSÅ TIL SMÅ VIRKSOMHEDER

Selv om jeres virksomhed er lille, kan I alligevel bruge virtualisering som alternativ til at købe en ekstra server. Hvis I har behov for ekstra servere eller allerede har et par servere, så overvej at virtualisere. Så kan I klare jer med en enkelt fysisk server og ofte den, I har i forvejen.

Hvis I har behov for meget hurtig opetid efter nedbrud af en fysisk server, kan det dog være nødvendigt med 2 servere.

KONSOLIDERING AF SERVERRUM

En anden form for konsolidering er på serverniveaue, hvor flere serverrum lægges sammen til et enkelt. Ud over elbesparelsen og den mere sikre drift kan I også spare transport for it-afdelingen, hvis serverrummene nu ligger spredt på mange adresser.

I sparer typisk også plads, da serverrummene ofte fylder langt mindre efter sammenlægning.

KOM I GANG MED VIRTUALISERING

Virtualisering af alle serverne kan være en stor opgave, og den skal planlægges ordentligt. Her er vores forslag til, hvordan I kommer i gang:

1. Start med at danne et overblik over den nuværende it-infrastruktur og belastning af de enkelte komponenter. Tjek storage-forbrug og CPU- og netværksbelastning.
2. Skab overblik over alle applikationerne. Undersøg, om de kan køre på en virtuel server. Hvis ikke, kan applikationen måske opgraderes. Ellers må applikationen køre videre som nu.
3. Overvej jeres behov de næste par år, og om I har brug for at udvide eller indskrænke serverydelse. Vil I f.eks. bruge flere cloud-ydelser fremover og reducere behovet for egne servere?
4. Overvej, om I kan have fordel af at virtualisere brugercomputerne, så brugerne arbejder på virtuelle computere på serveren. I bør dog samtidig skifte brugernes computere til tynde klienter (terminalcomputere) for at spare strøm.
5. Få hjælp fra producenterne af virtualiseringssoftware eller uafhængige konsulenter til at analysere eksisterende servere og applikationer. Eller brug producenternes onlineværktøjer til at beregne totaløkonomi, der kan give et fingerpeg om den økonomiske gevinst.
6. Vurder, om køling og indretning er tilstrækkelig. Når I går over til større servere med kraftigere belastning, stiger varmeafgivelsen for de enkelte servere. Den samme serverplads i et rack kræver derfor mere køling end tidligere, hvilket I skal tage højde for. Se mere om indretning og køling på side 30.
7. Undersøg, hvilke nye og energieffektive fysiske servere I skal købe. Se vores anbefalinger på side 22.
8. Når analysen er færdig, så lav en plan for virtualiseringen. Start med enkelte servere for at få erfaring. Planlæg samtidig, hvordan I kommer af med det unødvendige hardware i takt med virtualiseringen.

Køb energieffektivt, og få billigere serverdrift

Serverne er kernen i serverrummet, og de betyder mest for elforbruget. Derfor kan det godt betale sig at bruge tid på at vælge de mest energieffektive typer ud fra behovet.

VALG AF ENERGIEFFEKTIVE SERVERE

EU stiller mindstekrav til effektiviteten af strømfor- syningerne i servere, der bliver solgt i EU. Kravene er dog ikke ret skrappe, så det kan godt betale sig at stille flere energikrav. Nye EU-krav til effektivite- ten af servere og storage-udstyr er på vej, som vil fjerne de mindst effektive produkter fra markedet.

Først og fremmest bør I vælge servere, som opfyl- der de nyeste Energy Star-krav. Dem kan I finde her: www.energystar.gov/products/specs. Brug evt. indkøbsanbefalingerne på SparEnergi.dk, de tager udgangspunkt i Energy Star. Dem kan I finde her: www.sparenergi.dk/offentlig/vaerktoejer/indko- ebsanbefalinger

Dernæst bør I gå efter servere, der har de laveste samlede omkostninger over levetiden, hvor I med- regner både købsprisen og de årlige elforbrugs- omkostninger.

I kan beregne det årlige elforbrug ved hjælp af målemetoden SERT, der giver en gennemsnitlig watt-belastning, og gange med antal timer, serve- ren arbejder om året – som regel 8.760 timer, som er alle årets timer. SERT (Server Efficiency Rating Tool, se www.spec.org/sert) er en international teststandard for måling af serveres energieffekti- vitet.

Derudover anbefaler vi følgende krav ved indkøb af servere:

- Vælg løsning i forhold til behovet.
Overvej blandt andet:
 - Virtualisering, hvor I kan nøjes med få fysiske servere ved at have mange virtuelle servere på den samme fysiske server.
 - Flere funktioner på samme server, hvor I f.eks. kan have mailserver, filserver, Active Directory, DNS og backupsystem.

- Servertype, hvor rack-servere er den mest energieffektive løsning, hvis der kun er behov for få servere (op til omkring 10-12). Blade- servere er ofte de mest effektive, hvis I skal bruge flere servere.
- Videregående energikrav: Overvej at stille vide- regående energikrav end Energy Star-kravene. Bed leverandøren oplyse servernes energieffektivitetstal målt efter SERT, og vælg servere med lavest elforbrug i forhold til den ønskede ydelse.
- Lavenergitilstande: Vælg servere, der understøt- ter så mange lavenergitilstande som muligt. I lavenergitilstande går hele serveren eller kom- ponenter ned på et lavere aktivitetsniveau med lavere elforbrug.
- Servere uden diske: Spar omkring 50 watt pr. server ved at bruge storage-systemer og ikke have diske i serverne. Storage bruger typisk store og energieffektive diske.
- Temperaturkrav: Vælg systemer, der kan bruges op til mindst 26 °C. Så behøver køle- anlægget ikke at køle så meget.

ENERGIEFFEKTIV DRIFT AF SERVERE

Sådan sikrer I jer, at serverne kører mest energi- effektivt:

- Sluk ubrugte servere: Tjek, at I ikke har servere, som ikke længere bliver brugt. Det ser man ofte i serverrum. Sluk dem, og skrot dem evt.
- Indstil strømstyringen: Sørg for, at strømsty- ringen af processorer, diske m.v. er indstillet til maksimal strømbesparelse under hensyntagen til funktionen.
- Rens udblæsning og indsugning: Tjek af og til, at servernes indsugning og udblæsning ikke er støvet til eller blokeret med ledninger.

Vi skaber flere og flere data – hvordan lagrer vi dem energieffektivt?

Mængden af data i virksomhederne og det offent- lige vokser konstant. Det kræver større storage- systemer og dermed voksende elforbrug, hvis I ikke gør noget ved det.

Heldigvis er der mange muligheder. Der findes nu måder at lagre data på, som gør, at de fylder mindre, så behovet for lagerkapacitet bliver mindre. Der er desuden udviklet en måde at måle elforbru- get på, så man kan sammenligne, hvad det koster at drive storage-systemerne, og Energy Star-krav er på vej.

Storage-systemer er kabinetter med lagermedier og styringselektronik, som supplerer eller erstatter diskene i serverne.

VALG AF ENERGIEFFEKTIVE STORAGE-SYSTEMER

I bør først og fremmest vælge storage-systemer, som opfylder de nyeste Energy Star-krav. Find dem her: www.energystar.gov/products/specs. Brug evt. indkøbsanbefalingerne på SparEnergi.dk, de tager udgangspunkt i Energy Star.

Dernæst bør I gå efter storage-systemer, der har de laveste samlede omkostninger i hele levetiden, hvor I medregner både købsprisen og de årlige elforbrugsomkostninger.

I kan beregne det årlige elforbrug ved hjælp af målemetoden SNIA Emerald, der giver en gennem- snitlig watt-belastning, og gange med antal timer, serveren arbejder om året – som regel 8.760 timer, som er alle årets timer. SNIA (Storage Networking Industry Association) er en brancheorganisation for storage, og de har udviklet en målemetode for elforbruget, se www.snia.org/emerald.

Derudover anbefaler vi følgende krav ved indkøb af storage:

- Videregående energikrav: Vil I gå mere i dybden med energikravene og sammenligne elforbrug

af storage-systemer, så brug SNIA's målem- etode for elforbruget, se ovenover.

- Energieffektive lagermedier: SSD-diske (Solid State Drive) er meget mere energieffektive end mekaniske diske, men koster dog også en del mere. 2,5 tomme diske er mere energieffek- tive end 3,5 tomme diske, og de fylder også mindre. Store diske med lavere hastigheder og pro- tokoller som SAS, SATA og FATA er typisk mest energieffektive pr. GB sammenlignet med andre diske. Båndlagring er meget energi- effektivt for langtidslagring af data, som sjældent bruges.
- Understøttelse af datapolitik: Storage-systemet bør understøtte Automated Storage Tiering eller tilsvarende, der gør, at data kan klassificeres og flyttes mellem storage-typerne i forhold til, hvor hurtigt I skal kunne hente dataene.
- Lavenergitilstande: Vælg storage, som under- støtter, at systemet og diskene går i lavenergi- tilstand i tomgangsperioder.
- Kapacitetsoptimering: Vælg systemer med kapacitetsoptimering som deduplikering og komprimering. Deduplikering kan reducere datamængden med 90 %. Det sker ved, at hver fil kun fylder som én fil i storage, selv om den ligger mange steder på drevene og i medarbejd- ernes mailbokse. Desuden gemmer backup kun ændringer til filerne og ikke de komplette filer. Ved komprimering fylder dataene kun omkring halvdelen. Der findes også andre kapacitets- optimeringsmetoder.
- Temperaturkrav: Vælg systemer, som kan bruges op til mindst 26 °C.

DRIFT AF STORAGE-SYSTEMER

Hvis I allerede har storage-systemer og ikke har behov for at skifte dem ud, kan I i mange tilfælde stadig bruge en del af rådene ovenover. Især de nederste 3 punkter. I nogle tilfælde kan I også vælge energieffektive lagermedier ved udskiftning.

Styr på netværket med mindst muligt elforbrug

Netværksudstyr består hovedsageligt af switches og routere i serverrummet og rundt om kontorbygningen.

I bør først og fremmest vælge netværksudstyr, som opfylder de nyeste Energy Star-krav. Find kravene her: www.energystar.gov/products/specs. I kan også gøre noget ved det nuværende udstyr, så det bruger mindst muligt. Mange steder har netværksudstyret det samme elforbrug døgnet og året rundt uanset belastningen, men sådan behøver det ikke at være.

VALG AF ENERGIEFFEKTIV NETVÆRKSUDSTYR

Gå efter netværksudstyr, der har de laveste samlede omkostninger i hele levetiden, hvor I medregner både købsprisen og de årlige elforbrugsomkostninger.

I kan bede leverandøren om at oplyse elforbruget målt efter Energy Stars målemetode for større netværksudstyr (Large Network Equipment, hent på www.energystar.gov/products/specs), hvor I kan vælge at bede om elforbruget ved konfiguration af alle porte eller halvdelen af portene. I får elforbrugstal ved fuld belastning, lav belastning og meget lav belastning, og I kan danne et vægtet gennemsnit ud fra jeres typiske belastningsprofil. Det årlige elforbrug beregner I ved at gange elforbruget i kW med antal timer, udstyret arbejder om året – som regel 8.760 timer, som er alle årets timer.

Derudover anbefaler vi følgende krav ved indkøb af netværksudstyr:

- **Vælg løsning i forhold til behovet:** Afklar jeres behov, og køb ikke større eller flere enheder, end I har behov for. Udvid eller indskrænk antallet efter jeres aktuelle behov, og husk at lukke tomme positioner i racks og lukke huller efter kabler, som I fjerner. Ellers går det ud over kølingens effektivitet.
- **Lavenergitilstande:** Gå efter udstyr, som understøtter standarden Energy Efficient Ethernet (IEEE802.3az), som sikrer, at elforbruget falder

ved lav belastning af netværksudstyret.

- **Automatisk sluk af ubrugte porte:** Vælg switches, som automatisk afbryder ubrugte porte eller i hvert fald sætter dem i en lavenergitilstand med lavere elforbrug.
- **Temperaturkrav:** Vælg netværksudstyr, der kan bruges op til mindst 26 °C, som vi generelt anbefaler som højeste temperatur i serverrummet. Så behøver køleanlægget ikke at køle så meget.
- **Ingen køling uden for serverrummet:** Sørg for, at netværksudstyr placeret rundt om i bygning-en kan klare sig uden køling.

ENERGIEFFEKTIV DRIFT AF NETVÆRKSUDSTYR

Sådan sikrer I jer, at netværksudstyret kører mest energieffektivt:

- **Sluk ubrugte switches og routere:** Hvis I fjerner dem fra racks, så husk at lukke de tomme positioner.
- **Indstil power management:** Sørg for, at power management er indstillet til maksimal strøm-besparelse under hensyntagen til funktionen. Tjek også, at switchene slukker for ubrugte porte, hvis de kan.
- **Sluk uden for arbejdstiden:** Tjek, om der er lokale switches i bygningen, som I kan slukke uden for arbejdstiden. Hvis I har udstyr, der trækker strøm fra nettet med "Power over Ethernet", sikrer I dermed også, at de ikke bruger strøm uden for arbejdstiden. Nogle switches kan indstilles til at slukke og tænde på indstillede tidspunkter.
- **Switches i serverrum – ellers uden køling:** Hvis switches kræver aktiv køling, bør de placeres i serverrummet, hvor kølingen er indrettet til den mest energioptimale drift. Alternativt kan de placeres i bygningen – tjek, om placeringen kan ændres.
- **Udblæsning og indsugning:** Tjek af og til, at switchenes indsugning og udblæsning ikke er støvet til eller blokeret med ledninger.

Hvordan kan nødstrømmen blive mere energieffektiv?

UPS-anlægget sørger for at forsyne serverrummet med strøm ved strømnedbrud og derefter lukke serverne ned eller starte en nødstrømsgenerator. Anlægget kan også give serverrummet en strøm af højere kvalitet, da korte stigninger i spændingen (transienter) og elektrisk støj kan filtreres fra. UPS står for Uninterruptible Power Supply – uafbrydelig strømforsyning.

En UPS består typisk af batterier og elektronik. Elektronikken omformer vekselstrømmen fra elforsyningen til jævnstrøm, som oplader batterierne. Strøm fra batterier bliver derefter igen omformet til vekselstrøm på 230 eller 400 volt. Omformningerne og batterier giver tab på typisk 2-20 %. Tabet kan betragtes som UPS'ens elforbrug.

Større UPS-anlæg, der hurtigt skal give en stor strømstyrke, kan have energien lagret i et svinghjul.

VALG AF ENERGIEFFEKTIVT UPS-ANLÆG

I bør først og fremmest vælge UPS-anlæg, som opfylder de nyeste Energy Star-krav. De svarer til Energistyrelsens indkøbsanbefalinger. I kan dem finde her: www.energystar.gov/products/specs.

Dernæst bør I gå efter anlæg, der har de laveste samlede omkostninger i hele levetiden, hvor I medregner både købsprisen og de årlige elforbrugsomkostninger. Beregn elforbruget ved at gange elforbruget, der går gennem UPS'en, med tabet i %.

Derudover anbefaler vi følgende krav ved indkøb af UPS-anlæg:

- **Vælg korrekt størrelse:**
 - Tjek, hvilke servere og storage-systemer, det er nødvendigt at sikre med UPS. Måske er det ikke alle. Jo flere systemer, der skal have UPS-strøm, desto større UPS og tab.
 - Find ud af, hvor lang tid UPS-anlægget skal kunne drive hardwaren. Længere tid kræver større UPS.
 - Hvis UPS-anlægget er for stort, arbejder det på lav belastning, hvilket giver større tab.
- **Vælg anlæg med bypass:** Overvej at købe UPS-systemer, som har mulighed for at sende strømmen uden om selve UPS-anlægget, når spændingskvaliteten er god nok. Det kaldes også bypass eller passiv standby. Virkningsgraden kan blive meget høj – omkring 99 %. Og brug funktionen, med mindre UPS-anlægget er tilsluttet meget kritiske it-systemer.
- **Overvej placering:** UPS-anlægget skal placeres uden for serverrummet, og batterierne må ikke placeres ved temperaturer over 25 °C, da de ellers kan tage skade af det.

Hvis I allerede har et UPS-anlæg og overvejer at skifte til et mere energieffektivt anlæg, kan I bede leverandøren om at oplyse effektiviteten af jeres nuværende anlæg. I kan så sammenligne med effektiviteten af et nyt anlæg.



Redundans er overkapacitet, som koster på elregningen, men giver sikkerhed

For kritiske serverydelser kan det være nødvendigt med redundans – det vil sige backup af serverydelse, harddiskplads, backup-elforsyning og køle-effekt. Redundans i serverrummet er med til at øge serverrummets robusthed over for nedbrud. Det kan være fra en server, der har 2 strømforsyninger indbygget, til parallelle servere, hvor den ene tager over med det samme, hvis den anden bryder ned.

Hvis I har for meget redundans, spilder I dyrt indkøbt energi. Ofte har udstyret stort set fuldt elforbrug, selvom det ikke er fuldt belastet eller måske endda kun kører i tomgang.

GENNEMGÅ JERES REDUNDANS

Gå igennem jeres serverrum og køleanlæg, og kortlæg, hvor I har redundans. Overvej hvert sted, om redundansen er nødvendig. Hvis ikke, så undersøg, om I kan fjerne den overflødige redundans.

Overvej, om serverrummets ydelser kan deles op i flere niveauer alt efter den enkelte ydelsesværdi for virksomheden og behovet for driftssikkerhed. Ved at tilpasse robustheden til driftssikkerheden kan I undgå overdimensionering.

For UPS-anlæg kan det f.eks. være nok, at anlægget kan levere strøm i den tid, det tager at lukke serverne forsvarligt ned. For mange virksomheder er det nok, fordi de alligevel ikke kan arbejde normalt under en strømafbrydelse.

Hvis I kan bruge modularitet i dimensioneringen og udbygningen af it-udstyr og forsyningsanlæg, kan I gøre energispildet mindre ved delast. En anden fordel er, at udstyret nemmere kan skiftes ud, og investeringer kan komme mere jævnt over tiden.

Med modularitet menes, at serverrummet udbygges i moduler, som giver mulighed for at tilføje eller fjerne ydelser efter behov. F.eks. findes der UPS-systemer, hvor man kan starte med en lille enhed og nemt udbygge til et større UPS-system.

TIER-KLASSER FOR DATACENTRE

Datacentre kan deles op i 4 klasser – kaldet tier – afhængig af datacentrets redundans og den forventede opetid. Tier 1 er det laveste niveau uden redundans og med en opetid, der svarer til, at datacentret er nede 29 timer om året. Tier 4 er det skrappeste niveau med meget redundans og en opetid, der svarer til, at datacentret er nede 26 minutter om året.

Få andre til at levere it-ydelserne

Før I ombygger eller investerer for store summer i serverrummet, så overvej, om dele af eller alle it-ydelserne med fordel kan udliciteres til et serverhotel eller en cloud-udbyder. Ved at gøre det bliver mange ting nemmere, og det kan vise sig også at være en økonomisk attraktiv løsning.

Overordnet set findes der 3 niveauer af outsourcete it-ydelser:

- Leje af fysisk plads hos et serverhotel, hvor I selv kommer med serverne, og hvor serverhoteller står for plads, indretning, el og køling af serverne.
- Leje af servere, storage og infrastruktur, hvor I lejer fysiske eller virtuelle servere og storage hos serverhotellet.
- Leje af applikationer, databaser, exchange-servere, web-servere m.v., f.eks. via en cloud computing-leverandør.

SERVERHOTELLER

Serverhoteller er en mulighed for at få jeres egne servere placeret hos en professionel udbyder, der varetager driften af servere, storage m.v. I overdrager derved ansvaret for køling og drift til en leverandør, der ofte har en professionel infrastruktur med høj effektivitet af køling, UPS-forsyning og generel sikkerhed.

Før I vælger at placere jeres it-udstyr hos et serverhotel, bør I sikre jer, at serverhotellet har fokus på energieffektive løsninger til infrastruktur, indretning og køling. I betaler selv for den el, som it-udstyr og køling bruger.

CLOUD COMPUTING

Ved cloud computing køber I retten til at bruge applikationer, som er tilpasset jeres behov. Det betyder, at I kun betaler for de ydelser, der bliver leveret på et givet tidspunkt. En cloud-løsning er meget fleksibel med mulighed for frit at skalere ydelserne. F.eks. kan I købe større kapacitet ved juletid til en webbutik.

En cloud-løsning betyder ofte, at de servere, der leverer it-ydelserne, er optimalt belastede, da den installerede kapacitet er tilpasset det antal kunder, som cloud-leverandøren har. Ved at vælge en cloud-leverandør sikrer du dig i mange tilfælde, at dine it-ydelser bliver leveret energieffektivt. Hvis du er i tvivl om, hvordan datacentret bliver drevet, så kontakt cloud-leverandøren.



Nyt serverrum – hvordan bliver det energieffektivt?

Projektering og ombygning af serverrum bliver nemt til et stort projekt. Hvis I så samtidig skal tage energieffektivitetskrav med, kan det blive uoverskueligt for mange. Men husk, at det er bedst og billigst at bygge energirigtigt fra starten af.

Vi giver her inspiration til, hvordan I kan komme igennem processen og få et nyt og meget energieffektivt serverrum. Husk at tage alle relevante parter med i en dialog: It-ansvarlige, bygnings-ansvarlige, rådgivere, hardwareleverandører m.v.

FASTLÆG BEHOVET GRUNDIGT

Start med at definere jeres behov. Tænk især på:

- Hvilken serverydelse har I brug for? Vil I fortsætte med samme antal medarbejdere, eller bliver I flere eller færre? Vil deres computer arbejde være som nu? Vælg et realistisk niveau for den nære fremtid, og lad være med at planlægge efter stor overkapacitet.
- Undgå for højt sikkerhedsniveau og opetid. Det kræver meget redundans og højere energiforbrug end nødvendigt.
- Overvej, om I selv skal levere alle serverydelserne, eller om noget skal dækkes af cloud-leverandører eller serverhoteller.

FASTLÆG ENERGIKRAVENE

Start med at lægge niveauet fast for energiforbruget. Går I efter et meget lavt energiforbrug, hvor det tager længere tid at betale investeringerne tilbage, eller går I efter mindre skrappe krav?

Stil krav og energikrav til:

- Indkøb af alt it-udstyr
- Placering og indretning af serverrummet
- Køling
- Overordnet PUE (Power Usage Effectiveness), dvs. elforbrug for hele serverrummet divideret med elforbrug for it-udstyret

Energikravene skal med i et udbud. Enten som minimumskrav, som skal opfyldes, eller som tildelingskriterier, hvor de mest energieffektive får flere points i forhold til de mindst energieffektive. Det kan også være en kombination.

OVERVÅG BYGGEPROCESSEN

Det er vigtigt, at I overvåger byggeprocessen for at sikre, at energikravene bliver overholdt. Det gælder f.eks. både, at indretningen bliver som ønsket, og at PUE bliver som lovet. Overvågningen kan ske med en lille energigruppe – f.eks. med en it-ansvarlig og en energiansvarlig, som tjekker opbygningen undervejs.

Høj temperatur giver lavere elforbrug

Valg af temperatur og fugtighed af køleluften betyder meget for køleanlæggets elforbrug. Vores anbefalinger er:

- **Temperatur:** Køleluft til serverne bør være 23-26 °C og tættest muligt på 26 °C. Evt. højere, hvis jeres udstyr kan klare det. Temperaturen bør ikke variere med mere end 1,5 °C pr. time.
- **Luftfugtighed:** Serverne har et funktionsområde på 20-80 % i relativ luftfugtighed, og den optimal drift er ved 45-55 %.
- **Luftfilter:** Hvis I bruger udeluft til direkte køling, så skal luften gå igennem et filter først.

Tjek også udstyrsproducenternes krav til luftkvaliteten.

TEMPERATUR

For at sikre en høj driftssikkerhed på it-udstyret og samtidig give mulighed for høj energieffektivitet på køling af serverrummet anbefaler vi, at køleluften til it-udstyret ligger på 23-26 °C, hvor 26 °C eller højere vil give den bedste driftsøkonomi. Desuden anbefaler vi, at temperaturen ikke varierer med mere end 1,5 °C pr. time, da det giver færre fejl på udstyret.

Temperaturen af køleluften til serverne bør ikke i længere tid være over 35 °C. Som tommelfingerregel gælder det, at MTBF (Mean Time Between Failures) falder med 3-7 % for hver grad, temperaturen er over 26 °C. MTBF falder tilsvarende, hvis temperaturen kommer under 19 °C. Følg leverandørernes anbefalinger.

LUFTFUGTIGHED

Den relative luftfugtighed er også en vigtig parameter for at have en høj MTBF. Luftens elektriske ledningsevne stiger i takt med indholdet af vand i luften. En høj relativ luftfugtighed vil derfor være med til at gøre risikoen for statisk elektricitet mindre.

Statisk elektricitet kan skade det elektriske udstyr. Risikoen er dog lille ved jording af udstyr og personale. Bliver den relative luftfugtighed for høj, vil der være risiko for kondens på kolde overflader, som kan give korrosion på metaldele og fejl i elektronikken. Risikoen er dog lav, da serverrummet er et varmt sted, hvor indsugningsluften næsten altid opvarmes.

For at serverne kan fungere, skal den relative luftfugtighed ligge i intervallet 20-80 %, men serverne vil have den bedste ydeevne og længste levetid med en relativ luftfugtighed på 45-55 %.

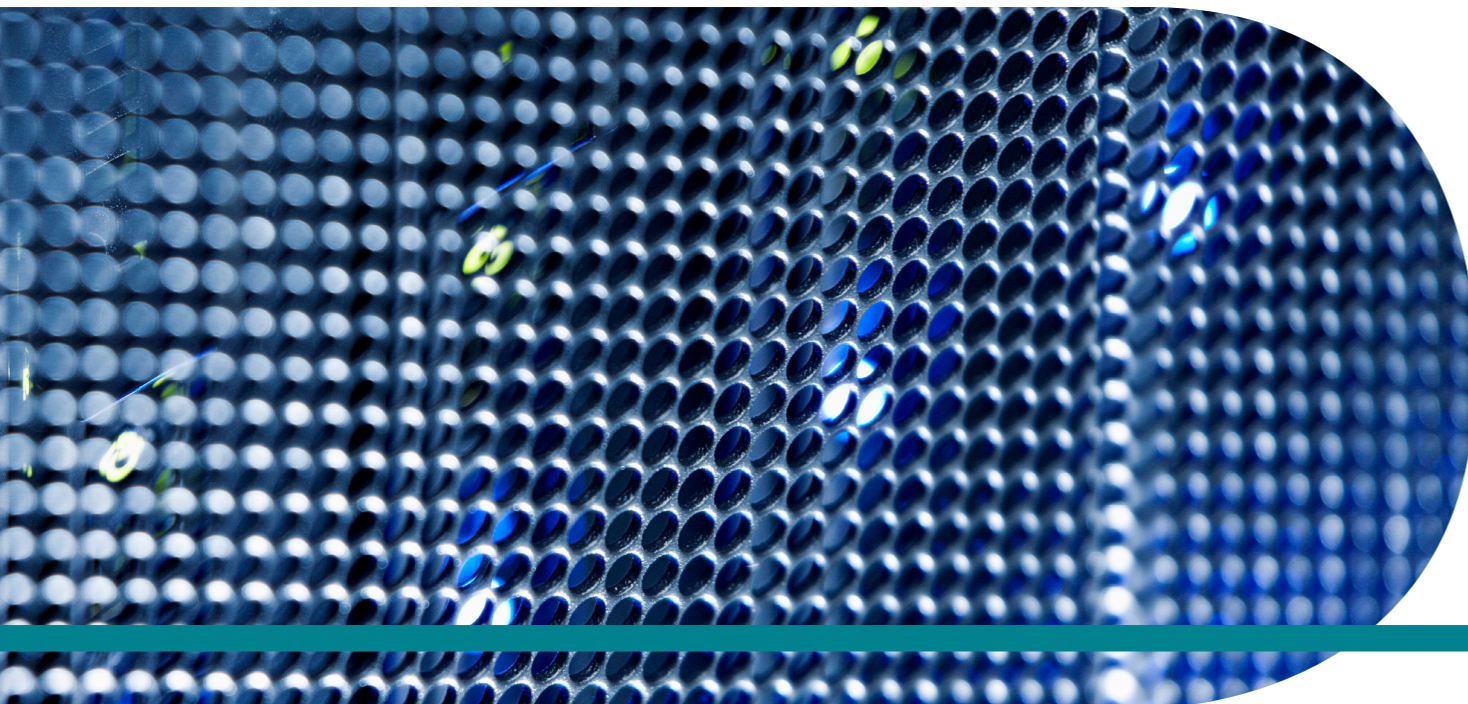
LUFTKVALITET

Hvis I bruger udeluft til køling, er det i de fleste tilfælde nødvendigt at filtrere luften, så støv og snavs i luften ikke blæses ind i serverrummet og ødelægger udstyret.

Vi anbefaler, at udeluften filtreres igennem et finfilter klasse F7, men finere filtre kan være nødvendige afhængig af udeluftens partikelindhold. Et klasse F7-filter udskiller hovedparten af større partikler, støv og sporer.

Luft, der cirkulerer internt i serverrummet, behøver ikke at blive filtreret, med mindre lokale forhold gør det nødvendigt.

Jo finere filteret er, jo større tryktab er der over det, og jo større elforbrug går til at transportere luften igennem. Brug derfor ikke filtre, der er finere end nødvendigt.



Rigtig indretning af serverrummet giver lavt energiforbrug og høj driftssikkerhed.

Indretning af serverrummet betyder meget for, hvor meget køling I skal bruge for at fjerne varmen, og dermed hvor meget el I skal bruge til køleanlægget.

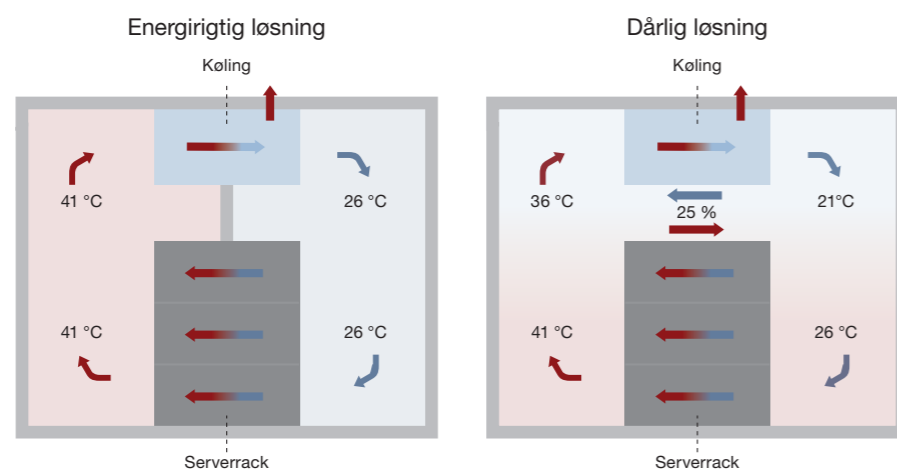
Det vigtigste princip for energieffektiv indretning er, at den kolde luft så direkte som muligt blæses ind omkring komponenter i serverne, storage-udstyret og andet, der har behov for køling. Den kolde luft ind i serverne og den varme luft ud af serverne må ikke bliver blandet.

Derudover er det vigtigt, at indretningen gør det muligt at bruge frikøling, og at der ikke er varmekilder i serverrummet, som ikke behøver køling.

DYRT AT BLANDE KOLD OG VARM LUFT

I figur 14 viser vi et eksempel på, hvor meget det kan koste på elregningen at blande kold og varm luft. Hvis en fjerdedel af den varme luft bliver blandet med den kolde luft, bliver køleanlægget nødt til at køle til 22 °C, for at luften til rackene ikke kommer over 26 °C. Det koster 15-20 % mere i elforbrug afhængigt af, om køleanlægget har frikøling eller ej.

I kan heller ikke bruge så meget frikøling, hvis temperaturen fra køleanlægget er lav.



Figur 14: Eksempel på, hvad det koster i ekstra elforbrug, når kold og varm luft blandes. Den energirigtige løsning er til venstre, hvor køleanlægget køler den varme luft fra serverne til 26 °C. Til højre er den dårlige løsning, hvor en fjerdedel af den varme luft bliver blandet med den kolde luft. Køleanlægget skal her køle til 21 °C, hvilket koster 15-20 % ekstra i el.

I det følgende kan I læse, hvad I kan gøre ved jeres nuværende serverrum. Derefter gennemgår vi de energieffektive principper, I bør følge, hvis I skal bygge nyt eller bygge om.

FORBEDRING AF NUVÆRENDE SERVERRUM

Selv om I ikke har planer om et nyt serverrum, kan der alligevel være områder, I kan forbedre.

Kold luft direkte til it-udstyret

Luften skal gå direkte igennem servere, storage og andet it-udstyr, der skal køles, uden forhindringer, og uden at den kolde luft går udenom. Ellers skal luftmængden være højere, og lufttemperaturen lavere end nødvendigt.

I bør tjekke, at:

- Der er blændplader foran tomme huller i rackene.
- Luften ikke går fra én server til anden. Ellers skal lufttemperaturen være meget lav, for at den sidste server bliver kølet nok.
- Alle kabelgennemføringer gennem teknikgulv og -loft og inde i raket fra forside til bagside er stoppede til.
- Der ikke hænger kabler eller andet foran serverne.

- Luften ikke går ind mellem stativ og sidepaneler.
- Pakninger og tætningslister på døre og låger er tætte.
- Nye eller flyttede racks står præcist i forhold til indblæsningsriste i gulvet.
- Luftfiltrene er rene. Tilstoppede filtre kræver ekstra strøm til ventilatoren, for at den kan yde det samme som med rene filtre.

Hvis noget ikke er, som det skal være, så få det udbedret. Bagefter kan I justere luftmængden ned og temperaturen op. Se korrekt og forkert indretning i figur 15.

Varmekilder i serverrummet

Undgå, at der kommer varme i serverrummet fra andet end it-udstyret.

I bør tjekke, at:

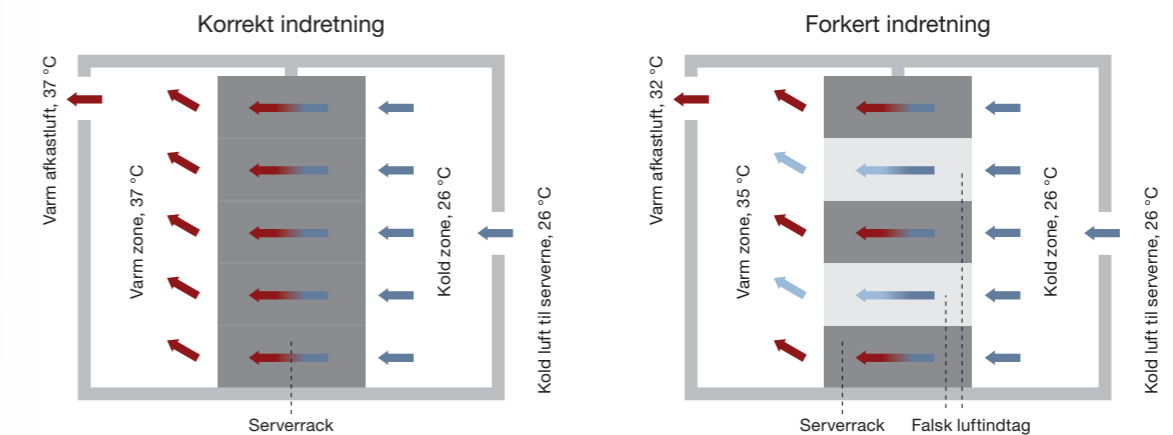
- Der ikke kommer sol ind gennem vinduer. Hvis der er vinduer, så sæt solfilm på ruden, eller sæt udvendig solafskærmning på.

- Der ikke er varmekilder i rummet, der ikke har brug for køling. Tjek om UPS og switche behøver køling eller evt. kan flyttes uden for rummet. Især for serverrum i mindre virksomheder sker det, at rummet bliver brugt til andet, og der derfor også står kopimaskiner, printere, computere, kaffemaskiner m.v. i rummet.
- Evt. varmerør gennem serverrummet er godt isoleret, og at radiatortermostater er skruet helt ned.
- Der ikke kommer varm luft ind fra lokaler ved siden af serverrummet.
- I slukker lyset, når ingen er i rummet eller har automatisk slukning af lys installeret.

INDRETNING AF SMÅ SERVERRUM

Hvis I kun har et enkelt rack eller enkelte servere, kan I måske undgå helt at investere i et køleanlæg. Hvis I holder øje med temperaturen, kan I sagtens manuelt sørge for at holde temperaturen nede.

Start med at følge rådene om at undgå andre varmekilder i rummet.



Figur 15: Ved den korrekte indretning går al kold luft gennem serverne. Ved den forkerte indretning går noget af den kolde luft igennem huller i raket uden at blive udnyttet.

Når det bliver varmt, kan I bruge en simpel form for frikøling ved at åbne et vindue. I kan også have en ventilator på et vindue eller en ventilations-skakt. Luften skal komme fra et sted, der er koldere end serverrummet. Den indblæste luft skal helst filtreres.

Husk, at luften skal kunne komme ud af rummet igen, så I skal måske have huller i døren til serverrummet. Den varme luft kan måske bruges til at opvarme et andet rum.

VALG AF STED FOR SERVERRUM

Hvis det er muligt, så vælg et rum uden vinduer, og som ikke ligger op til en varm væg – f.eks. en varmecentral eller en dårligt isoleret ydervæg, som kan blive varm om sommeren.

Det skal helst også være muligt at bruge direkte eller indirekte frikøling, som kræver plads til luftkanaler eller væskeslanger.

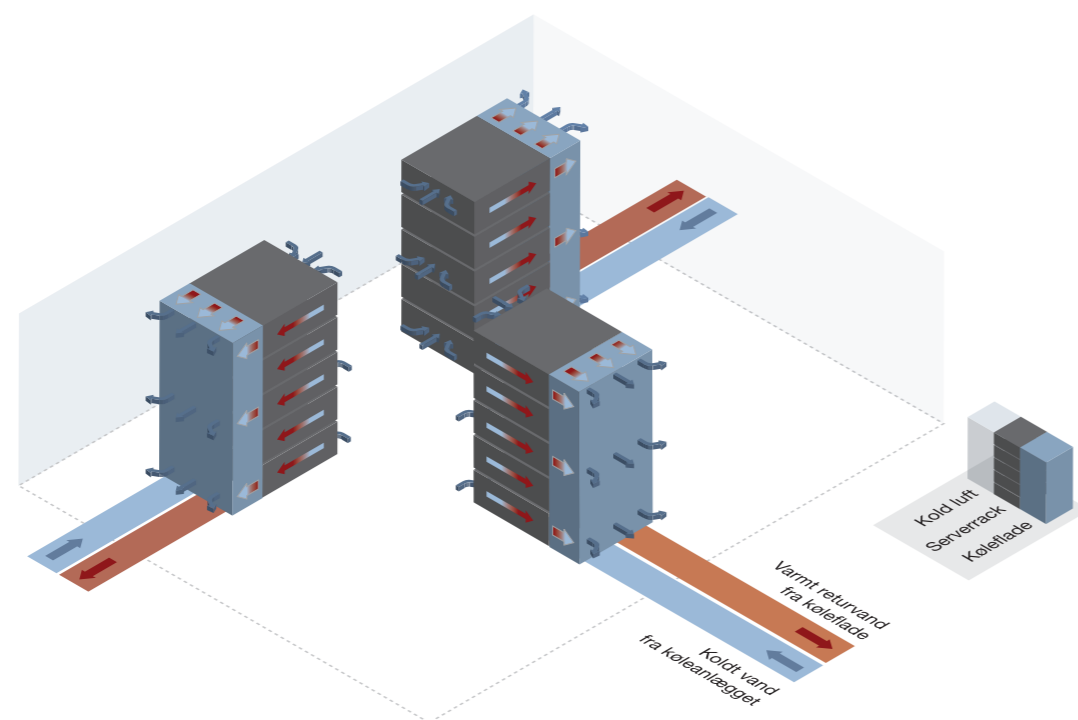
OVERBLIK OVER INDRETNINGSPRINCIPPER

Det grundlæggende indretningsprincip for energieffektive serverrum består i opdeling i kolde og varme områder, så den kolde og varme luft ikke blandes. Den kolde luft blæses ind i det kolde område fra køleanlægget og videre til serverne. Den varme luft fra it-udstyret blæses ud i de varme gange og herfra til køleanlægget.

I det følgende præsenterer vi de mest almindelige energieffektive indretninger:

- Direkte køling i racks
- Kolde og varme gader med in row-cooling
- Kolde og varme gader med hævet gulv
- Direkte indblæsning i serverrummet

De 2 første principper er typisk de mest energieffektive.



Figur 16: Direkte køling i raket med kølefladen bag på raket (rear door-cooling)

DIREKTE KØLING I RACKS

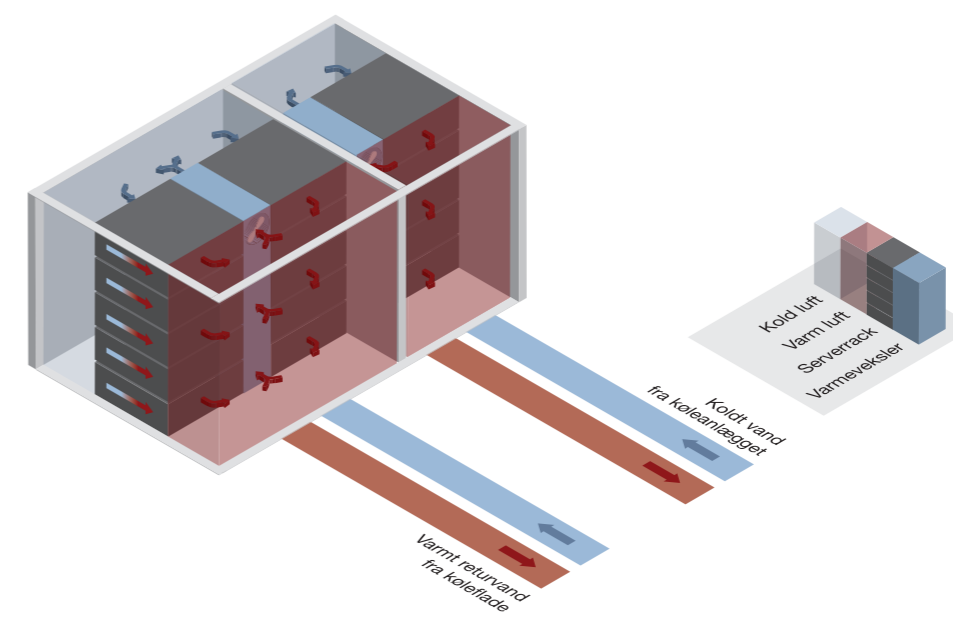
Direkte køling i racks betyder, at der er en køleflade i selve raket. Vi beskriver her 2 af principperne.

Køling bag på raket

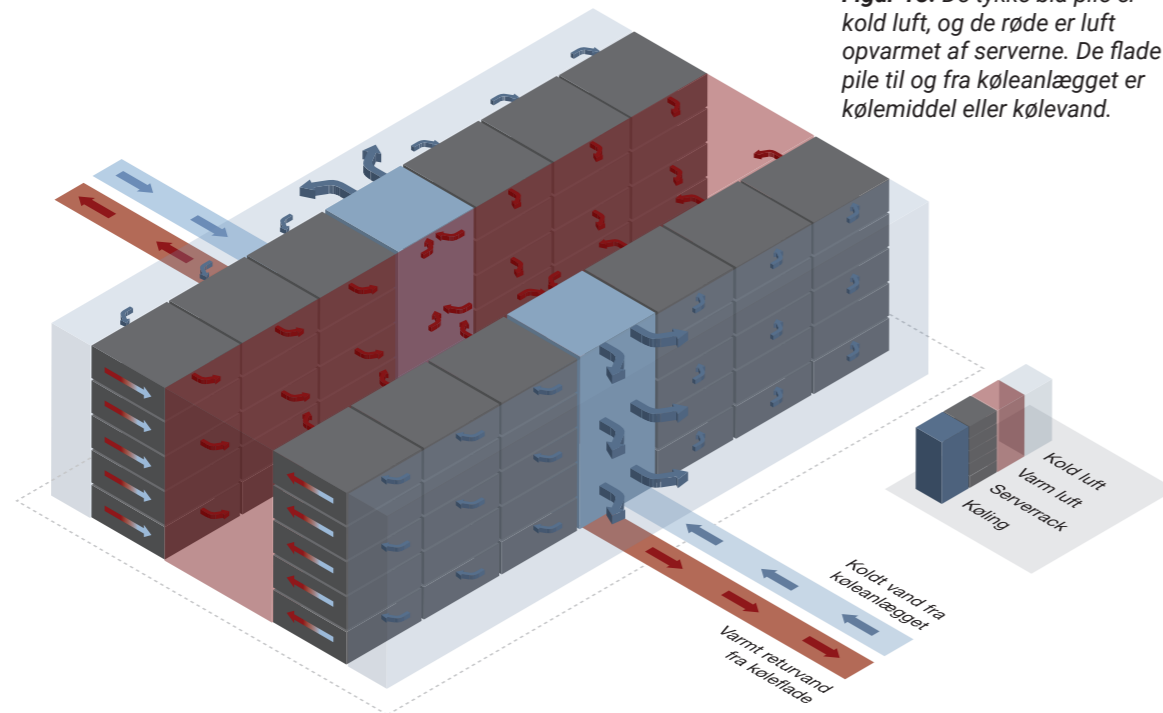
Her er der en køleflade på bagsiden af raket. Den varme luft fra serverne bliver kølet og sendt ud i rummet. Kølefladen får koldt vand fra køleanlægget. Det kaldes rear door-cooling. Se figur 16.

Rackintegreret køling

Her er kølefladen midt i raket, og der er en kold zone på den ene side og en varm zone på den anden side. Den varme luft fra serverne sendes gennem køleren. Efter afkøling suges luften ind i serverne. Se figur 17. En enkelt køleenhed kan køle 1 eller 2 racks.



Figur 17: Direkte køling i raket med rackintegreret køling.



Figur 18: De tykke blå pile er kold luft, og de røde er luft opvarmet af serverne. De flade pile til og fra køleanlægget er kølemiddel eller kølevand.

KOLDE OG VARME GADER MED IN ROW-COOLING

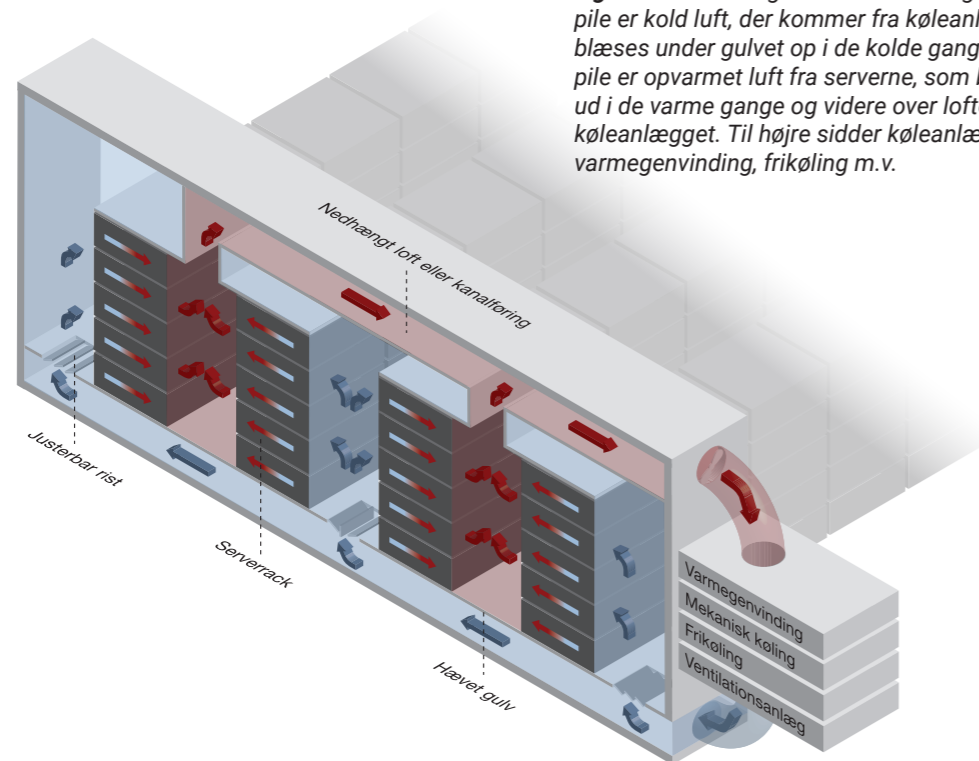
I in row-cooling er køleenheder placeret direkte mellem rackene. Se princippet i figur 18.

Den varme luft bliver suget fra den varme gang gennem køleenhederne og blæst ud i den kolde gang. Køleenhederne får koldt vand fra køleanlægget.

KOLDE OG VARME GADER MED HÆVET GULV

Figur 19 viser opdeling af serverrummet i kolde og varme gader kombineret med et hævet gulv og kanaler under loftet, sådan som det bør udføres. Her er der ikke opblanding af kold og varm luft, og al kold luft går igennem serverne.

Figur 19: God energieffektiv indretning. De blå pile er kold luft, der kommer fra køleanlægget og blæses under gulvet op i de kolde gange. De røde pile er opvarmet luft fra serverne, som blæses ud i de varme gange og videre over loftet hen til køleanlægget. Til højre sidder køleanlægget med varmegenvinding, frikøling m.v.



Figur 20 viser en typisk indretningsfejl, hvor der ikke er kanaler eller nedhængt loft for at adskille den varme luft fra den kolde. Det betyder, at noget af den varme luft over rackene bliver suget ind i de øverste servere i rackene, som får for høj temperatur. Desuden går en del af den kolde luft direkte op i den varme returluft mellem rackene uden at blive brugt.

Krav til den energieffektive indretning:

- Serverrackene arrangeres på rækker, så der er gader mellem rækkerne. Gaderne er skiftevis kolde eller varme. Den kolde gade får kold luft fra køleanlægget, og den varme får opvarmet luft fra serverne. Gaderne lukkes i hver ende med en dør eller anden afskærmning. Fra den varme gade stiger luften op under loftet og suges til afkøling i fælles kølesystem.
- Serverrackene bør stå på et hævet gulv, hvor den kolde luft blæses op gennem riste i gulvet. Brug riste, hvor tryktabet kan reguleres, så luftmængderne kan tilpasses rackene. Brug helst riste, der kan retningsreguleres, så luften styres direkte hen mod serverne i stedet for at blæse op foran serveren.

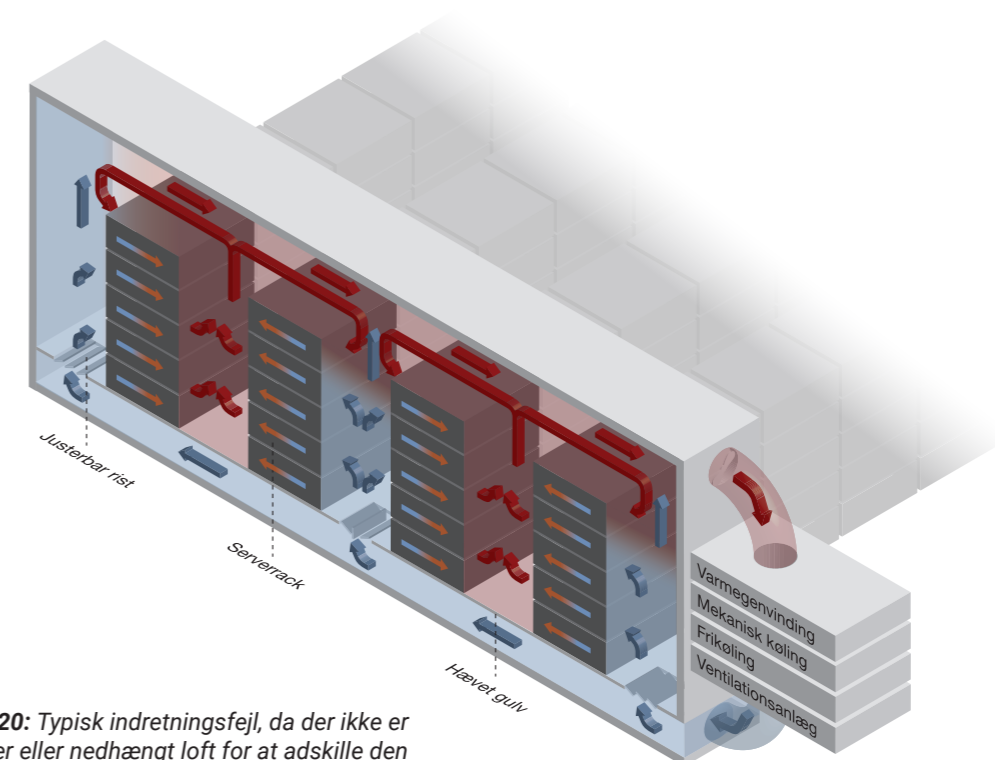
- Hvis det ikke er muligt at bruge hævet gulv til den kolde luft, så brug kanaler eller lignende for at sende den kolde luft fra køleanlægget til de kolde gange.

Hævet gulv

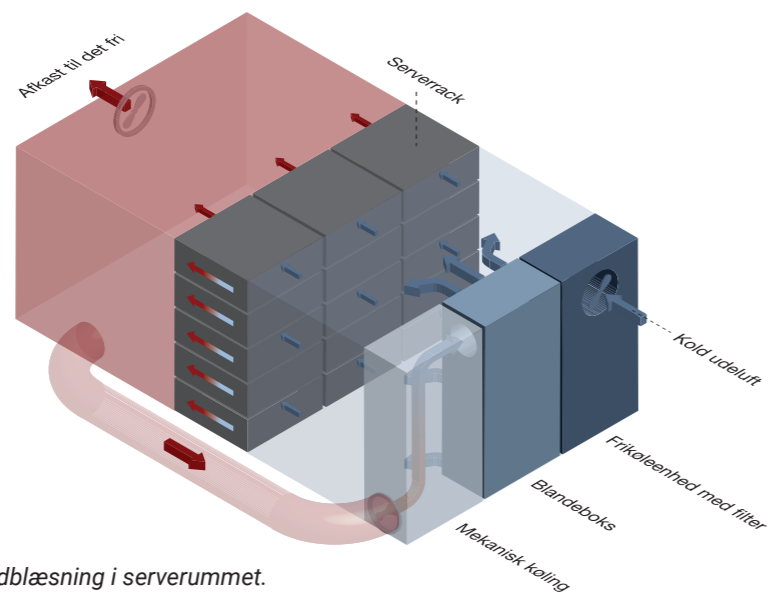
Et hævet gulv består af løse gulvplader, der hviler på støtteben. Ventilationen kan blæses under gulvet og frem til risterne foran serverne. Det bliver også kaldt edb-gulv, installationsgulv eller computergulv.

Vigtigt for energiforbruget er:

- Så vidt muligt at undgå kabler og installationer under gulvet, da de bremser luften, hvilket øger energiforbruget til ventilatorerne. Kablerne bør i stedet føres i kabelbakker under loftet.
- At bruge justerbare riste i gulvet, så I kan regulere luftmængden, der kommer op af hver rist og dermed få den rette mængde køling til hvert rack. Brug professionelle firmaer, da det er svært at indregulere luften korrekt.



Figur 20: Typisk indretningsfejl, da der ikke er kanaler eller nedhængt loft for at adskille den varme luft fra den kolde.



Figur 21: Direkte indblæsning i serverrummet.

DIREKTE INDBLÆSNING I SERVERRUMMET

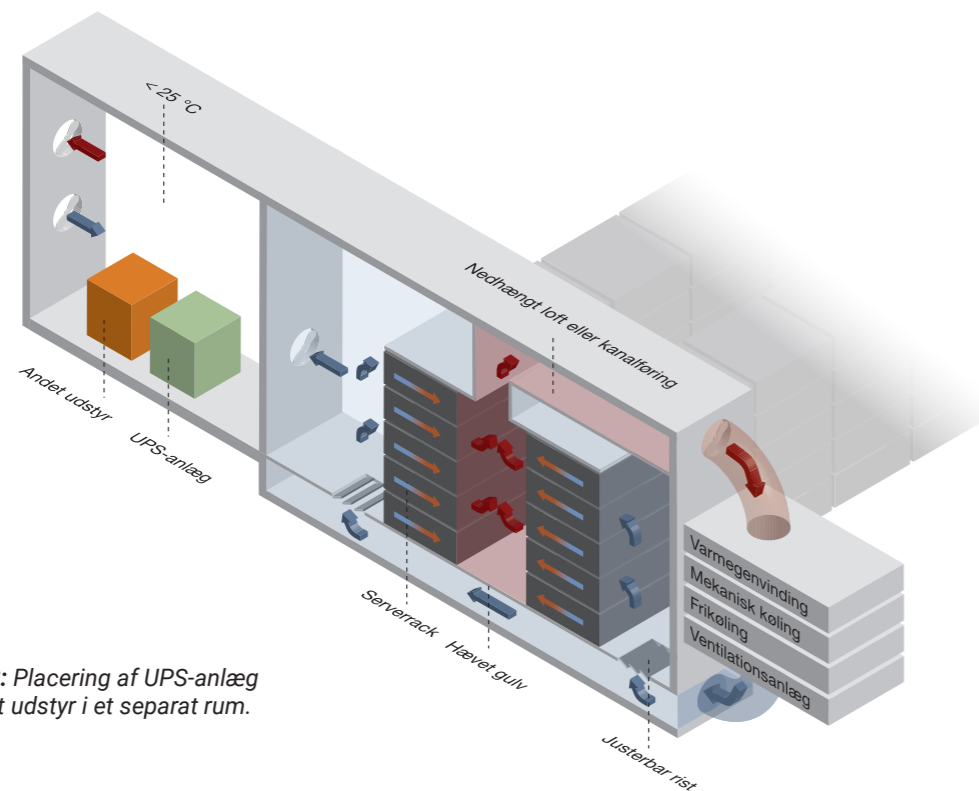
Dette princip er det mest enkle af de nævnte. Her blæses luften direkte ind i serverrummet uden et hævet gulv, kanalføring eller sænket loft.

Rummet er opdelt i en kold og en varm zone. Den kolde luft kan være frisk luft udefra eller kan komme fra et køleanlæg. Se figur 21.

PLACERING AF UPS-ANLÆG, SWITCHES OG ELTAVLER

Placer UPS-anlæg, switches og eltavler i et område uden for serverrummet.

Se et eksempel på det i figur 22.



Figur 22: Placering af UPS-anlæg og andet udstyr i et separat rum.



Der er mange penge at spare ved at vælge energirigtig køling

Køleanlægget til køling af serverrum bruger cirka 30-50 % af serverrummets elforbrug. Det er derfor et vigtigt fokusområde. Kølingen kan gøres energieffektiv ved at have en høj temperatur af køleluften til serverne og ved at bruge energieffektive køleanlæg med frikøling, hvor udeluften bliver brugt til køling. Luften til serverrummet skal være 23-26 °C, hvor 26 °C giver den bedste driftsøkonomi.

Uden frikøling sparer man som tommelfingerregel cirka 3 % af elforbruget til køleanlægget for hver grad, temperaturen af den kolde luft hæves.

Med frikøling sparer man endnu mere, fordi en højere temperatur gør det muligt at bruge frikøling en større del af året.

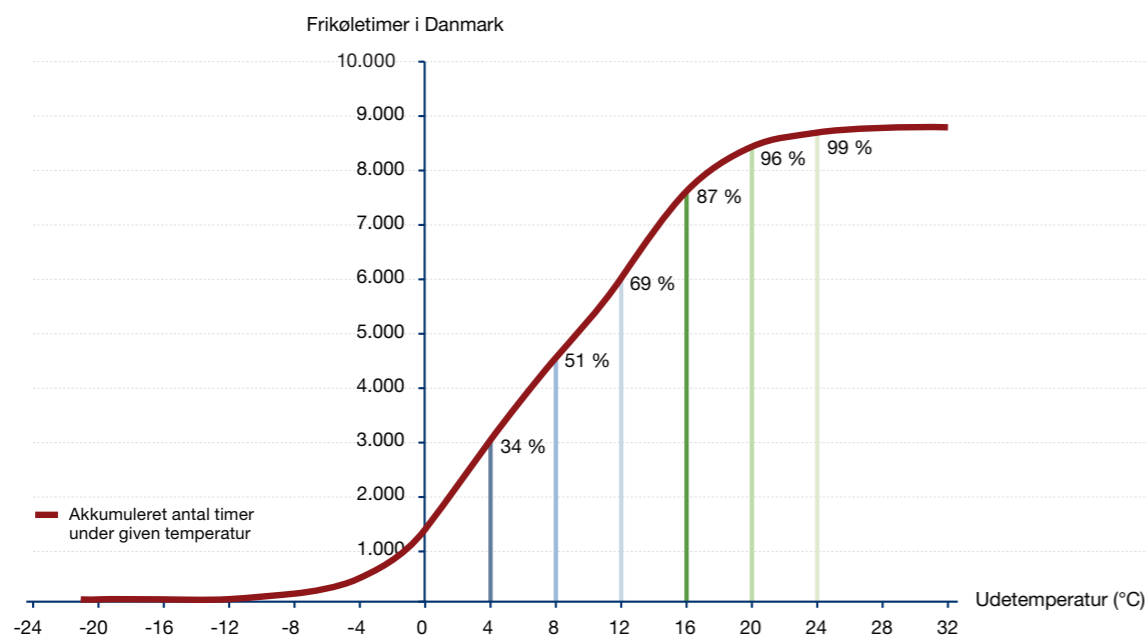
VARMEN SKAL VÆK, MEN HVORDAN?

I bør indrette serverrummet efter de principper, vi beskriver i denne vejledning. Beregn derefter serverrummets kølebehov i kW. Det vil være

dimensioneringsgrundlaget for køleanlægget. Kølebehovet svarer til den mængde varme, der skal fjernes fra især serverne, storage, UPS-anlæg og switches. Vælg en driftstemperatur, der er så høj som mulig i forhold til udstyrskravene. Derefter skal I vælge det rigtige køleanlæg og helst med frikøling. Elregningen til køling kan ofte mere end halveres sammenlignet med et ældre serverrum.

Vi anbefaler, at I dimensionerer efter en lufttemperatur til serverne på 26 °C. Udsugningstemperaturen kan uden problemer være 40 °C. Har I gammelt serverudstyr, der kræver en lavere lufttemperatur end 23-26 °C, bør I overveje at flytte data og software over på nye enheder, der kan arbejde med højere lufttemperaturer.

Udviklingen af nyt it-udstyr går meget hurtigt. Da der er store energimæssige besparelser at hente ved at øge temperaturerne, anbefaler vi, at I undersøger kravene for jeres udstyr.



Figur 23: Antal frikøletimer årligt i Danmark ved direkte frikøling. F.eks. er udetemperaturen 20 °C eller derunder i 96 % af årets timer på et typisk år.

BESPARELSER MED FRIKØLING

Frikøling betyder, at man bruger udeluften til at køle serverrummet med. Ved direkte frikøling blæser man udeluften efter rensning direkte ind i serverrummet. Ved indirekte frikøling køler udeluften en væske, som bliver pumpet ind i serverrummet, hvor væsken afgiver kulden.

Frikøling fjerner varmen i serverrummet væsentlig mere energieffektivt end mekanisk køling med et traditionelt køleanlæg og bør så vidt muligt være en del af serverrummets køleløsning. Energiforbruget ved frikøling er højst en femtedel af forbruget ved mekanisk køling. Med rigtig indretning af serverrummet og en lufttemperatur til serverne på 26 °C er det kun cirka 50 timer om året på et typisk år, at udeluften ikke er kold nok.

Direkte frikøling med udeluft kan reducere energiforbruget til køling med op til 75 %. Indirekte frikøling, hvor en væskeblanding transporterer kulden udefra til serverrummet, kan reducere energiforbruget til køling med op til 50 %.

For direkte frikøling med udeluft skal man også tage hensyn til luftfugtigheden. I nogle tilfælde skal udeluften be- eller affugtes. Som tommelfingerregel kan udeluften bruges direkte i 7.250 af årets timer. I de resterende cirka 1.400 timer skal luften befugtes.

I figur 23 er årets timer under en given temperatur akkumuleret ud fra det danske referenceår (også kaldet DRY = Danish Reference Year). Figuren viser, hvor mange timer der kan bruges til frikøling på et helt år i forhold til temperaturkravet for serverrumskølingen. Langt størstedelen af tiden er udetemperaturen mellem 0 og 20 °C i Danmark. Det betyder, at I kan frikøle i op til 450 timer mere om året, hvis I hæver temperaturgrænsen for frikøling bare 1 °C. For et serverrum med en belastning på 50 kW betyder det en årlig besparelse på cirka 6.000 kWh.

Ved indirekte frikøling er varmevekslernes størrelse også vigtig for energiforbruget. En lille varmeveksler kræver større temperaturforskelle for at overføre tilstrækkelig varme. Større vekslere kræver mindre temperaturforskelle, hvorved der kan frikøles i flere timer om året. Serverrummets placering i bygningen og andre

KØLEPRINCIPPER

Køleanlægget er en vigtig del af projektering eller ombygning af et serverrum og har stor betydning for elforbruget. Der findes mange forskellige måder at designe et køleanlæg på, men grundlæggende bygges de fleste anlæg op ved hjælp af 3 forskellige køleprincipper, som vist i figur 24.

Køleprincip	Køleeffektivitet	Beskrivelse
Direkte frikøling	Meget energieffektivt EER ≈ 50	Filtreret udeluft sendes ind i serverrummet. Den varme luft fra serverne blæses direkte ud i det fri.
Indirekte frikøling	Energieffektivt EER ≈ 15-35	Varmen fjernes fra serverrummet med en kredsløb med væske, der pumpes rundt.
Mekanisk køling	Ikke energieffektivt EER ≈ 3	Et køleanlæg med kompressor fjerner alt varme.

Figur 24: Beskrivelse af køleprincipper. EER (Energy Efficiency Ratio) er køleeffektiviteten, hvor et højt tal giver lavt elforbrug.

praktiske forhold kan være afgørende for, hvilken køleløsning I kan bruge. Vi anbefaler så vidt muligt enten direkte frikøling eller indirekte frikøling med høje fremløbstemperaturer på kølevæsken.

De 2 frikølingsprincipper skal som regel suppleres med mekanisk køling og opblandes med luft fra serverrummet, når temperaturen eller fugt i udeluften ligger uden for de tilladte grænser. Når udetemperaturen er lav, kan serverrummet køles udelukkende med frikøling. I en lang periode af året vil kølingen være en kombination af mekanisk køling og frikøling. Om sommeren kan der være kortere perioder, hvor der kun bruges mekanisk køling, fordi temperaturen udenfor er for høj.

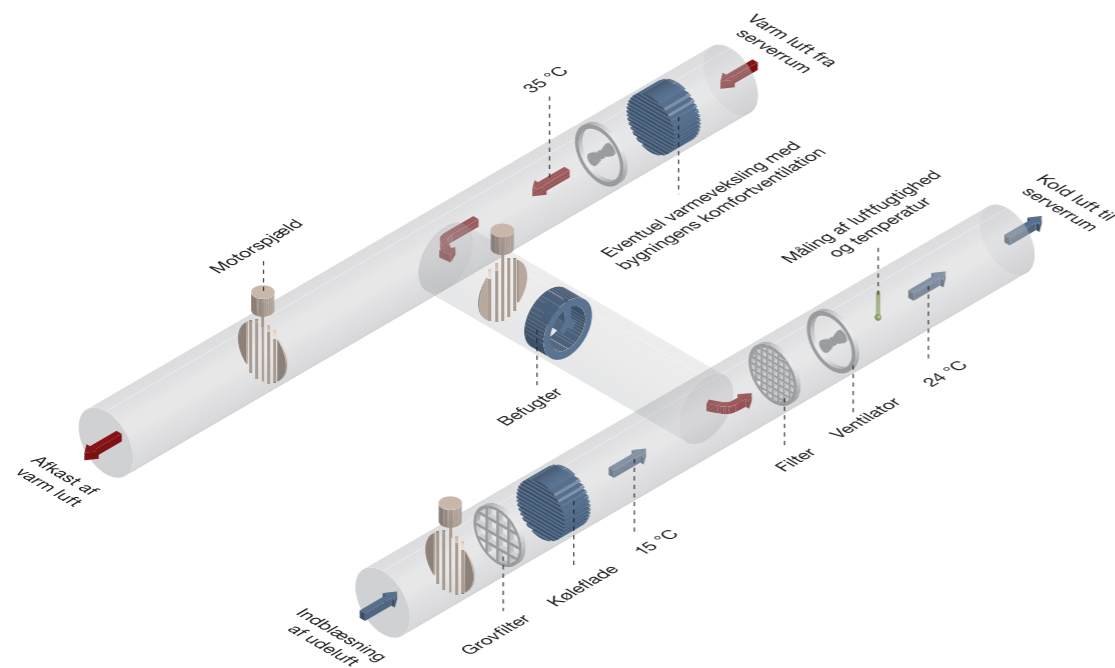
I følgende afsnit beskrives typiske køleanlæg til serverrum fra de mest energieffektive anlæg med frikøling til de ineffektive anlæg, man typisk ser i ældre serverrum.

DIREKTE FRIKØLING SUPPLERET MED MEKANISK KØLING

Ved direkte frikøling bruges den filtrerede udeluft til at køle serverne direkte. Når luften er for varm om sommeren, supplerer det mekaniske køleanlæg med køling.

Det er den mest energieffektive løsning, da I kan bruge frikøling de fleste timer om året. Det skyldes, at frikølingen kan ske ved højere udetemperaturer, da der ikke er varmeveksling med en væskekreds. Ventilationsløsningen kan udformes som større anlæg særligt designet til serverrummet eller som mindre anlæg sat sammen af eksisterende kommercielle produkter. Se figur 25.

Udeluften kan blandes med luft fra serverrummet for at holde en konstant indblæsningstemperatur. Er udetemperaturen lav, blandes mere luft fra serverrummene i indblæsningsluften. Er udetemperaturen tæt på ønsket lufttemperatur, bruges kun udeluft.



Figur 25: Ventilation til serverrum med direkte frikøling. De røde pile er varme strømme, og de blå er kolde.

Når udetemperaturen overstiger den ønskede indblæsningstemperatur, bruges mekanisk køling til at køle luften ned til indblæsningstemperatur. Kølingen kan ske med en koldtandskreds med glykol kølet af en chiller eller ved direkte køling i et DX-anlæg (direkte ekspansion), som beskrevet i afsnittet om direkte køling.

Den relative luftfugtighed måles lige før indblæsningen til serverrummet, og målingen afgør, om luften skal be- eller affugtes. Den relative fugtighed i indblæsningsluften skal holdes mellem 20 og 80 %.

Køleanlægget vil i et typisk år kun være i drift omkring 50 timer om året. Når anlægget projekteres, er det derfor vigtigt at gå efter højeffektive frekvensstyrede spareventilatorer til frikølingen frem for at prioritere en ekstraomkostning til et køleanlæg med en ekstra høj energieffektivitet (EER: Energy Efficiency Ratio), når køleanlægget kører så lidt.

Køleløsninger med direkte frikøling med udeluft kræver store luftmængder, hvilket ikke altid er muligt på grund af serverrummets placering i bygningen og bygningens konstruktion. Indirekte frikøling kræver ikke så meget plads.

INDIREKTE FRIKØLING SUPPLERET MED MEKANISK KØLING

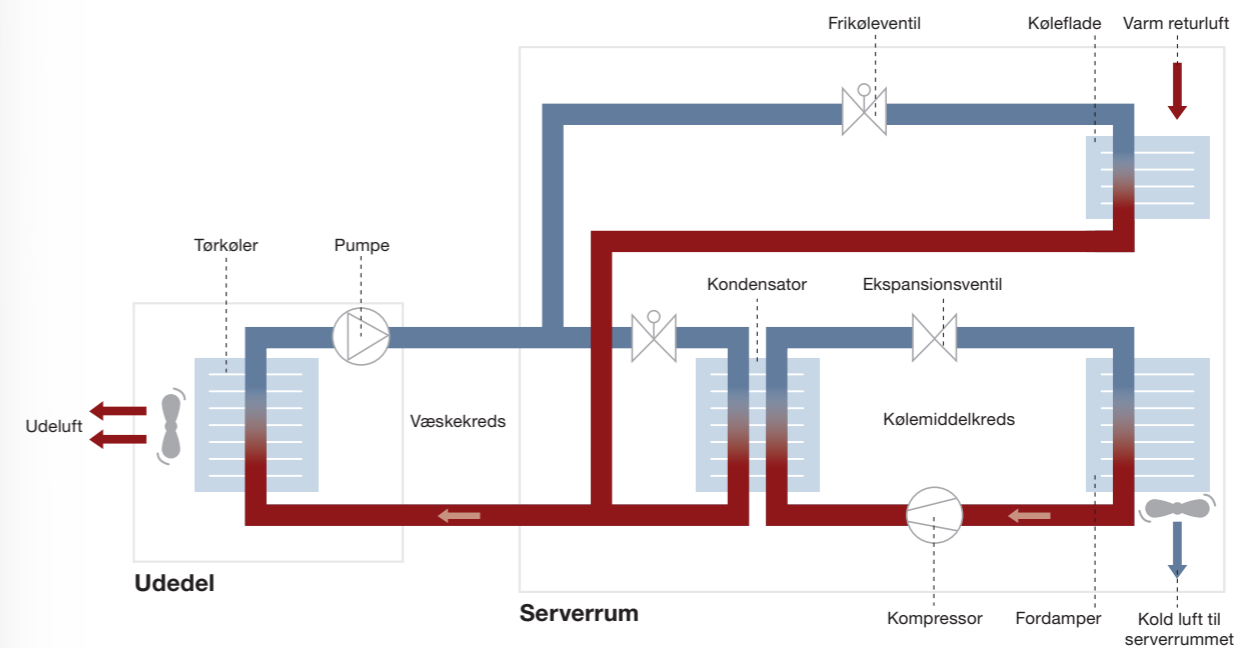
Vi beskriver her 3 typer:

- Direkte ekspansion (DX) med vandkølet kondensator, tørkøler og frikøling
- Koldtandsenhed med frikøling og chiller
- Køling med søvand, havvand og grundvand

Vandet i kølekredsen blandes med glykol, så det ikke fryser.

DIREKTE EKSPANSION (DX) MED VANDKØLET KONDENSATOR, TØRKØLER OG FRIKØLING

Det mekaniske køleanlæg er placeret i en køleenhed i serverrummet. Den indirekte frikøling køler både serverluften, når udeluften er kold nok, og kondensatoren på det mekaniske køleanlæg. Figur 26 viser princippet.

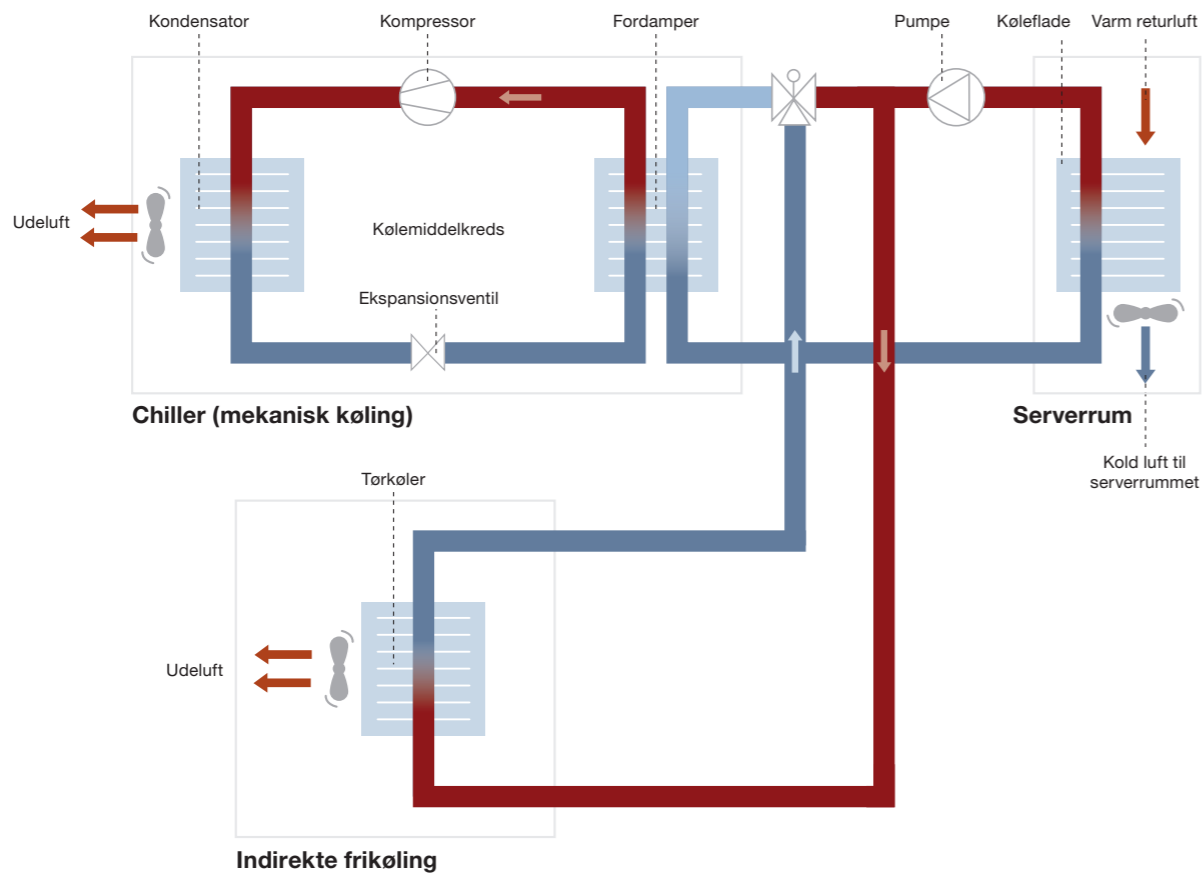


Figur 26: Direkte ekspansion (DX) med vandkølet kondensator, tørkøler og frikøling. Røde pile er varme strømme, og blå er kolde.

KOLDTVANSENHED MED FRIKØLING OG CHILLER

Serverrummet køles af en koldtandskreds. Når udetemperaturen er tilstrækkelig lav, klarer frikølingen hele kølebehovet. Ved højere udetemperaturer køles koldtandskredsen af et mekanisk køleanlæg – normalt kaldet en chiller.

Det er også muligt at udnytte delvis frikøling, når udetemperaturen ikke er helt lav nok til at fjerne alt varmen. Temperaturen sænkes først med indirekte køling, og derefter sørger chilleren for at fjerne den sidste del af varmen med mekanisk køling. Se figur 27.



Figur 27: Koldtandsenhed med frikøling og chiller. Røde pile er varme strømme, blå er kolde.

KØLING MED SØVAND, HAVVAND OG GRUNDTVAND

Grundvandskøling og køling med søvand og havvand er eksempler på indirekte frikøling, som er særligt energieffektive, fordi vandet som regel er koldere end udeluften. EER (Energy Efficiency Ratio) ligger typisk mellem 20 og 50.

Fordelen ved grundvand er, at vandet har en lav temperatur året rundt. Det er dog vanskeligere at etablere et anlæg med grundvandskøling, og mange steder kan det ikke lade sig gøre.

Har I nem adgang til søvand eller havvand, kan I bruge det til at køle serverrummet hele året. Undersøg, hvordan vandtemperaturen er om sommeren for at være sikker på, at vandet er koldt nok til at køle serverrummet.

MEKANISK KØLING

Mekaniske køleanlæg uden frikøling er den traditionelle køleløsning, der dog ikke er energieffektiv, fordi der ikke er frikøling.

Vi beskriver her 2 typer:

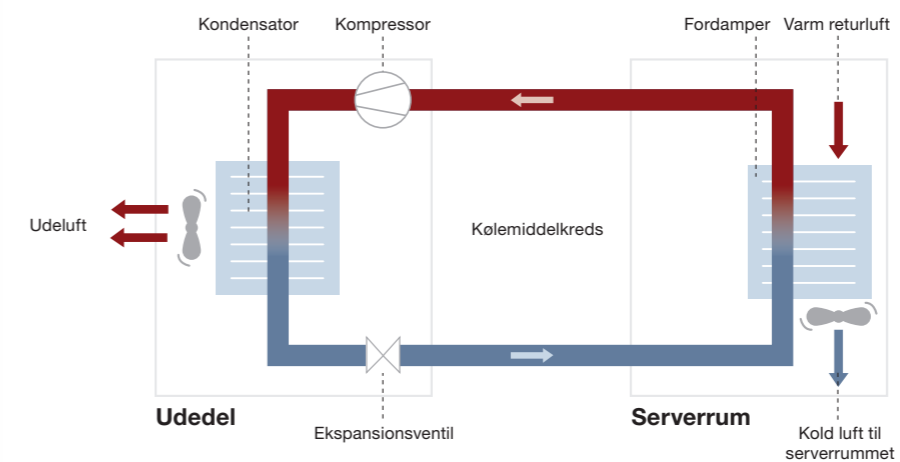
- Mekaniske køleanlæg med direkte ekspansion (DX) i et splitanlæg
- Mekaniske køleanlæg med direkte ekspansion (DX) med vandkølet kondensator og tørkøler

MEKANISKE KØLEANLÆG MED DIREKTE EKSPANSION (DX) I ET SPLITANLÆG

Mekanisk køleanlæg med direkte ekspansion er det mest enkle køleanlæg med kun én kølekreds, der cirkulerer et kølemiddel mellem en indedel og en udedel (også kaldet split-anlæg) ved hjælp af en kompressor. Se figur 28.

I Danmark må der maksimalt være 10 kg syntetisk kølemiddel pr. fysisk adskilt kreds i et mekanisk køleanlæg, hvilket i praksis begrænser kapaciteten til cirka 20 kW. Det gør, at der nogle steder med større kølebehov bliver installeret flere anlæg i samme serverrum, hvilket er meget ineffektivt.

Det er vigtigt, at alle anlæggene trækker luft ind fra de varme områder i serverrummet og blæser den kolde luft ud til kolde områder. Effektiviteten vil falde, hvis et anlæg trækker luft ind fra udblæsningen fra et andet anlæg.



Figur 28: Direkte ekspansion (DX). Røde pile er varme strømme, blå er kolde.

MEKANISKE KØLEANLÆG MED DIREKTE EKSPANSION (DX) MED VANDKØLET KONDENSATOR OG TØRKØLER

Det mekaniske køleanlæg placeres i serverrummet, og anlægget suppleres med en sekundær kølekreds med vand, som fjerner varmen fra kondensatoren. Den sekundære kølekreds køles i en udendørs tørkøler. Se figur 29. Anlægget kan levere mellem 20 og 40 kW.

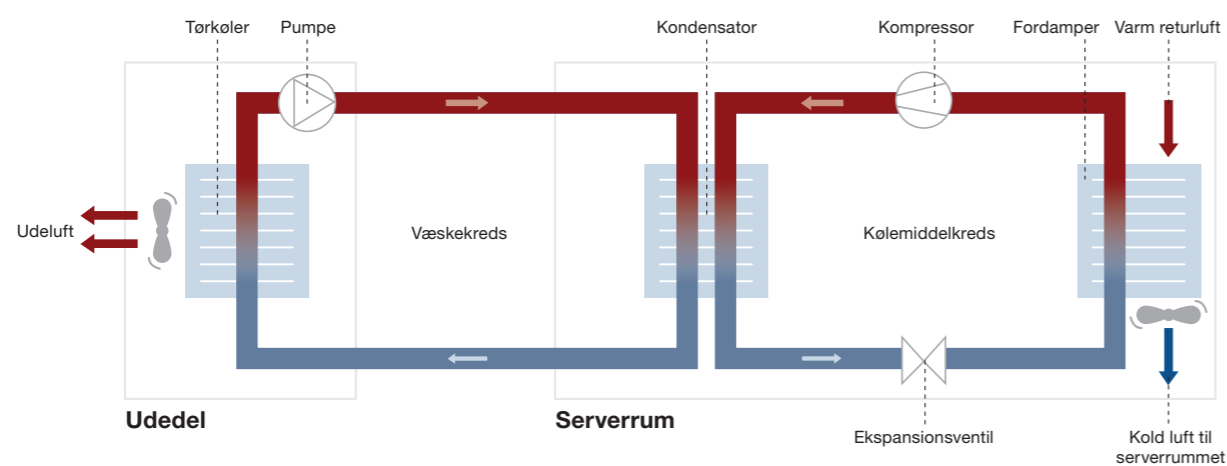
DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE

Tænk også på energiforbruget ved vedligeholdelse og drift, også selvom køleanlægget er konstrueret energioptimalt. Alle typer anlæg vil med tiden blive dårligere, og uden effektiv vedligeholdelse vil ydeevnen set i forhold til energiforbrug forringes.

Vi anbefaler:

- Hold en så lav kondenseringstemperatur i køleanlægget som muligt ved jævnligt at rense tørkølerfladen og kondensatoren. Støv og snavs på tørkøleren hæver kondenseringstemperaturen og elforbruget. Husk jævnlig service af køleanlægget ud over det lovpligtige eftersyn.

- Tjek filtre i køleanlægget hver måned, og skift engangsfiltre hvert kvartal. Tilstoppede filtre mindsker køleydelsen meget og kræver ekstra strøm.
- Tjek luftfiltre i køleenhederne hver måned, og husk at skifte dem efter producentens anbefalinger. Tilstoppede filtre kræver ekstra strøm til ventilatoren, hvis den skal yde det samme.
- Sørg for, at remtræk til ventilatorer er korrekt spændt op, og husk at skifte remme efter producentens anbefalinger.
- Tjek jævnligt, at kølesystemets setpunkter i styringen er korrekte, og at de ikke fejlagtigt er blevet ændret. Tjek også, at alle målepunkter fungerer, som de skal.
- Udviklingen inden for køling til serverrum går stærkt. Tjek derfor nye muligheder, når I skal bygge om, udskifte udstyr eller projektere nyt serverrum. Skift om muligt til sparemotorer.



Figur 29: Direkte ekspansion (DX) med vandkølet kondensator og tørkøler. Røde pile er varme strømme, blå er kolde.



Brug af overskudsvarme til rumopvarmning kan ofte betale sig

Den varme luft fra serverne kan have en temperatur på cirka 35 °C, og luften kan bruges til at opvarme bygningen med. Det kaldes varmegenvinding.

Økonomien i varmegenvinding kan være god med en tilbagebetalingstid på 3-5 år.

KOM GODT I GANG

Forudsætningerne for varmegenvinding er:

- Serverrummet er energieffektivt og er opdelt i kolde og varme zoner.
- Der er nok overskudsvarme i serverrummet. Som minimum skal der være omkring 10 kW installeret, svarende til cirka 20-40 servere.
- Der er et tilstrækkeligt behov for varme i bygningen.
- Der er ikke planer om større ændringer f.eks. i form af konsolidering af flere serverrum, reduktion eller udvidelse. Planlagte større ændringer bør indarbejdes ved dimensioneringen af varmepumpen.
- Det skal være muligt at installere en velfungerende rørføring mellem serverrummet og varmecentralen, hvor varmen fra serverrummet skal afsættes.

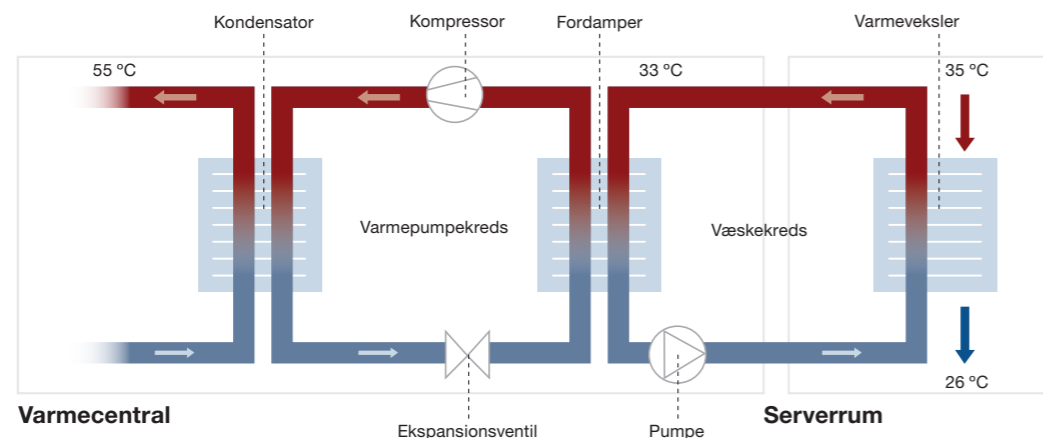
- Installationen skal gennemføres sådan, at der er mulighed for at komme af med varmen til en frikøler eller tørkøler i de tilfælde, hvor bygningens varmesystem ikke kan aftage varmen.

Hvis forudsætningerne er opfyldt, bør I få en teknisk rådgiver til at vurdere muligheden og evt. give et tilbud på teknisk løsning, investering og energibesparelser.

PRINCIPPER FOR VARMEGENVINDING

Til varmegenvinding bruger man typisk ét af følgende principper:

- Ventilationsanlæg tæt ved serverrum: Hvis indsugningsluften til ventilationsanlægget kan føres forbi serverrummet, kan man bruge en krydsveksler. Indsugningsluften til bygningen får varme fra den varme luft i serverrummet.
- Ventilationsanlæg langt fra serverrum: Her er det nødvendigt at have en væskekreds mellem serverrummet og teknikcentralen. I teknikcentralen kan det varme vand fra serverrummet bruges til at forvarme indsugningsluften til ventilationen. Ved at bruge en varmepumpe kan temperaturen hæves. Figur 30 viser en principskitse af, hvordan kredsløbet med en varmepumpe kan se ud.



Figur 30: Principskitse af varmegenvinding med en varmepumpe.

Genvinding med en varmepumpe er en videreudvikling af den væskekoblede genvinding. Varmepumpen hæver temperaturen på opvarmningssiden til et niveau, som er nemmere at udnytte til f.eks. varmt brugsvand og rumvarme. Til gengæld er varmegenvinding med varmepumpe dyrere at installere og oveni kommer omkostninger til el til varmepumpen.

ØKONOMIEKSEMPEL

Vi giver her et eksempel på at bruge en varmepumpe til varmegenvinding. I eksemplet har den varme luft i serverrummet en temperatur på 35 °C. Varmepumpen hæver temperaturen til 55 °C, så varmen kan bruges til at opvarme vand til varmt brugsvand eller til radiatorer. Al varme bliver brugt i bygningen.

Overskudsvarmeafgift for procesvirksomheder, der udnytter procesvarme til rumvarme

Virksomheder, der kan få godtgjort afgifter på energi, skal betale afgift for udnyttelse af overskudsvarme til rumvarme i perioden oktober-marts. Afgiften varierer i forhold til type varmegenvinding.

Ved varmegenvinding med en krydsveksler uden en indskudt væskekreds er afgiften 2 gange ventilatorens elforbrug i perioden, hvor man varmegenvinder.

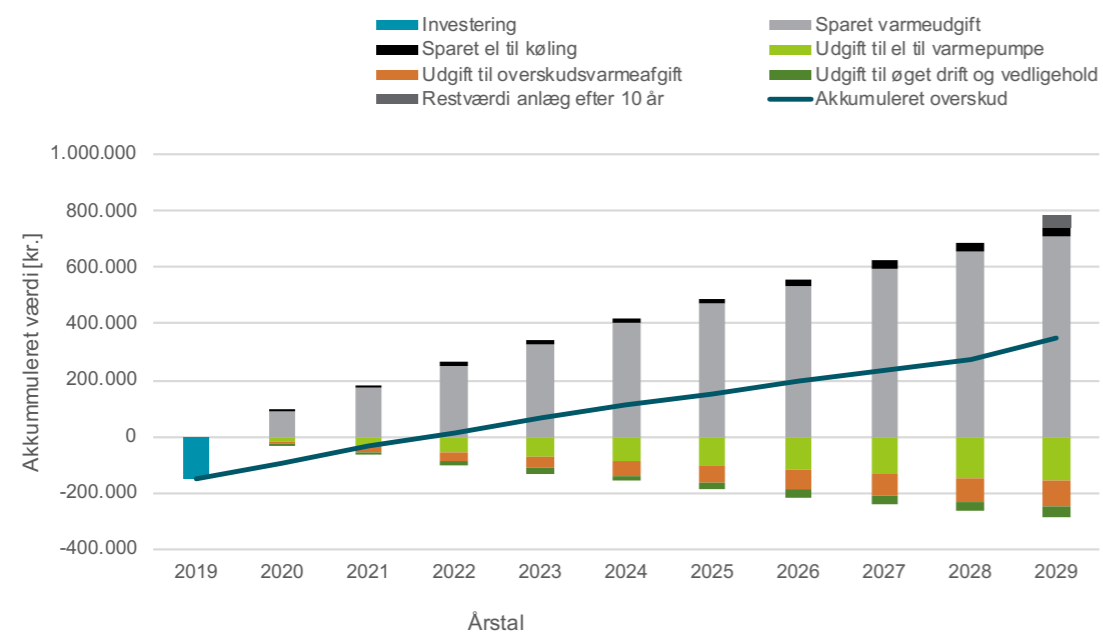
Ved genvinding med en varmepumpe betaler man kun afgift af den del af den nyttiggjorte varme, der overstiger 3 gange elforbruget i varmepumpen. Den nyttiggjorte varme måles ved udgangen fra varmepumpen.

Elforbrug til varmepumpen betaler man afgift for, som var det til rumvarme.

Som alternativ til ovenstående kan I vælge at betale rumvarmeafgift på basis af en standardsats pr. m² pr. måned efter areal. Dog skal man stadig betale afgift af overskudsvarme til brugsvand.

Økonomiberegningen er for en momsregistreret procesvirksomhed, der får godtgjort forskellige energifgifter og derfor skal betale overskudsvarmeafgift ved brug af procesvarme til rumvarme eller varmt brugsvand. For virksomheder, der ikke får godtgjort energifgifter, vil økonomien også være fordelagtig, fordi elprisen typisk er lidt højere for disse virksomheder. Typisk betyder varmegenvindingsafgifter kun lidt for økonomien i varmegenvinding. Få jeres tekniske rådgiver eller revisor til at vurdere, om afgifterne betyder noget for jer.

Figur 31 viser beregningerne over en 10-årig periode fordelt på investering, varmebesparelse, elbesparelse, el til varmepumpen, restværdi (dvs. værdi af anlægget ved udløbet af perioden), ekstra drift og vedligeholdelse og afgift. Den røde linje er resultatet, dvs. summen af alle besparelser og udgifter akkumuleret over årene. Figuren viser, at investeringen er betalt tilbage allerede efter ca. 2,5 år.



Figur 31: Økonomiberegning for etablering af en varmepumpe til udnyttelse af overskudsvarme for en momsregistreret virksomhed, der får godtgjort forskellige energiafgifter og derfor skal betale overskudsvarmeafgift. Beregningen er baseret på et konkret eksempel med givne forudsætninger. For andre virksomheder kan økonomien være meget forskellig, og det er derfor vigtigt at beregne økonomien ud fra konkrete forudsætninger for den enkelte virksomhed.

Forudsætninger

- Varmepris uden overskudsvarme: 600 kr./MWh
- Elpris: Energistyrelsens prisfremskrivninger 2017
- Anlægsstørrelse: 30 kW varme / 25 kW køling
- COP for varmepumpe: 6
- Investering: 150.000 kr.
- Levetid: 20 år
- Restværdi efter 10 år: 50 %
- Udnyttelse overskudsvarme sommer: 20 %
- Udnyttelse overskudsvarme vinter: 100 %
- Diskonteringsrente: 5 %
- Tal er i 2018-kroner, ekskl. moms



Spar op til 90 % i energiforbrug til køling ved energieffektiv indretning og køling

Hvilken type kølesystem I bør vælge, afhænger af mange forskellige faktorer, men energiforbruget bør veje tungt, fordi energiomkostninger udgør en stor del af de samlede omkostninger over levetiden. Vælg desuden løsning i samarbejde med et firma med speciale inden for køling af serverrum.

Som en hjælp til at vælge indretning og køleprincip viser vi de vigtigste køle- og indretningsprincipper, som I kan bruge i jeres nuværende serverrum. Vi har beregnet, hvor meget I kan spare på de årlige energiomkostninger til køling med 6 kombinationer af bedre indretning og køleprincipper. Beregningerne er foretaget for et serverrum med omkring 50-100 servere, som sammen med andet udstyr i serverrummet bruger cirka 40 kW. Forholdet mellem energibesparelserne for køleprincipperne er det samme ved større og mindre serverrum.

Nogle af køleprincipperne er med direkte frikøling, som kræver, at serverrummet har mulighed for at kunne forbindes til udeluften.

Se resultatet i figur 32. Besparelserne ligger mellem 33 og 90 % sammenlignet med udgangspunktet, som er et ældre serverrum med et ældre, mekanisk køleanlæg med direkte ekspansion og ingen opdeling mellem kold og varm luft. Den mest energi-effektive løsning sparer knap 400.000 kroner om året.

De 6 eksempler er:

1. **Indretning:** Ingen ændring.
Køling: Nyt køleanlæg med samme køleprincip, dvs. direkte ekspansion
2. **Indretning:** Opdeling i kolde og varme gader
Køling: Nyt køleanlæg med samme køleprincip, dvs. direkte ekspansion
3. **Indretning:** Opdeling i kolde og varme gader
Køling: Nyt køleanlæg med direkte ekspansion med vandkølet kondensator og tørkøler
4. **Indretning:** Kolde og varme gader/In row-cooling/Køling bag på racket/Rackintegreret køling
Køling: Nyt køleanlæg med direkte ekspansion med vandkølet kondensator, tørkøler og frikøler
5. **Indretning:** Kolde og varme gader/In row-cooling/Køling bag på racket/Rackintegreret køling
Køling: Nyt køleanlæg med koldtvasenhed med indirekte frikøling og chiller
6. **Indretning:** Direkte indblæsning i serverrummet
Køling: Nyt køleanlæg med direkte frikøling med ventilationsløsning med indblæsning af udeluft

Indretning og køling	Nu	1	2	3	4	5	6
Mekanisk køling	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Indirekte køling	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej
Direkte køling	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja
Opdeling af kold og varm luft	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Nøgleparametre	Nu	1	2	3	4	5	6
Temperatur i serverrummet (°C)	Variere	Variere	26	26	26	26	26
Returluft til køleanlæg	Variere	Variere	35	35	35	35	35
40 kW køleløsning	Nu	1	2	3	4	5	6
Estimeret EER ved 40 kW køl	1,5	2,2	3,2	3,0	8,0	8,0	20,0
Årlig besparelse kr./år	-	135.050	217.175	204.400	332.150	332.150	378.140
Besparelse på kølingen %	-	33	53	50	81	81	93

Figur 32: Energiomkostninger til køling ved 6 forskellige køleløsninger og indretninger i forhold til et ældre serverrum. Servernes elforbrug er konstant for alle eksempler. Elpris: 1,75 kroner pr. kWh.

Vi har ikke angivet investeringspriser, fordi prisen er et resultat af mange forskellige faktorer, og der derfor kan være store variationer.



BRUG ENERGISTYRELSENS VEJLEDNINGER OG VÆRKTØJER

Vil I gøre mere for at bruge energien effektivt, så brug vores vejledninger og værktøjer. De dækker de vigtigste områder for energiforbrug i bygninger.

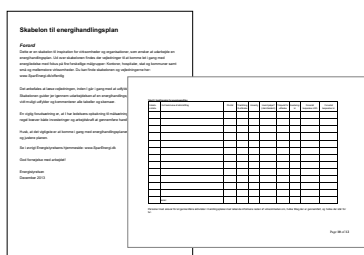
SPAR ENERGI MED GODE INDKØBSVANER

Brug vores Indkøbsvejledning hver gang, I skal købe energiforbrugende produkter og udstyr. Så sparer I både energi og penge. Vejledningen er et værktøj til offentlige og private indkøbere til at nå de langsigtede energimål og til at forbedre drifts-økonomien i offentlige og private virksomheder.

VEJLEDNINGER

En række vejledninger guider jer til at spare energi og penge på mange forskellige områder. Der er blandt andet vejledninger om energiledelse, natrundering, serverrum, storkøkken, indkøb af medicoudstyr og standbyforbrug på hospitaler og i laboratorier.

Energistyrelsen har udgivet vejledninger og værktøjer, som giver hjælp til at spare på energien. Find dem på www.SparEnergi.dk.



*Vejledning og skabelon til
Energihandlingsplan*



Indkøbsanbefalinger

Findes på www.sparenergi.dk/offentlig/vaerktoejer/indkoebsanbefalinger



*Energiledelse
Hospitaler*



*Energiledelse
Kontor*



*Energiledelse
Stat og kommuner*



*Natrunderings-
vejledning*