

Bygningsstyrelsen

# PROCESENERGI - analyserapport



April 2013

Projektnummer: 770

Version 3, 15. april 2013

Udarbejdet af: Lise-Lotte Schmidt-Kallesøe, Carsten Tonn Petersen, Louise Hedelund Sørensen. Mie Skaarup Brøds-  
gaard og Peter Maagøe Petersen

Udarbejdet for: Bygningsstyrelsen (BYGST), Lone Buch

Kvalitetssikret af: Peter Maagøe Petersen

Godkendt af: Peter Maagøe Petersen

**Viegand Maagøe**

Nr. Farimagsgade 37

1364 København K.

Telefon 33 34 90 00

## Indholdsfortegnelse

1	Introduktion .....	5
1.1	Sammenfatning - metode .....	5
1.2	Sammenfatning - procesenergiforbrug .....	6
1.3	Sammenfatning - indsatsområder .....	6
2	Definition af procesenergi .....	9
2.1	Definition af procesenergi i denne analyse.....	9
2.2	Kortlægningsstruktur.....	9
3	Universitetslaboratorier og hospitaler .....	13
3.1	Universitetslaboratorierne .....	13
3.2	Hospitalerne.....	13
4	Procesenergi på universitetslaboratorier.....	15
4.1	Elforbrug.....	16
4.2	Varmeforbrug .....	20
4.3	Standbyforbrug på laboratorier .....	22
4.4	Sammenfatning for laboratorier .....	24
5	Procesenergi på hospitaler .....	26
5.1	Elforbrug.....	26
5.2	Varmeforbrug .....	31
5.3	Standbyforbrug på hospitaler .....	32
5.4	Sammenfatning for hospitaler.....	34
6	Indsatsområder .....	36
6.1	Stinkskabe .....	36
6.2	Ventilation .....	39
6.3	Forsyningsanlæg.....	44
6.4	Teknologiprojekter .....	47
6.5	Drift og standbyforbrug .....	48
6.6	Indkøbsprocedurer .....	52
6.7	Energibevidst projektering .....	54
6.8	Energiledelse (og energistyring).....	56
6.9	Netværksaktiviteter.....	58
6.10	Kompetenceopbygning .....	59
7	Konklusion .....	61
8	Referencer .....	63



# 1 Introduktion

Bygningsstyrelsen (BYGST) og Energistyrelsen (ENS) har som led i arbejdet med energirenoveringsstrategien ønsket at undersøge universitetslaboratorier og hospitalers forbrug af procesenergi nærmere. Formålet med analysen er, at kortlægge relevante indsatsområder ift. at opnå energibesparelser ved renovering og nybyggeri af universitetslaboratorier og hospitaler.

Projektet skal således danne baggrund for planlægning af fremtidige indsatsområder.

Analysen er gennemført i perioden oktober 2012 til marts 2013 og gennemført af flg. personer fra Viegand Maagøe:

Carsten Tonn Petersen  
Louise Hedelund Sørensen  
Mie Skaarup Brødsgaard  
Peter Maagøe Petersen  
Lise-Lotte Schmidt-Kallesøe

Projektleder fra BYGST har indtil 1. januar 2013 været Liv Kartvedt og herefter Lone Buch.

Udvalgte notater har løbende været kvalitetssikret af en af BYGST nedsat følgegruppe med repræsentanter fra Regionerne.

Vi har i denne rapport gjort en del ud af gennemgang af strukturen i kortlægningen (kapitel 2) Herefter gennemgås data for laboratorier i kapitel 4 efterfulgt af gennemgang af data for hospitaler i kapitel 5. Da standbyforbrug fra apparater viser sig at fylde en del i både laboratorier og hospitalers energiforbrug, er der i disse kapitler også samlet data på dette.

Kapitel 6 indeholder forslag til indsatsområder.

## 1.1 Sammenfatning - metode

Analysen af procesenergi har taget udgangspunkt i en gennemgang af materialer på området (se referencer). Materialerne omfatter bl.a. kortlægninger og data fra regionerne, Energistyrelsen (tidligere Go ´ Energi) samt Viegand Maagøe m.m. Dertil kommer diverse telefonsamtaler og møder med konsulenter samt medarbejdere fra BYGST.

Det er i gennemgang af kortlægningsmaterialer på området fundet at struktur og opgørelsesmetoder er meget forskelligartede og vanskelige at sammenligne. Der er i analyseprojektet derfor udarbejdet en ny anbefalet struktur for kortlægningsarbejder for både bygningsrelateret og procesrelateret energiforbrug. Det anbefales at denne struktur anvendes i fremtidigt kortlægningsarbejde for laboratorier hhv. hospitaler.

Procesenergiforbruget er i videst muligt omfang opdelt i diagrammer fordelt på el og varme. Slutanvendelser der er procesenergi, er sat med blå nuancer, men er også specificeret i bilag 8 og 9 i bilagsrapporten. Dog er områderne ventilation og køling ikke i blå nuancer, selvom en vis andel af energiforbruget til ventilation og køling typisk vil være procesrelateret.

For at kvalificere datasættet er der i projektførløbet besluttet at gennemføre kortlægninger på et hospital og et universitetslaboratorium. I januar 2013 har vi derfor besøgt Vejle Sygehus (som er del af Sygehus Lillebælt i Region Syddanmark) og Københavns Universitets laboratorier under KU Science (den gamle Landbohøjskole). Der kan læses mere om kortlægningerne i bilagsrapporten.

## 1.2 Sammenfatning - procesenergiforbrug

Det er samlet fundet, at procesenergiforbruget er omfattende på laboratorier og hospitaler. Der er som sammenfatning af de gennemførte kortlægningsarbejder opstillet energiforbrugsdata for hhv. et "gennemsnitslaboratorium" og et "gennemsnitshospital", hvilket viser:

- På et "gennemsnitslaboratorie" er det opgjort, at samlet 71 % af elforbruget er relateret til proces, når såkaldt "afledt" procesenergiforbrug er medregnet. Med "afledt" procesenergiforbrug menes de følgeforbrug af energi, der er til ventilation og køling m.m. pga. processer stiller krav om luftsifte og køling m.m.

For varmemeforbruget er det opgjort, at 26 % af varmemeforbruget er procesrelateret – først og fremmest som følge af varmetab grundet ekstra store luftsifter størstedelen af året. Det er meget begrænset, hvad procesudstyr og apparater har af direkte varmemeforbrug – næsten alt udstyr er elopvarmet.

Det er væsentligt at bemærke, at 60 % af elforbruget på laboratorier er opgjort som liggende uden for arbejdstid. På trods af at visse processer og apparater skal være i løbende drift er det gennem kortlægninger godtgjort at en del af dette forbrug må betegnes som overflådigt standbyforbrug.

- For et "gennemsnitshospital" er det opgjort, at samlet 60 % af elforbruget er relateret til proces når såkaldt "afledt" procesenergiforbrug er medregnet. Med "afledt" procesenergiforbrug menes igen de følgeforbrug af energi der er til ventilation og køling m.m. pga. processer stiller krav om luftsifte og køling m.m.

For varmemeforbruget er det opgjort at 30 % af varmemeforbruget er procesrelateret – først og fremmest som følge af varmetab fra ventilationsanlæg. Der er også et vist direkte procesenergiforbrug (10 %), men generelt er tendensen at mere og mere udstyr er eldrevet/elopvarmet.

Også på hospitaler vurderes standbyforbruget af elektricitet at være højt – af størrelsesordenen 35 % af det samlede elforbrug.

Det er vigtigt at understrege, at energiforbruget for det enkelte driftssted kan afvige betydeligt fra gennemsnitstallene angivet ovenfor afhængigt af funktion, alder og udformning af bygninger og procesudstyr det pågældende sted.

## 1.3 Sammenfatning - indsatsområder

Vores gennemgang har vist, at fokus på procesenergi i laboratorier og på hospitaler er i gang men, at der er potentiale for en fortsat og på flere områder udbygget indsats. Generelt er det dog sparsomt med energiforbrugsdata på området, hvilket især skyldes, at der pt. ikke er prioriteret at måle procesenergiforbruget på laboratorier og hospitaler.

Ved renovering og projektering af nybyggeri er der kun sjældent systematiske vurderinger af apparater/udstyrs energiforbrug, eftersom der næsten udelukkende fokuseres på bygningernes energiforbrug og hvordan de renoveres og projekteres mest energieffektivt.

I forhold til at sætte fokus på procesenergi i laboratorier og hospitaler er der i dette projekt nået frem til følgende konklusioner:

## Laboratorier

De langt væsentligste procesenergiområder i laboratorier er stinkskebe og ventilation, og det er indtrykket, at BYGST med de igangværende aktiviteter har godt fokus på relevante energisparepotentialer på dette område. Hvis det kan lykkes at udbrede erfaringer og "best practices" fra erfarne til mindre erfarne universiteter med laboratorier vil langt størstedelen af dagens energisparepotentialer, kunne realiseres.

Til dette formål er det relevant at bruge de allerede eksisterende erfa-grupper til at viderefordre. Men det skal understreges, at fx ventilationsområdet (centralt også ift. stinkskebe) er et teknisk kompliceret område, som kræver erfarne specialister, hvis det skal håndteres korrekt. Spørgsmålet er, om erfa-grupper hér vil kunne bruges til stimulere en korrekt indsats eller om regulær kompetenceopbygning hos rådgivere og nøglepersoner i laboratorier, er den bedste indsats. Det anbefales, at man omhyggeligt vurderer, hvordan det fulde energisparepotentiale på stinkskebe/ventilationsområdet kan realiseres.

For procesenergiområdet i øvrigt er udfordringen at forbruget af energi er fordelt på et meget stort antal typer af procesudstyr, der er vanskelige at gruppere eller udarbejde "best practices" for. Det er dog vurderingen, at der fortsat er væsentlige energisparepotentialer på denne type af udstyr og at en række metodemæssige indsatser kan anbefales:

- Udarbejdelse af generiske indkøbskrav for procesudstyr – både hvad angår udstyrets egetforbrug af energi og hvad angår det afledte energiforbrug i køleanlæg, trykluftanlæg m.m.
- Iværksættelse af procedurer for energibevidst projektering af procesudstyr – der er på blandt andet RUC opnået erfaring med dette, herunder med en ny aktivitetstype "energimæssig commissioning".
- Gennemførelse af "teknologiprojekter" for identifikation af "best practice" på enkelte områder, for eksempel HPLC-udstyr, autoklaver, fryserne (der foreligger en del erfaringer) m.m.
- Iværksættelse af adfærdskampagner på laboratorier ift. at minimere unødvendigt standbyforbrug

Det bør desuden sikres, at gode erfaringer på frontløberuniversiteter bruges aktivt hos andre universiteter. En mulig "driver" i dette kunne være etablering af simple energiledelsesprocedurer på alle universiteter.

Det vurderes, at et forsat og forstærket fokus på procesenergiområdet på laboratorier vil angå et besparelspotentiale af størrelsesordenen 15-20 % af det nuværende elforbrug såfremt der arbejdes med tilbagebetalingstider på op til 4 år. Det vil først og fremmest være stinkskebe/ventilation, der vil kunne opnå besparelser samt et generelt og systematisk fokus på adfærd og standbyforbrug for apparater og procesudstyr. Disse indsatser vil også realisere en vis varmebesparelse, men forudsætter i væsentligt omfang ledelsesopbakning og procedurer for energiledelse og indkøb af apparater og udstyr.

## Hospitaler

I forhold til procesenergiforbrug på hospitaler er det sammenfattende indtrykket, at der kan iværksættes centrale indsatser til fremme af energispareindsatsen ift. procesenergi på en række områder:

- Ventilation udgør sammenfattende en meget stor andel af energiforbruget på hospitaler (både el og varme) og trods begyndende arbejder med den lovpligtige ventilationsordning (LVE), er det indtrykket, at energisparepotentialerne er langt bredere og mere komplicerede end det kan håndteres med denne ordning. Spørgsmål omkring luftsifter er helt centrale, da der er observeret store forskelle i ventilerede luftmængder i ellers ens områder (operationsstuer, sengeafsnit osv.).
- Energibevidst projektering og indkøb af nyt procesudstyr er helt centralt ift. at sikre energieffektive apparater og effektive forsyningsanlæg. Energistyrelsens nye vejledning "Indkøb af Medicoudstyr – sæt energi i fokus" skal udbredes og erfaringsudveksling om håndtering af energibevidst indkøb- og projektering bør iværksættes.
- Adfærdsrelaterede besparelser på medicoteknisk udstyr vurderes fortsat at rumme vigtige energisparpotentialer der kan realiseres med involvering af klinikere og medicoteknikere.
- Teknologiprojekter om "Best practices" kan gennemføres på udvalgte områder, for eksempel fremstilling af rent vand (VFI) m.m.
- Energiledelse kan etableres med bredere fokus på energispareindsatsen end hidtil, herunder med involvering af klinikere og medicoteknikere.

Det anbefales, at der på tværs af regionerne etableres en erfa-gruppe med specielt fokus på procesenergiområdet og gennemførelse af fælles udviklingstiltag.

Det vurderes, at et forstærket fokus på procesenergiområdet på hospitaler vil angå et besparelspotentiale af størrelsesordenen 8-10% af det nuværende elforbrug såfremt der arbejdes med tilbagebetalingstider på op til 4 år. Det vil først og fremmest være ventilationsområdet der vil kunne opnå besparelser samt et generelt og systematisk fokus på adfærd og standbyforbrug for apparater og procesudstyr. En indsats på procesenergiområdet vil indirekte også medføre besparelser i rumvarmeforbrug via reducerede luftsifter.



## 2 Definition af procesenergi

### 2.1 Definition af procesenergi i denne analyse

Der foreligger ingen konkret definition af procesenergi, ligesom der ej heller foreligger så mange data målt på energien. Generelt tegner der sig et billede af, at procesenergien er et lidt overset område, da den relaterer sig til maskiner og processer og ikke til bygningsenergien. Der er dog i Bygningsreglementet angivet en liste over hvilke typer af energiforbrug, der kan kategoriseres som "procesenergi" (se kopi af liste i bilag 2 i bilagsrapport).

Listen må ud fra et teknisk synspunkt kategoriseres som upræcis, da en stor del af listen vedrører andet forbrug end egentlig procesenergiforbrug, for eksempel "udendørs belysning", "tavlebelysning" m.m. som må betegnes om typiske bygningsrelaterede energiforbrug. Desuden forholder listen sig kun til procesenergi som værende elforbrug og ikke også være energi brugt i relation til varmemeforbrug.

Udover at særligt udstyr, apparater og processer i laboratorier og hospitaler har et direkte energiforbrug medfører nogle også et ekstra energiforbrug. Dette afledte energiforbrug kan fx være ekstra kølebehov pga. intern varmelastning fra udstyr, hvilket medfører et afledt elforbrug. Procesenergi kan også have indflydelse på varmemeforbruget, fx i rum/bygninger, hvor der skal opretholdes et højt luftskifte, hvilket medfører et større opvarmningsbehov af ventilationsluften.

Det er derfor vigtigt at fokusere på, at procesenergi både kan indeholde et direkte og et afledt forbrug. Energiforbruget (for hhv. el og varme) bør derfor ved opgørelser opdeles på:

- Bygningsenergi
- Procesenergi
- Afledt procesenergi

### 2.2 Kortlægningsstruktur

Vi har derfor, på baggrund af ovenstående, i bilag 3 "Vurdering af emner anbefalet i kortlægningsstruktur" givet en overordnet bedømmelse af de enkelte emner på listen fra Bygningsreglementet med henblik på at videreføre de vigtigste områder i en opdateret liste. Hvert enkelt emne er vurderet i forhold til hvilken energigruppe, punktet vurderes til at tilhøre.

I det følgende gives der med baggrund i disse materialer forslag til struktur for, hvordan procesenergiforbruget kan opgøres på hhv. hospitaler og laboratorier.

Forslaget bygger på de erfaringer, vi som energivejleder har samt diverse kortlægninger foretaget på hospitaler gennem tiden.

Det er vigtigt, at man strukturerer procesenergiforbruget ift. følgende forhold:

- Der skal opnås en gennemsigtighed ift. at definere de rette indsatsområder for at opnå energibesparelser.

Der tænkes her specielt i, at procesenergi dels kan være et direkte el- eller varmemeforbrug m.m. til en proces eller et apparat, dels kan være et afledt energiforbrug i forsyningsanlæg, der er forbundet til apparatet.

Således vil en stor del af energiforbruget til trykluft og køling ofte være forårsaget af procesudstyr.

Overordnet set skal som nævnt det samlede energiforbrug på universitetslaboratorier og hospitaler, derfor opgøres i mindst tre kategorier:

1. Procesenergi
2. Afledt procesenergi
3. Bygningsenergi

På hospitaler er det måske relevant også at inddrage vaskerier og køkkener, da der også her kan forekomme procesenergiforbrug.

- Det skal gennem en kortlægning være muligt at forklare forskelle i energiforbruget i forskellige enheder under samme fællesbetegnelse.

For eksempel kan der være store forskelle i energiforbruget fra et hospital til et andet afhængigt af hospitalets funktion.

- Kortlægningsstrukturen skal - om muligt - kunne danne grundlag for de enkelte enheders egen kortlægning af eget energiforbrug, altså rumme kategorier for energiforbrug som enkelte afsnit kan rubriceres under.

Dette vil først og fremmest være relevant for hospitaler, men også laboratorier vil efter alt at dømme, kunne være ret forskellige afhængigt af om disse anvendes til forsøg, forskning, undervisning eller for eksempel er hospitalslaboratorier.

På den baggrund har vi udarbejdet nedenstående anbefalede struktur for, procesenergiforbruget på universitetslaboratorier og hospitaler fremover opgøres.

Energiområder indenfor proces er i nedenstående sat i relation til det samlede energiforbrug og tydeliggjort med kursiv.

### **Kortlægningsstruktur for universitetslaboratorier**

- Belysning
- Køkken og cafeteria
- Ventilation
  - Bygningsrelateret
  - *Procesrelateret*
- Køling
  - Bygningsrelateret
  - *Procesrelateret*
- *Procesenergi*
  - *Kemi/biologi laboratorium*
    - *Stinkskabe og kemikalieskabe*
    - *LAF-bænke*
    - *Varmeskabe og ovne*
    - *Autoklaver*
    - *Køle- og fryseskabe*
    - *Analysesystemer*
    - *Stationære måleapparater*
    - *Bærbare måleapparater*
    - *Vand og gas-anlæg*

- Varmebade
  - CO2-inkubator
  - Centrifuger
  - Strømforsyner
- Mekanisk/fysisk/el laboratorium
  - Produktions-pilot anlæg
  - Acceleratorer, separatorer, etc.
  - Laser-anlæg
  - Røntgen og ultralydsanlæg
  - Energi-anlæg (forsøgskedler, motorer, etc.)
- Værksteder
  - Bearbejdningsmaskiner
  - Procesudsug
  - Svejseudstyr
- Øvrig procesenergi
  - Trykluft og vakuum
  - Intern transport, inkl. elevatorer
  - IT til administrative opgaver

### **Kortlægningsstruktur hospitaler**

- Belysning
- Kontorudstyr
  - IT til administrative opgaver
  - IT til arbejdsstationer
- Køkken og cafeteria
- Vaskeri
- Ventilation
  - Bygningsrelateret
  - Procesrelateret
- Køling
  - Bygningsrelateret
  - Procesrelateret
- Procesenergi
  - Sterilcentral
    - Autoklaver (damp, trykluft)
    - Vaskeanlæg (varmt vand, el)
  - Billeddiagnostik
    - Røntgen, inkl. transportabelt udstyr
    - Ultralydsskannere
    - CT og PET/CT-scannere
    - MR-scannere
    - Servere til billedbehandling
  - Laboratorium
    - Stinkskabe
    - Varmeskabe
    - Køle- og fryseskabe
    - Fulldautomatiske Analysesystemer
    - Stationære apparater
    - Bærbart udstyr
    - Vandbehandlingsanlæg
  - Kirurgi
    - Anæstesiapparat
    - Specialbelysning

- *LAF-ventilation*
- *Intensiv o.l.*
  - *Overvågningsapparatur*
  - *Kuvøser*
- *Dialyse*
- *Øvrig procesenergi*
  - *Bækkenkøgere*
  - *Transportabelt udstyr*
  - *Gasser og vakuum*
  - *Intern transport, inkl. elevatorer*
  - *Hjælpemidler og fysioterapi*

Vi har anvendt ovenstående struktur i det omfang, der har været data til det.

I bilagsrapporten bilag 4 og 5 er der givet uddybninger af de meste vigtige områder og dermed mest relevante typer af procesenergi defineret i bilag 3.

I bilag 6 og 7 i bilagsrapporten er der derved opstillet bruttolister over udstyr, der skal kategoriseres som procesenergi på hhv. hospitaler og laboratorier.

### 3 Universitetslaboratorier og hospitaler

Som nævnt er data om procesenergiforbrug sparsomme. Det er især for universitetslaboratorierne, at data mangler, mens der tilsyneladende er et stigende fokus på procesenergi på hospitalerne, der også har et stort procesenergiforbrug.

#### 3.1 Universitetslaboratorierne

Der er seks store universiteter i Danmark, som har laboratorier fordelt på mange forskellige lokationer. Samlet set er der ca. 560.000 m<sup>2</sup> universitetslaboratorier, hvoraf næsten halvdelen hører under Københavns Universitet. Overordnet har universitetslaboratorierne flere forskellige typer af brugere (studerende, forskere osv.) og en del stor del af energiforbruget til proces er adfærdsbetinget.

Der findes ældre ELO nøgletal for energibrug i laboratorier (nøgletallene er baseret på indrapporteringer i perioden januar 1997 til maj 2002 foretaget til Konsulentsekretariatet for Energi- ledelsesordningen af konsulenter tilknyttet Energi ledelsesordningen, også kaldet ELO- ordningen).

ELO nøgletallene for laboratorier i forbindelse med undervisning er 84,5 kWh/m<sup>2</sup> for el og 170 kWh/m<sup>2</sup> for varme. Ud fra de 560.000 m<sup>2</sup> universitetslaboratorier giver det et samlet elforbrug på 47 GWh og et varmeforbrug på 95 GWh.

BYGST har i forbindelse energimærkning af en række universitetsbygninger beregnet et elforbrug til procesenergi. Metoden som er benyttet giver ikke en indikation på, hvad procesenergien i bygningerne bliver anvendt til, men et estimat af, hvor stor en andel af elforbruget, som går til proces.

Derudover gøres det opmærksom på, at der i dataen fra BYGST kun er fokuseret på el til procesenergi, og ikke på varmeforbrug. Procesenergi kan også have indflydelse på varmeforbruget fx ved et øget behov for luftsifte, hvorved der bliver et større opvarmningsbehov.

#### 3.2 Hospitalerne

Der eksisterer ca. 35 hospitaler (Kilde: Danske Regioner) i de fem regioner. Regionerne har derudover røntgenklinikker og scanningssteder fysisk beliggende på andre matrikler end denne undersøgelse dækker.

Overordnet set adskiller hospitaler sig meget fra andre bygninger ved at elforbruget relativt set er meget højere end i eksempelvis boliger og kontorbyggeri. Dette betyder også, at varmeforbruget udgør en mindre del af energibesparelespotentialer i hospitaler. Størstedelen af energiforbruget og energibesparelespotentialer på hospitalerne er således relateret til det elforbrugende hospitalsudstyr.

Det er især standbyforbrug, der skaber et højt elforbrug, da der f.eks. er en udbredt opfattelse blandt personale, at medicoteknisk udstyr ikke tåler at blive slukket.

I tabel 1 vises de samlede el- og varmeforbrug i flere af regionerne.

	El	Varme*
2011	GWh	
Region Hovedstaden	162	278
Region Midtjylland	86	129
Region Syddanmark	80	130
Region Nordjylland	51	-
Region Sjælland	42	76
TOTAL	420	612

*Tabel 1 Samlet el- og varmeforbrug i regionerne (graddagekorrigeret).*

Det er af Energistyrelsen opgjort at op mod 95 % af disse energiforbrug skyldes hospitalerne, der altså samlet set bruger næsten en faktor 10 energi mere end universitetslaboratorierne.

## 4 Procesenergi på universitetslaboratorier

BYGST har som nævnt i forbindelse med energimærkning af en række universitetsbygninger beregnet et elforbrug til procesenergi. Dette er gjort ved, at der for bygningen er beregnet et elforbrug til bygningsdrift (i Be10/energimærkningsprogrammet) samt skønnet et elforbrug til belysning. Disse to forbrug er trukket fra det samlede faktiske, målte elforbrug og resten defineres hermed som procesenergi. Denne fordeling af bygningsenergi og procesenergi tager udgangspunkt i, at det som ikke regnes med i Be10/energimærkningen er procesenergi jf. SBI's liste.

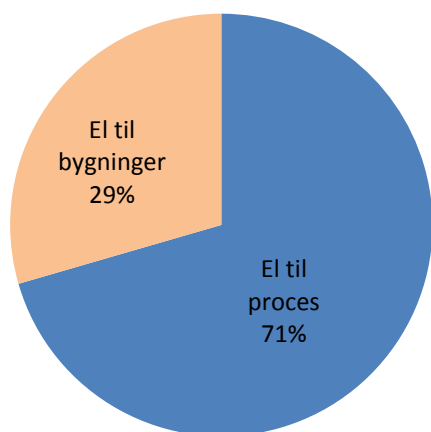
Denne metode giver altså ikke en indikation på, hvad procesenergien i bygningerne bliver anvendt til, men et estimat af, hvor stor en andel af elforbruget, som går til proces

Databasen fra BYGST indeholder elforbrug for en del af BYGSTs bygninger og er fordelt på henholdsvis bygningsel og procesel. Tal for universitetslaboratorierne er beregnet ud fra antagelsen om, at adresser hvis elforbrug til proces udgør 50 % eller mere af hele bygningens samlede elforbrug er bygninger, som indeholder laboratorier (Alaedin Seyedi, BYGST).

Denne sondring betyder dog, at bygninger som fx Arkitektskolen, Handelshøjskolen og Jurahuset medtages som laboratorier, hvorfor vi konkluderer, at der forekommer en vis fejl ved sondringen. At tage disse bygninger ud af datasættet vil dog være at gå imod den metode, der anvendes i BYGST og derfor indgår bygningerne i databehandlingen.

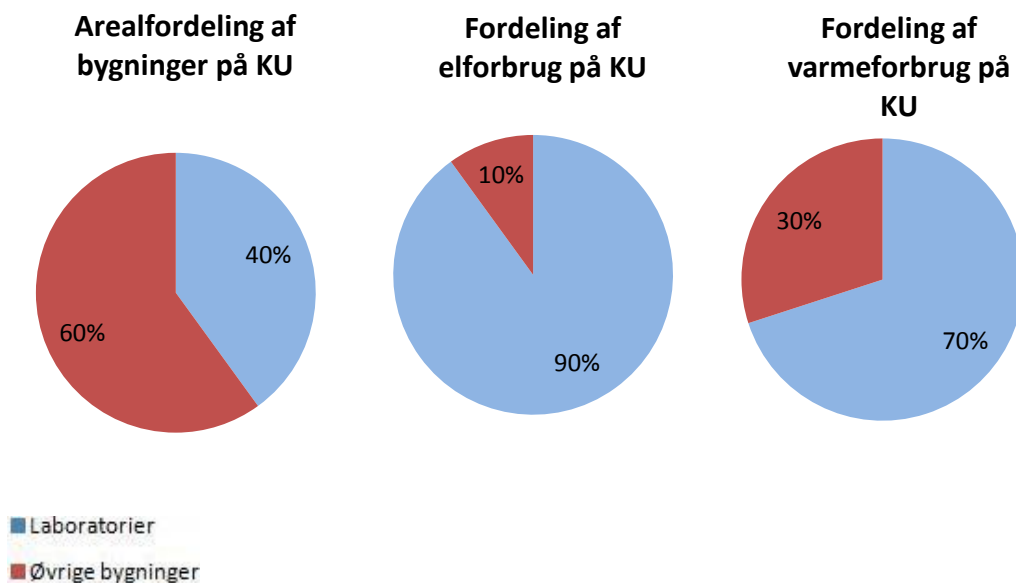
Figur 1 tager udgangspunkt i data fra databasen fra BYGST og viser, at 71 % af elforbruget på universitetslaboratorier går til proces, mens 29 % er el, der går til bygningsdrift.

### Elforbrug i universitetslaboratorier



Figur 1 Gennemsnitligt elforbrug på universitetslaboratorier /50/

Via figurer fra Green Campus på Københavns Universitet /6/ er figurerne i figur 2 udarbejdet. Tallene viser, at 40 % af arealerne på universitetet er laboratorier. Disse laboratorier står for 90 % af det samlede elforbrug, og de står for 70 % af det samlede varmeforbrug. Laboratorierne står derved for en væsentlig del af universitetets el og varmeforbrug.



Figur 2 Diverse fordelinger på KU /6/

#### 4.1 Elforbrug

Via kortlægningsdata er der set nærmere på fordelingen af elforbruget på tre universitetslaboratorier, hvoraf KU er nævnt i foregående:

- Københavns Universitet (KU)
- Danmarks Tekniske Universitet (DTU)
- Roskilde Universitets Center (RUC)

Derudover er også arbejdet med data for et unavngivent laboratorium\*, som er vist i figur 4 og 5 /6/.

Endeligt er data kvalificeret via besøg på KU Science laboratorium, hvor der er foretaget en registrering af to etager i en otte-etagers repræsentativ universitetsbygning fra 1970. Bygningen indeholdt både laboratorier og kontorer.

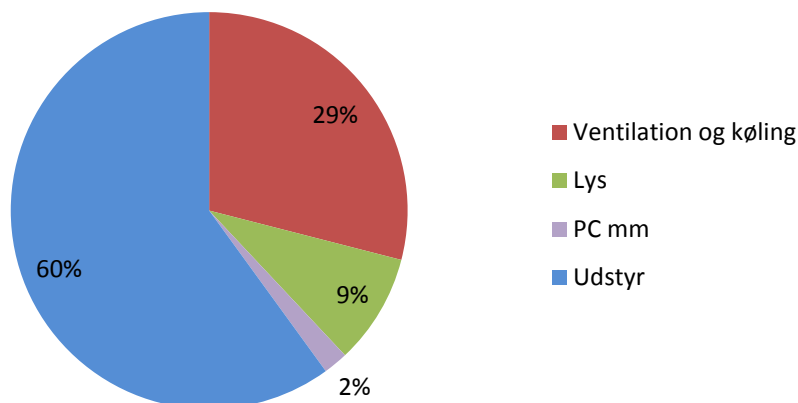
Grupperingen for figur 3-7 er vist i bilag 8 i bilagsrapporten.

I figur 3 er det igen tydeligt, at "Udstyr" på DTU står for over halvdelen (60 %) af elforbruget og at det dermed at procesel, der fylder mest i elforbruget.

- Der er ikke i referencen tydeliggjort, hvilket laboratorium der er tale om.



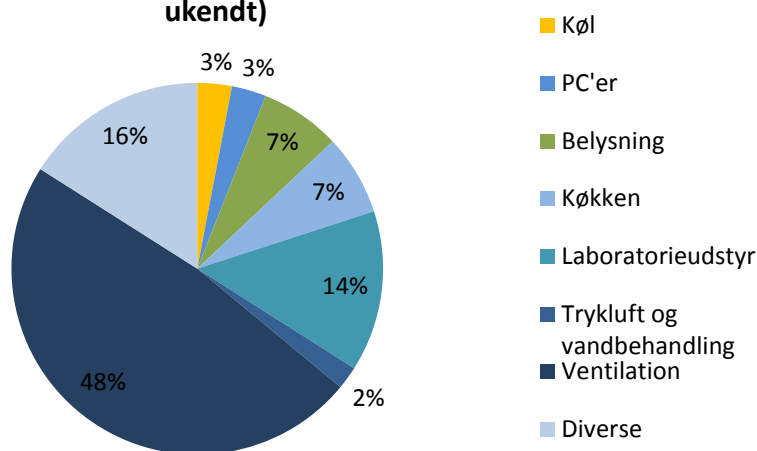
### Fordeling af elforbrug DTU Miljø



Figur 3 Fordeling af elforbrug DTU Miljø /7/

Procesenergi til varme udgør 90 % af det samlede elforbrug i en unavngivent laboratoriebygning (se figur 4). I figur 4 ses, at størstedelen af procesel i bygningen går til "Laboratorieudstyr", mens "Diverse" og "Køkken" også udgør en pæn del.

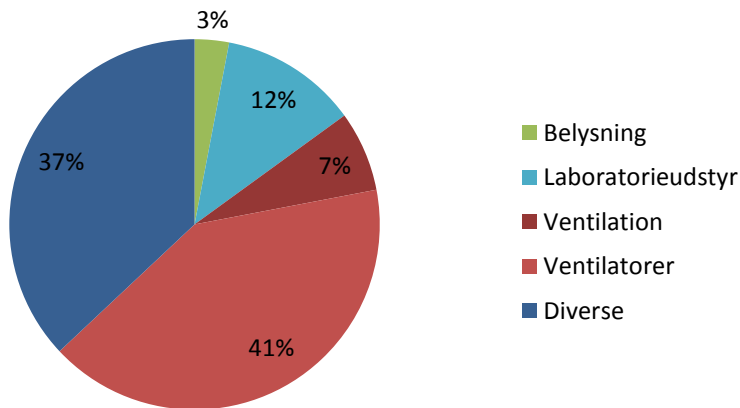
### Elforbrug laboratoriebygning - 190 MWh/m<sup>2</sup>/år (årstal ukendt)



Figur 4 Fordeling af elforbrug i en dansk laboratoriebygning - 190 MWh/m<sup>2</sup>/år - årstal ukendt /6/

På figur 5 kan det ses, at procesenergien udover ventilation i et universitetslaboratorium består mest af "Diverse" som udgør 37 %, mens laboratorieudstyret står for 12 % af energiforbruget. Procesenergiforbruget i et laboratorium udgør altså 49 % af det samlede energiforbrug. Resten går primært til ventilation.

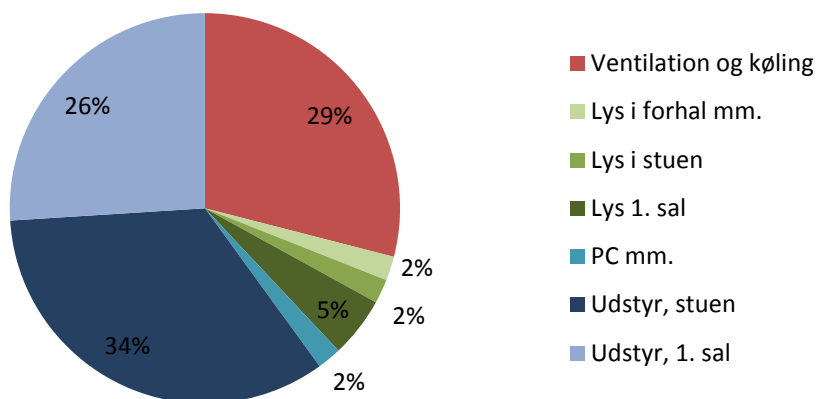
### Fordeling af elforbrug i et laboratorium (årstal ukendt)



Figur 5 Fordeling af elforbrug i et dansk laboratorium - årstal ukendt /6/

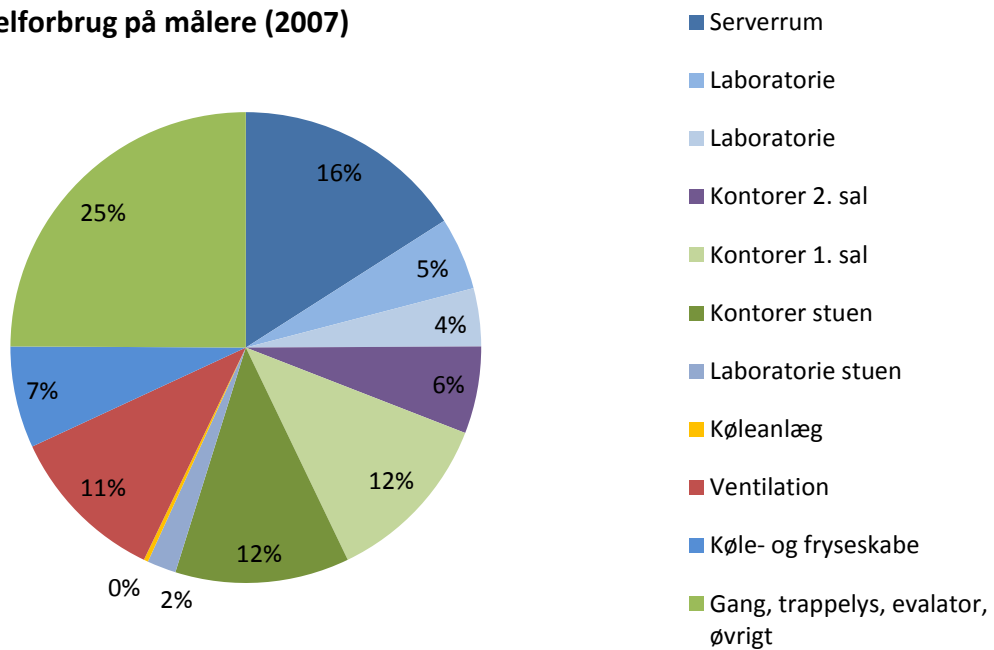
Data fra DTU bekræfter, at procesel udgør en stor del af det samlede elforbrug på et laboratorium. I figur 6 udgør procesel 62 % af det samlede elforbrug i bygning 113, mens ventilation udgør 29 %.

### Fordeling af elforbrug 2005 (280 MWh/år)



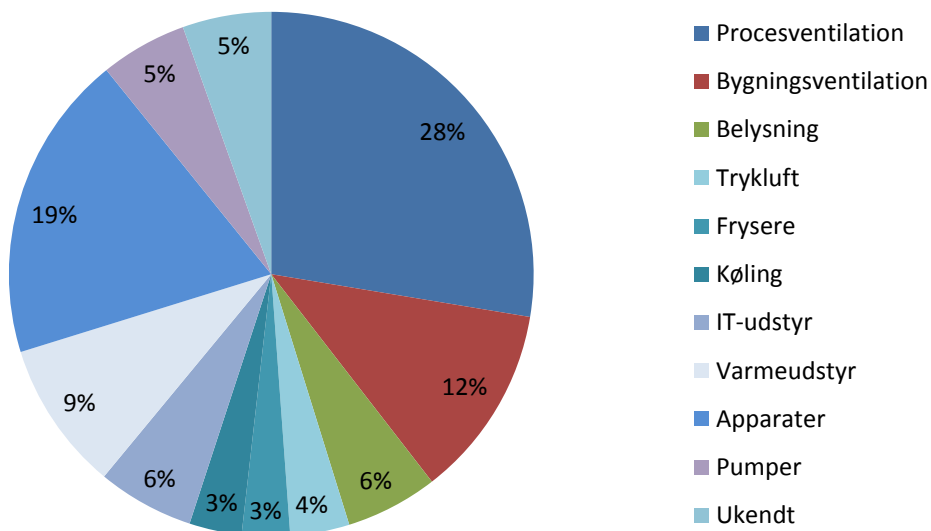
Figur 6 Fordeling af elforbrug (280 MWh/år) i DTU Miljøbygning 113, 2005 /47/

### Fordeling af elforbrug på målere (2007)



Figur 7 Fordeling af elforbrug på målere i DTU Miljøbygning 115, 2007 /47/

I bygning 115 på DTU udgør laboratorieudstyr kun 18 %, mens 30 % går til kontorer og 25 % til "Gang, trappelys, elevator, øvrigt". Det tyder på, at der i denne bygning er flere kontorer og store fællesarealer, hvilket også kan forklare de kun 11 % til ventilation.



Figur 8 Fordeling af elforbrug på KU Science /48/

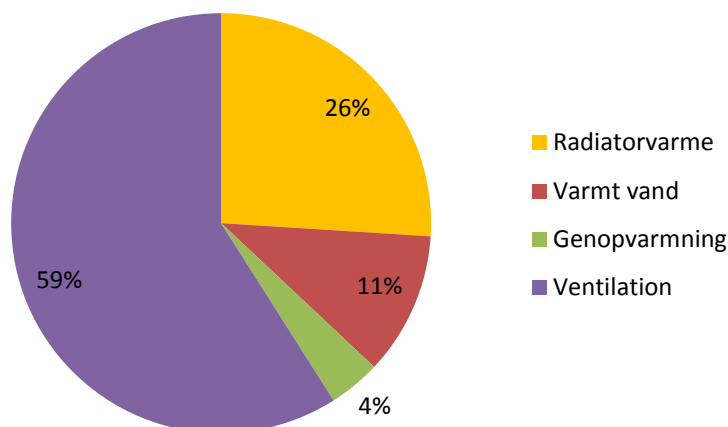
På KU Science (figur 8) udgør procesel 77 % af elforbruget. Procesventilation udgør 28 % og apparater 19 %, mens de resterende 30 % består af pumper, varmeudstyr, fryserne, forsyningsanlæg mv. I kortlægningen af KU Science er der taget højde for inddelingen i hhv. procesventilation og bygningsventilation, og det kan ses, at bygningsventilationen her står for under en tredjedel.

## 4.2 Varmeforbrug

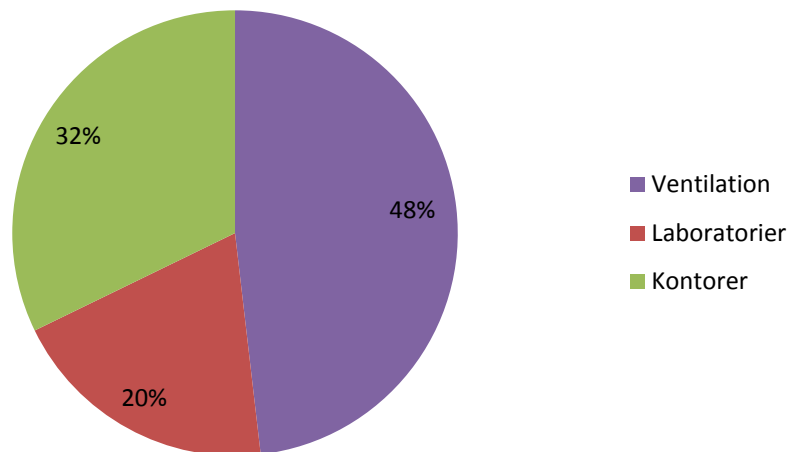
Det er vanskeligt at finde data for varmekonsumet på universitetslaboratorierne. I nedenstående er kun data fra et unavngivent laboratorium. Data er sammenholdt med kortlægningen fra KU Science.

Derudover har vi set nærmere på universitetslaboratoriernes energimærker. Via disse vil det være muligt at finde bygningsmassernes varmekonsum. Men det er ikke muligt, at få laboratoriernes varmekonsum. I forhold til dette projekt vil den viden ikke give værdi, og derfor har vi undladt at bruge ressourcer på at arbejde videre ud fra energimærkerne.

### Varmeforbrug laboratoriebygning (140 kWh/m<sup>2</sup>/år)



Figur 9 Fordeling af varmekonsum (140 kWh/m<sup>2</sup>/år) i en dansk laboratoriebygning /6/



Figur 10 Fordeling af varmeforbrug på KU Science /48/

Der er i dette projekt ikke været særlig mange data til rådighed omkring varmefordeling, hvorfor en konklusion vil være behæftet med stor usikkerhed. I forhold til figur 9 ses det, at ventilation udgør ca. 60 % af varmeforbruget i en ukendt laboratoriebygning, mens de resterende 40 % kan betegnes som bygningsopvarmning. I figur 10 fra KU Science ses det ligeledes, at ventilation udgør omkring halvdelen af varmeforbruget.

Det vurderes herunder, at unødigt drift af stinkskebe uden for arbejdstiden fortsat udgør et væsentligt standbyforbrug på laboratorier – mange stinkskebe er af ældre dato uden moderne instrumentering. Dette til trods for, at energiforbrug til stinkskebe har været i fokus på mange laboratorier. Specielt unødigt drift af stinkskebe har stor indflydelse også på varmeforbrug på grund af de store luftmængder, der bortventileres.

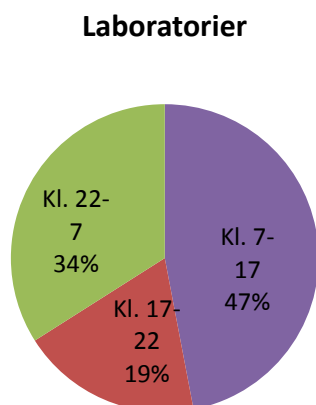
Øvrige eksempler på indsatsområder ift. adfærd på laboratorier kan være:

- Brug af fryserne – "pakkes" disse optimalt eller kan fryserne slukkes i periode med lavere krav til opbevaringsplads?
- Drift af vandsystemer (sterilvand) og produktion af dette – skal disse være i drift altid eller kun i forbindelse med visse processer og forsøgstyper?
- Anvendelse af autoklaver, vaskemaskiner og varmeskebe – anvendes der for eksempel hele/fyldte bakker eller kan arbejdsgange planlægges anderledes?
- Computere og IT-udstyr anvendt til at styre apparater og opstillinger – behøver skærme og øvrigt IT-udstyr at være tændt døgnet rundt?

### 4.3 Standbyforbrug på laboratorier

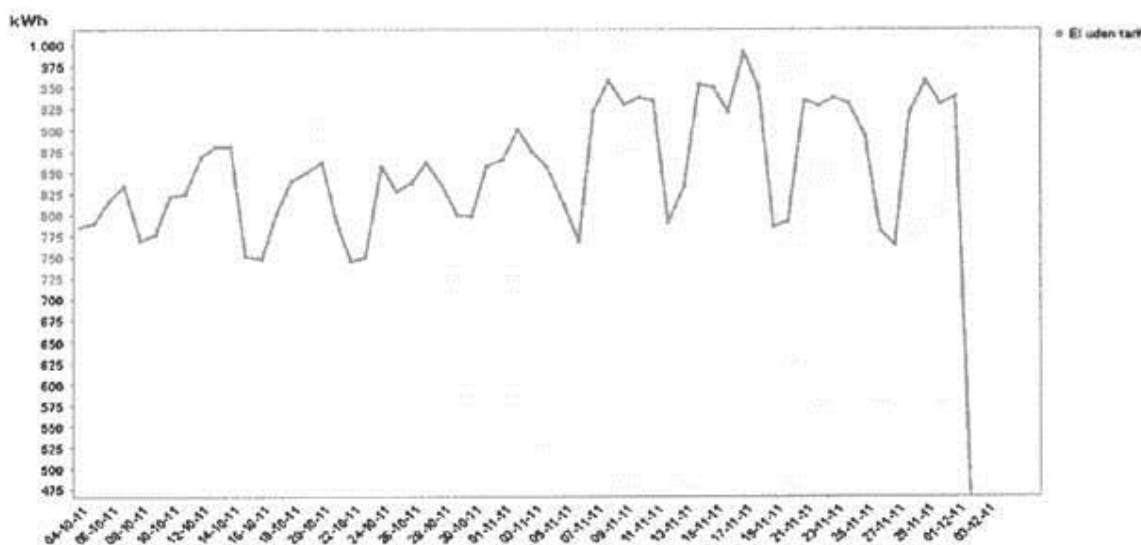
Standbyforbrug er et vigtigt område på laboratorier, da en del af procesenergien går til apparater og anlæg der er tændt, når det ikke anvendes (aften, nat og weekender). Hvad angår laboratorieudstyr så kan mere end 90 % af energiforbruget ske på standbydrift, hvor udstyret er tændt men ikke bliver brugt.

På figur 11 ses elforbrugets fordeling over døgnet for 11 laboratorier. Som forventet ligger omkring halvdelen af elforbruget i dagstimerne, hvor der typisk er mest aktivitet på laboratorier. På laboratorier vil der være analyser, der kører natten over. Men det at omkring 30 % af elforbruget ligger om natten, siger også noget om størrelsen af det standbyforbrug, der er på området.



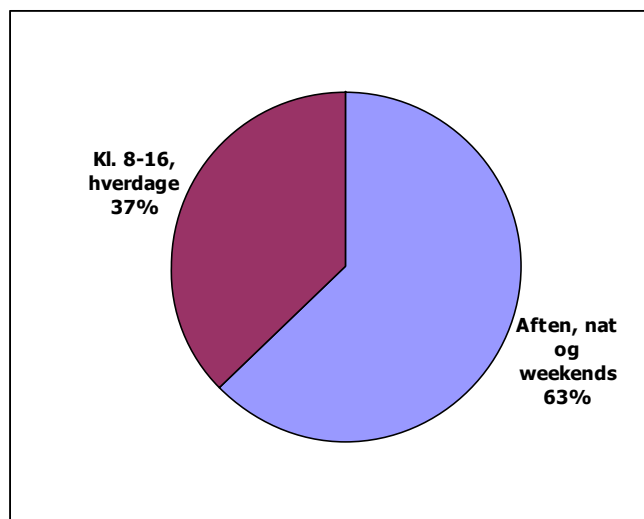
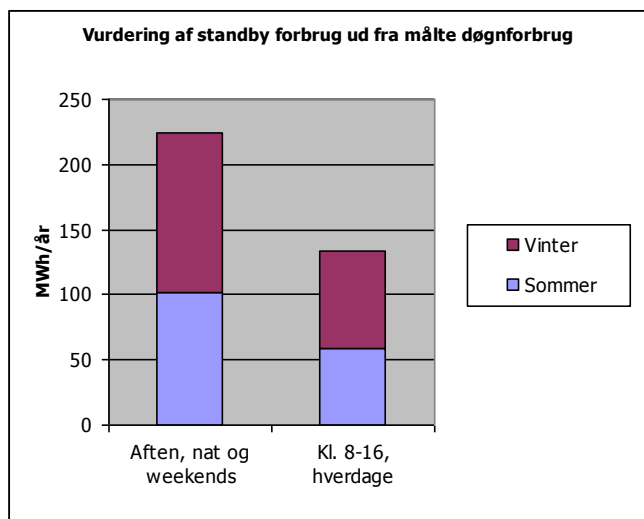
Figur 11 Elforbrugets fordeling over døgnet. På basis af 11 laboratorier. /se-elforbrug, [www.ens.dk/offentlig-og-erhverv/vaerktoejer/se-elforbrug/](http://www.ens.dk/offentlig-og-erhverv/vaerktoejer/se-elforbrug/)

På figur 12 ses døgnmålinger for et laboratorium på RUC. De laveste punkter svarer til weekender, hvor der tydeligt ses en nedgang i elforbruget. Forbruget på 775 kWh i weekenderne er standbyforbruget. Det vides ikke, om det er ventilationssystemets styring, der er indstillet til at kører nedsat drift i weekenderne eller om noget udstyr slukkes fredag eftermiddag.



Figur 12 Døgnmålinger over 2 måneder for et laboratorium på RUC /4/ /27/

Nedenfor er vist resultater fra kortlægningen af elforbrug til procesudstyr, som er foretaget på to etager med mange forskellige slags forskningslaboratorier ved KU (Science). Kortlægningen viser ud over fordelingen på diverse poster også noget om tomgangsforbrug, og hvor stort et potentiale der kan være. Det viste forbrug er baseret på målinger eksklusiv forbrug til ventilation og andre fællesanlæg, altså udelukkende lys, IT-udstyr og apparater. Dette forbrug kan betegnes som direkte adfærdsafhængigt.



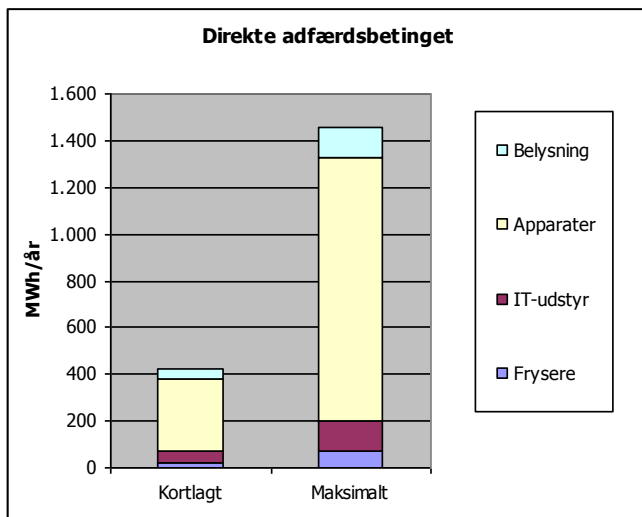
Figur 13 Elforbrug KU Science hverdag/weekend /48/

Figur 14 Årligt elforbrug på KU Science /48/

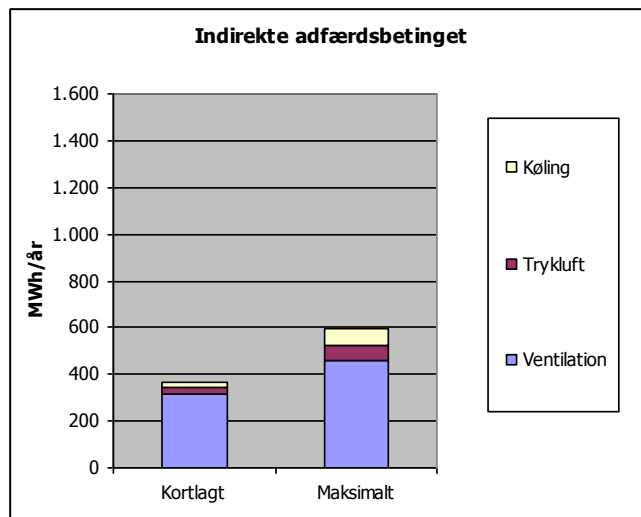
Tolkningen er så enkel, som man umiddelbart kan tro. Det er sikkert, at der er noget at spare, men man må tage højde for at en del af udstyret med vilje er i drift uden for arbejdstiden.

Ved rundering på en dag med lav aktivitet var en meget stor del af udstyret slukket. Et forsigtigt bud på et potentiale vil være halvdelen af det forbrug, som findes uden for arbejdstiden 8-16, dvs. ca. 30 % må kunne slukkes.

For at anskueliggøre dette er nedenfor vist, hvor galt det ville være, hvis det installerede IT-udstyr, lys og apparater var i drift altid og der derved ville være et maksimalt forbrug. Til sammenligning er også vist det indirekte adfærdsafhængige forbrug i samme situationer:



Figur 15 Direkte adfærdsbetinget elforbrug

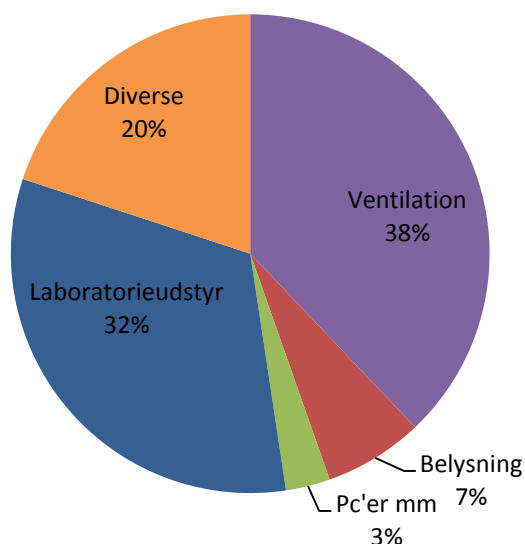


Figur 16 Indirekte adfærdsbetinget elforbrug

Standbyforbruget har en indirekte indflydelse på elforbruget til drift af ventilationsanlæg (og derfor også varmekonsum), der i mange tilfælde må køre mere end bygningsmæssigt nødvendigt for at bortføre den varme, der afsættes via standbyforbruget.

#### 4.4 Sammenfatning for laboratorier

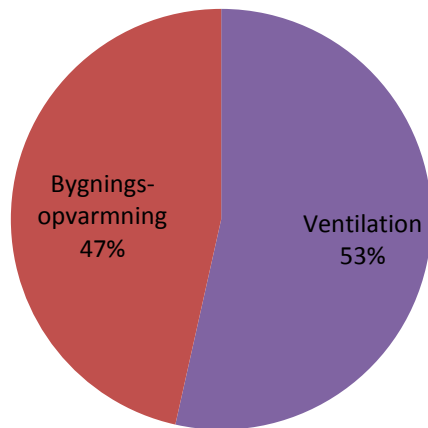
Størstedelen af elforbruget på laboratorier går til ventilation (ca. 40 %) og apparater (ca. 30 %). Der er en vis forskel mellem de forskellige typer af laboratorier, bl.a. i udnyttelse af laboratoriearealer og udstyrstyper som påvirker fordelingen af elforbrug. Endvidere er der ikke skelnet mellem procesventilation og bygningsventilation i de fremlagte kortlægninger.



Figur 17 Fordeling af el på et gennemsnitslaboratorium



Ventilation udgør ligeledes størstedelen af varmekonsumet (ca. 50-60 %), mens det resterende går til bygningsopvarmning.



Figur 18 Fordeling af varmekonsum på gennemsnitslaboratorium

Varmekonsum i laboratorier har, hvis man skal konkludere ud fra de opgørelser der i dette projekt er fremkommet, ikke tidligere været et fokusområde. Det er meget få steder, hvor der er kortlagt varmekonsum.

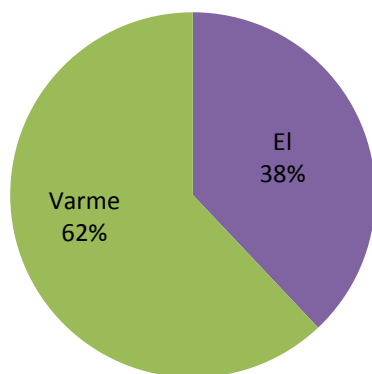
Ingen af kortlægningerne har poster, der kan henføres til procesvarme. Det er svært at afgøre, om det er fordi, der ikke er anvendt procesvarme eller om det er fordi, der ikke er fokuseret på det. Som eksempel kan nævnes damp til sterilisering, som både kan fremstilles lokalt med el eller i en dampkedel.

Procesenergiforbruget af el udgør på laboratorier i størrelsesordenen 50-90 % inkl. ventilation, mens der ikke er fundet kortlægninger, der specificerer procesvarme.

## 5 Procesenergi på hospitaler

Energifordelingen på hospitalerne fordeler sig gennemsnitligt med 62 % til varme og 38 % til el (se figur 19), som det fremgår af de fem regioners grønne regnskaber og miljøredegørelser /44-48/.

### Fordeling af energiforbrug på hospitaler



Figur 19 Gennemsnitlig fordeling af el- og varmeforbrug på danske hospitaler /44-48/

### 5.1 Elforbrug

Der er via tidligere kortlægningsdata set nærmere på fordelingen af elforbruget på fem hospitaler:

- Køge Sygehus
- Frederiksberg Hospital
- Frederikssund Hospital
- Næstved Sygehus
- Herlev Hospital

Derudover er data kvalificeret via kortlægning hos Vejle Sygehus.

I tabel 2 ses en oversigt over de to største elposter for de fem førstnævnte hospitaler nemlig procesenergi og ventilation.

	Procesenergi (%)	Ventilation (%)
<b>Køge Sygehus (1980'erne)</b>	32	42
<b>Frederiksberg Sygehus (1903)</b>	40	32
<b>Frederikssund Sygehus (?)</b>	30	26
<b>Næstved Sygehus (1960'erne)</b>	49	11
<b>Herlev Hospital (1970'erne)</b>	30	37

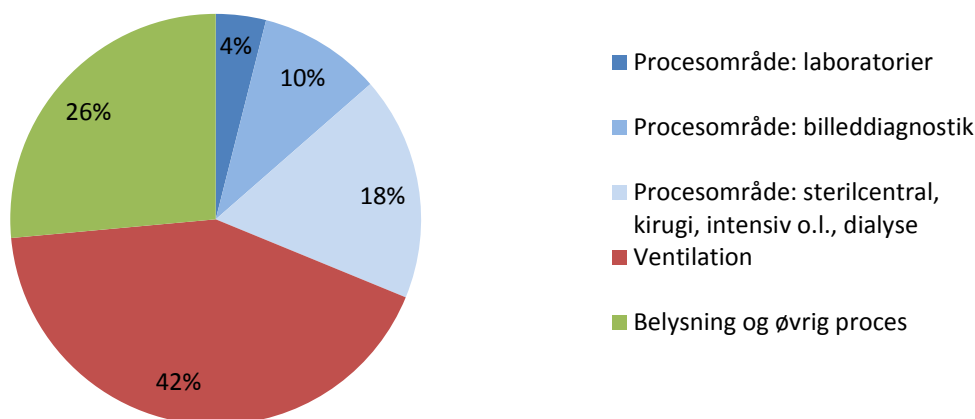
Tabel 2 Oversigt over elforbruget til procesenergi og ventilation - i parentes er angivet, hvornår hospitalerne er opført (se bilag 9 for gruppering der ligger til grund for posten procesenergi).

Som det ses i tabel 2, udgør elforbruget til procesenergi 30-40 % og til ventilation 26-42 %. Kortlægning for Næstved Sygehus indeholder anvendelsesformålet "Øvrigt teknisk el" og det må erfaringsmæssigt indeholde en del el til ventilation. Det fremgår desuden af tabellen, at hospitalerne er af forskellig alder, men da procesenergiforbruget er opgjort forskelligt på de fem hospitaler, kan der ikke umiddelbart ses en sammenhæng mellem bygningernes alder og elforbrug til proces. Der ses en tendens til, at de nyeste hospitaler har det største elforbrug til ventilation.

I figurene 20-24 ses fordelingen af elforbruget på anvendelsesområder for de fem hospitaler.

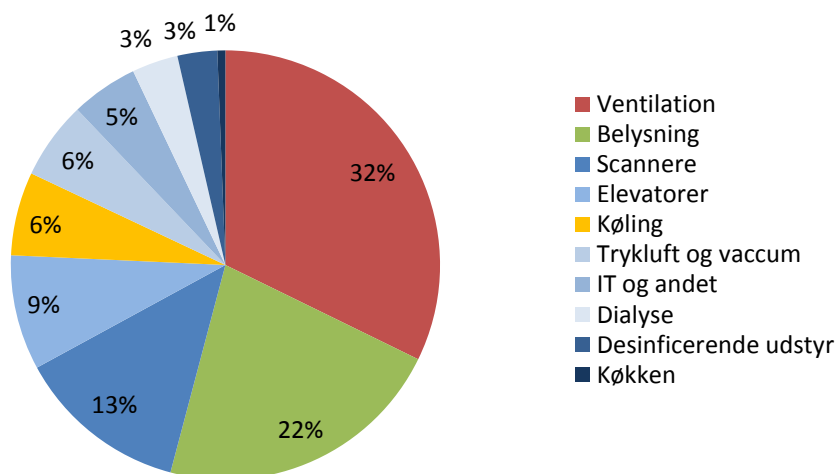
Køge Sygehus (se figur 20) har flest konkrete data på procesområder og det ses, at procesenergiforbruget udgør 32 % (hertil kommer en del af de 42 % under "Belysning og øvrige proces").

### Fordeling af elforbrug på Køge Sygehus (2011)



Figur 20 Fordeling af elforbruget på Køge Sygehus 2011 /20/

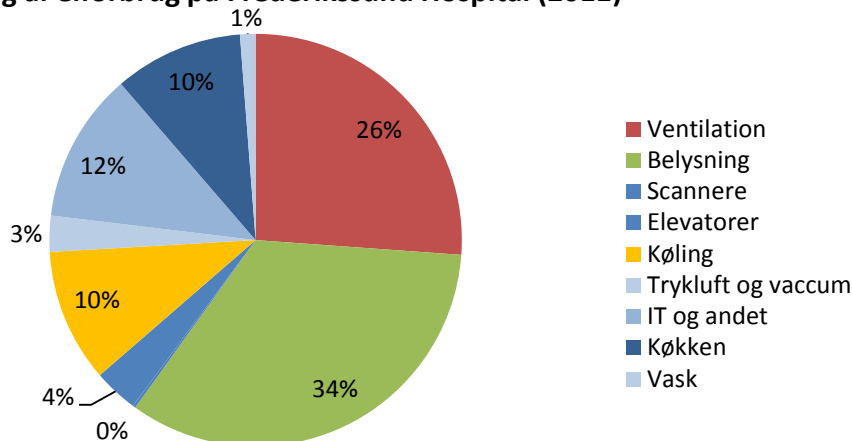
### Fordeling af elforbrug på Frederiksberg Hospital (2011)



Figur 21 Fordeling af elforbruget på Frederiksberg Hospital 2011 /2/

På Frederiksberg Hospital (se figur 21) udgør elforbrug til proces 40 %, mens det på Frederikssunds Hospital (se figur 22) kun udgør 30 %. Forskellen kan skyldes, at der på Frederikssunds Hospital ikke er et dialyseafsnit.

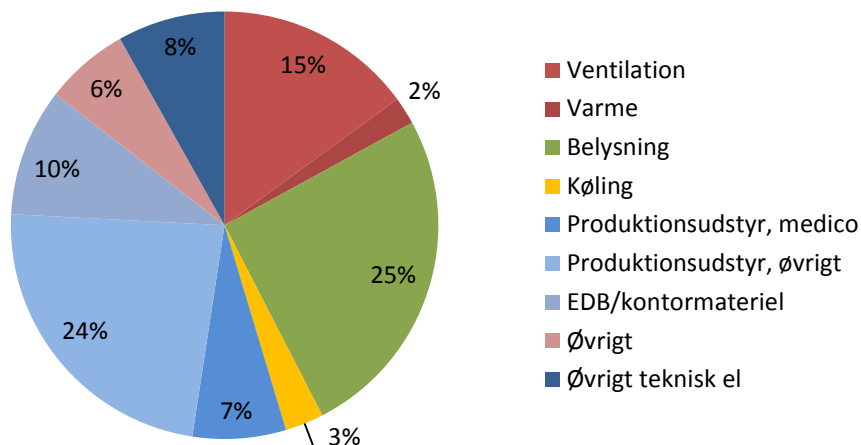
### Fordeling af elforbrug på Frederikssund Hospital (2011)



Figur 22 Fordeling af elforbruget på Frederikssunds Hospital /1/

På Næstved Sygehus (se figur 23) udgør elforbruget til proces 49 %, hvilket er noget højere end for de andre kortlagte hospitaler. Som før nævnt antages, at en del af elforbruget til ventilation er indeholdt i anvendelsesformålet "Øvrigt teknisk el". Dette punkt er desuden meget bredt, og derfor formodes, at der er medtaget andet end el til procesformål. Ligeledes er anvendelsesformålet "EDB/kontormateriel" medtaget som procesenergi. Det er ikke muligt konkret at se, hvad området dækker.

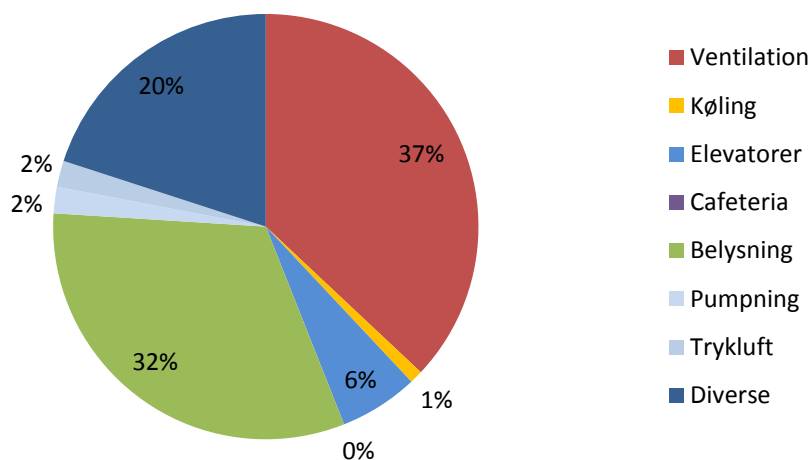
### Fordeling af elforbrug på Næstved Sygehus (2007)



Figur 23 Fordeling af elforbruget på Næstved Sygehus 2007 /34/

På Herlev Hospital (se figur 24) udgør elforbruget til proces 30 %, hvilket er i den lave ende set i forhold til de fire øvrige hospitaler. I figuren ses, at kortlægningen er fra 1996 og at anvendelsesformålene ikke inkluderer punkter med medicoteknisk, produktionsudstyr eller andet. Derfor har vi medregnet "diverse" som procesenergi. Det er en gammel kortlægning og det kan ikke ud fra kilden vurderes, om der evt. kan være undladt noget.

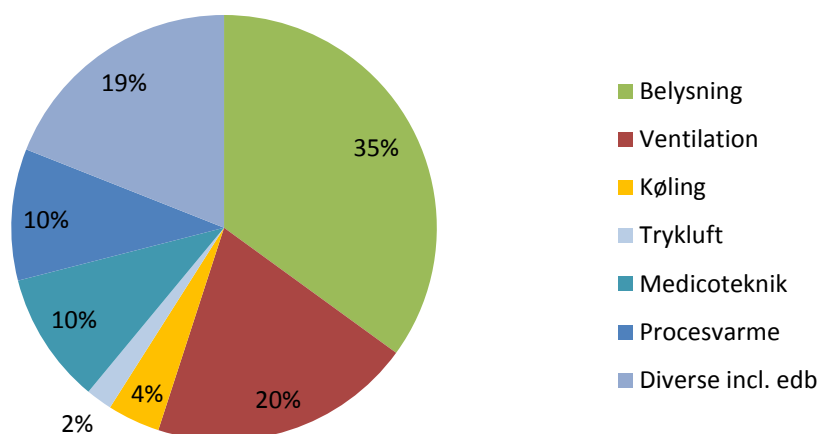
## Fordeling af elforbrug på Herlev Hospital (1996)



Figur 24 Fordeling af elforbruget på Herlev Hospital 1996 /9/

I figur 25 ses et overslag på elfordelingen på hospitaler fra Energihåndbogen 2002. Elforbrug til proces udgør her 41 % (trykluft, medicoteknik, procesvarme og diverse inkl. edb), mens elforbrug til ventilation udgør 20 %. Vi vurderer her, at det på baggrund af de øvrige hospitalsdata, forholder sig sådan, at ventilation er i den lave ende. Derfor er "Diverse inkl. edb" også her medtaget under proces.

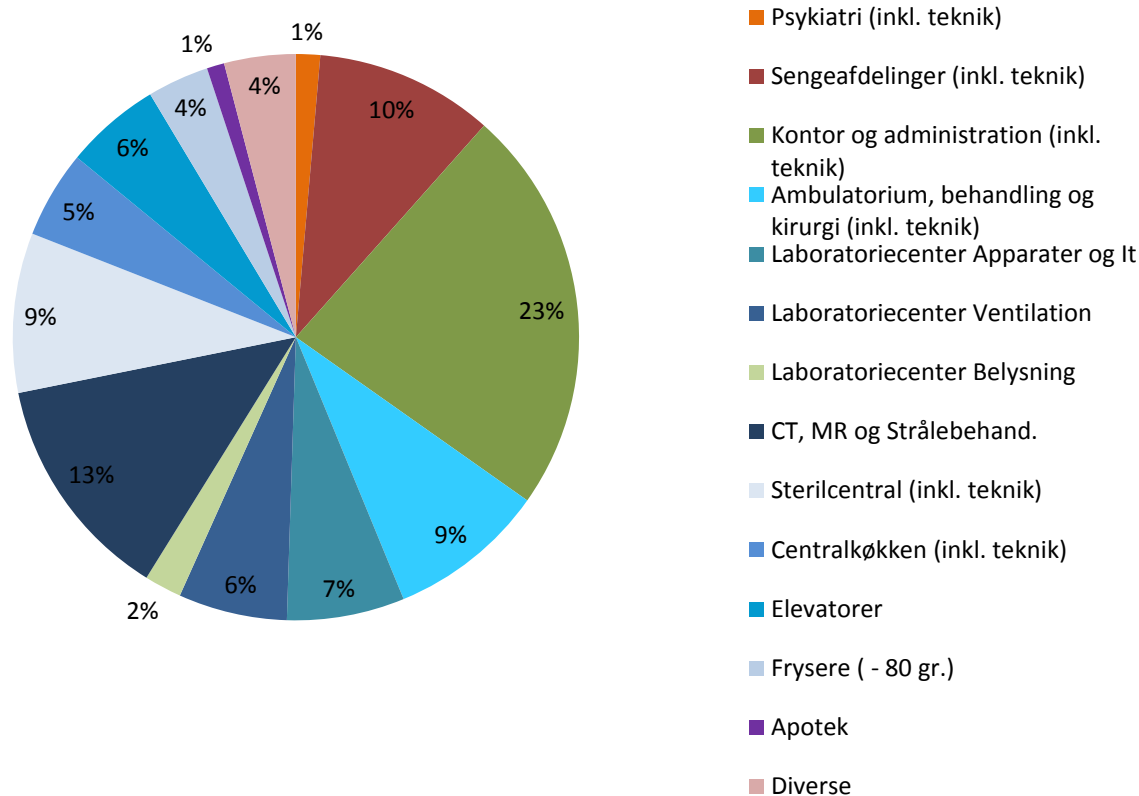
## Elforbrugets fordeling på slutanvendelse



Figur 25 Energihåndbog 2002s fordeling af elforbruget på slutanvendelse på hospitaler /51/

Som det fremgår af figurerne 20-24, så er de præsenterede kortlægningerne af forskellig alder og bygger på fem forskellige inddelinger af anvendelsesområder. Disse forskelligheder gør det vanskeligt at konkludere noget entydigt om procesenergi på hospitalerne.

Kortlægningsdata vil altid variere fra hospital til hospital, da energifordelingen afhænger meget af hvilke medicinske områder, det enkelte hospital har samt af, hvorvidt hospitalet har udlicite- ret områder som fx sterilisering til eksterne sterilcentraler.



Figur 26 Elforbrug på Vejle Sygehus 2012

På Vejle Sygehus var det ikke muligt at kortlægge ventilation, belysning og andre tekniske områder selvstændigt, hvorfor dette forbrug er indeholdt i de respektive bygninger.

El til procesformål udgør som det ses i figur 26 over 50 % forbruget (områder i blå nuancer). Laboratoriecenteret udgør sammenlagt 15 %, "CT, MR og Strålebehandling" udgør 13 % og "Ambulatorium, behandling og kirurgi" udgør 9 % af elforbruget. Sammenlagt giver det 37 % af elforbruget, der kan henføres til områder, som kan betegnes som medicoteknisk udstyr. Generelt vurderes, at 50 % af energiforbruget direkte kan henføres til brugerkrav og medicoteknisk udstyr som fx MR-scannere eller cyclotroner.

Kortlægningen af Vejle Sygehus har fokuseret udelukkende på elforbrug, og i forbindelse med kortlægning blev besøgt en sengeafdeling, laboratoriecenteret, en sterilcentral, strålebehandlingen, forskellige tekniske anlæg og medicoteknisk afdeling. I kortlægningen er der fokuseret meget på laboratoriecenteret, hvorfor detaljeringsgraden her er størst.

## 5.2 Varmeforbrug

Vi har via tidligere kortlægningsdata set nærmere på fordelingen af varmekonsumet på to hospitaler:

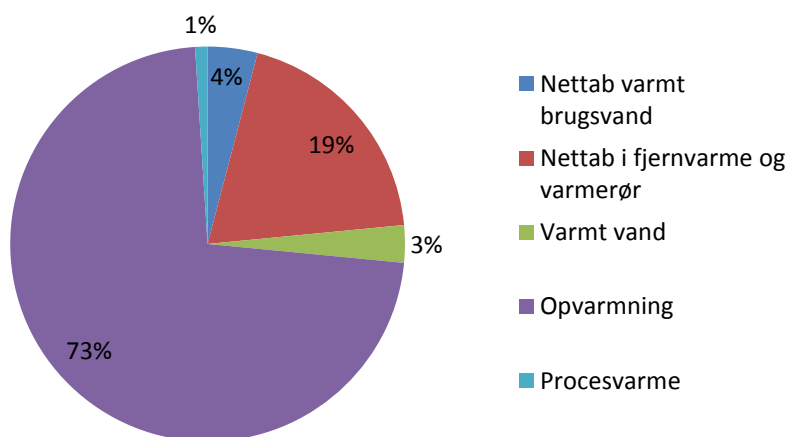
- Frederiksberg Hospital
- Frederikssund Hospital

Der er ikke kortlagt varmekonsum på Vejle Sygehus.

Af uvisse årsager er der ikke nær så mange data på fordeling af varmekonsum.

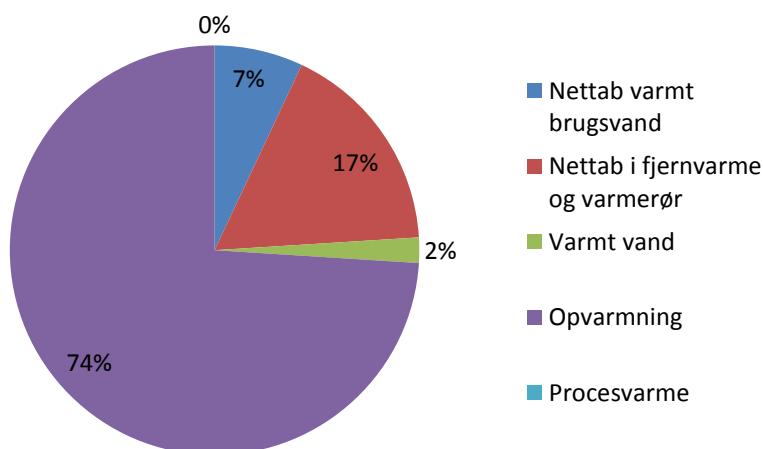
På Frederiksberg Hospital (se figur 27) udgør varmekonsum til procesformål 1 %, mens det på Frederikssund Hospital (se figur 28) udgør 7 %. Det er et forholdsvis lille forbrug til procesformål. Vi antager derfor, at det meget store anvendelsesformål "Opvarmning", som i kortlægningerne for hhv. Frederiksberg Hospital og Frederikssund Hospital udgør 73 % og 74 %, dækker over en del procesenergi.

### Fordeling af varmekonsum på Frederiksberg Hospital (2011)



Figur 27 Fordeling af varmekonsum på Frederiksberg Hospital 2011 /2/

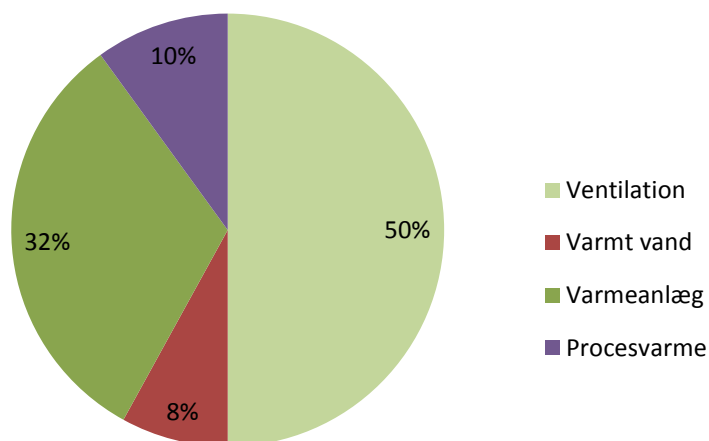
### Fordeling af varmekonsum på Frederikssund Hospital (2011)



Figur 28 Fordeling af varmekonsum på Frederikssunds Hospital /1/

I figur 29 ses et overslag på varmefordelingen på hospitaler fra Energihåndbogen 2002, her udgør varmeforbrug til proces 10 %. Desuden er her også medtaget anvendelsesformålene "Varmeanlæg" og "Ventilation", der tilsammen udgør 82 %. De 50 % af varmeforbruget til "Ventilation", må kategoriseres som procesenergi, derved løber det samlet op 60 %.

### Fordeling af varmeforbrug



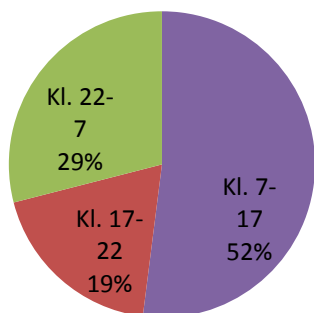
Figur 29 Energihåndbog 2002s fordeling af varmeforbruget på slutanvendelse på hospitaler /51/

### 5.3 Standbyforbrug på hospitaler

Standbyforbrug er et vigtigt område på hospitaler, da en del af procesenergien går til apparater og anlæg der er tændt, når det ikke anvendes (aften, nat og weekender). Hvad angår hospitalsudstyr så kan mere end 90 % af energiforbruget ske på standbydrift, hvor udstyret er tændt men ikke bliver brugt.

På figur 30 ses elforbrugets fordeling over døgnet for hospitaler. Som forventet ligger omkring halvdelen af elforbruget i dagstimerne, hvor der typisk er mest aktivitet på hospitaler. På hospitaler vil der være et vist forbrug om natten bl.a. til akutmodtagelse og patientpleje. Men det at omkring 30 % af elforbruget ligger om natten, siger også noget om størrelsen af det standbyforbrug, der er på området.

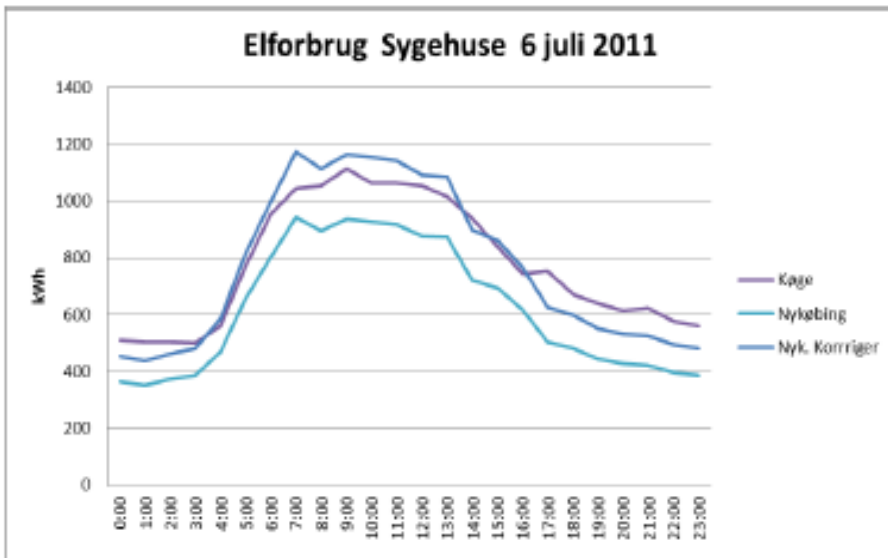
### Hospitaler



Figur 30 Elforbrugets fordeling over døgnet. På basis af 32 hospitaler. /se-elforbrug, [www.ens.dk/offentlig-og-erhverv/vaerktoejer/se-elforbrug/](http://www.ens.dk/offentlig-og-erhverv/vaerktoejer/se-elforbrug/)



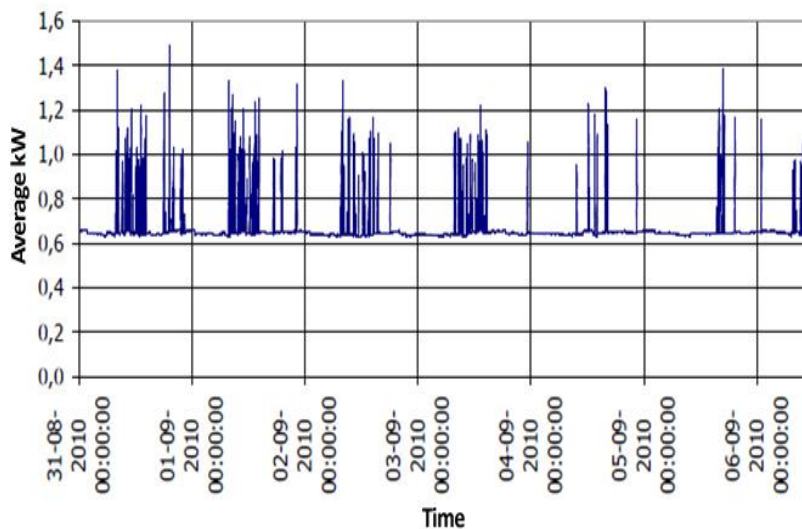
Figur 31 nedenfor viser elforbruget over døgnet på hhv Køge og Næstved Sygehus.



Figur 31 Døgnsforbrug af elektricitet.

På disse sygehuse er elforbruget om natten ca. det halve af i dagtimerne.

Figur 32 viser det målte elforbrug på et røntgenanlæg over en uge med fast højt standbyforbrug uden for brugsperioder.

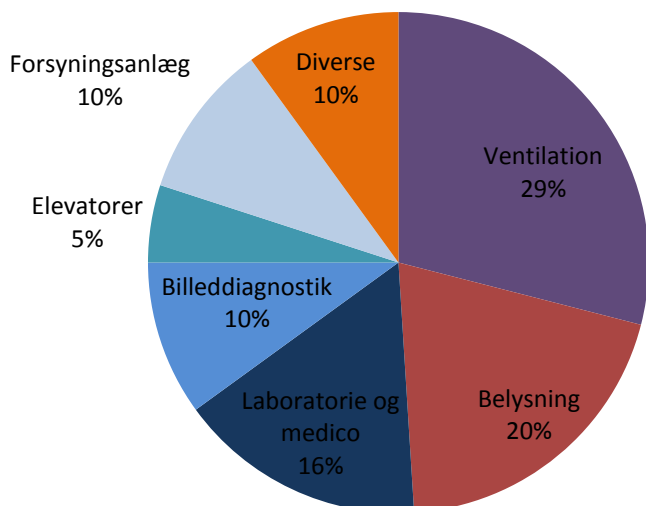


Figur 32 Elforbrug til røntgenanlæg over en uge.

Standbyforbruget har en indirekte indflydelse på elforbruget til drift af ventilationsanlæg (og derfor også varmekonsum), der i mange tilfælde må køre mere end bygningsmæssigt nødvendigt for at bortføre den varme, der afsættes via standbyforbruget.

## 5.4 Sammenfatning for hospitaler

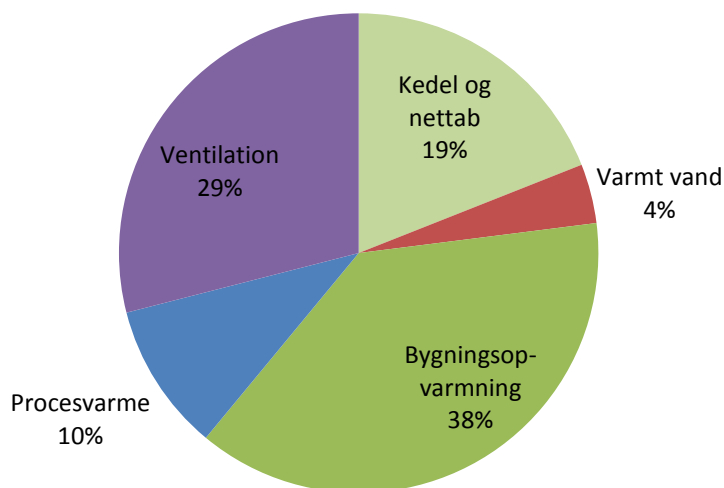
Størstedelen af elforbruget på hospitaler går til ventilation (ca. 30 %) og laboratorium og medicoteknik (ca. 30 %). Hospitalerne adskiller sig fra hinanden ved at kliniske områder nu er delt mellem hospitalerne, fx er et område som dialyse ikke at finde på alle hospitaler. Hospitalerne har ca. tre gange så stort elforbrug til belysning som laboratorierne.



Figur 33 Fordeling af el på et gennemsnitshospital

Ventilation udgør formentlig også en stor del af varmekonsumet, men der er i ingen af kortlæggingerne skelnet mellem varme til ventilation og til bygningsopvarmning.

Procesenergiforbruget af el udgør på hospitalerne i størrelsesordenen 50-70 % inkl. ventilation, mens procesvarme ikke udgør en væsentlig størrelse i de gennemgåede kortlægginger.



Figur 34 Fordeling af varmekonsum på et gennemsnitshospital

Varmeforbrug på hospitaler har, hvis man skal konkludere ud fra de opgørelser der i dette projekt er fremkommet, ikke tidligere været et fokusområde. Det er meget få steder, hvor der er kortlagt varmekonsum.

Ingen af kortlægningerne har poster, der kan henføres til procesvarme, det er svært at afgøre, om det er fordi, der ikke er anvendt procesvarme eller om det er fordi, der ikke er fokuseret på det. Som eksempel kan nævnes damp til sterilisering, som både kan fremstilles lokalt med el eller i en dampkedel.

## 6 Indsatsområder

Der er i forbindelse med projektets erfaringsindsamling og kortlægning af procesenergiforbruget på universitetslaboratorier (herefter blot kaldet "laboratorier") og hospitaler identificeret en række indsatsområder, der vurderes, at ville kunne reducere procesenergiforbruget i disse bygningstyper.

Indsatsområderne er set som aktiviteter BYGST hhv. hospitalerne kan gennemføre for at understøtte den energispareindsats, der allerede foregår på "driftstederne". Indsatsområderne er nedenfor beskrevet i følgende hovedafsnit:

1. Stinkskabe
2. Ventilation
3. Forsyningsanlæg
4. Teknologiprojekter
5. Drift og standbyforbrug
6. Indkøbsprocedurer
7. Energibevidst projektering
8. Energiledelse (og energistyring)
9. Netværksaktiviteter
10. Kompetenceopbygning

Anbefalingerne angår først og fremmest eksisterende laboratorier og hospitaler. Men mange områder berører direkte eller indirekte også fremtidige installationer og anlæg – hvad enten der er tale om nye laboratorier/hospitaler eller renovering af eksisterende bygninger og installationer.

Da anbefalingerne for laboratorier hhv. hospitaler i vid udstrækning har samme karakter, er anbefalingerne beskrevet med udgangspunkt i de observerede og kortlagte energiforhold på laboratorier, idet hvert afsnit dog afslutningsvis rummer en uddybning af de specifikke forhold på og anbefalinger for hospitaler.

Det skal bemærkes, at nogle af anbefalingerne overlapper hinanden, og at der derfor er enkelte gentagelser i dokumentet. Anbefalingerne er i en vis udstrækning desuden sammenfaldende med de områder BYGST allerede har fokus på.

### 6.1 Stinkskabe

Energiforbruget til stinkskabe er bundet i driften af de ventilationsanlæg der forestår udsugning/luftskifte. Stinkskabe er således eet af de væsentligste forbrugsområder på laboratorier med et elforbrug af størrelsesordenen 38 % af det samlede elforbrug og et varmeforbrug på op mod 26% af det samlede varmeforbrug.

BYGST har arbejdet meget med stinkskabe og har udarbejdet rammeudbud med stinkskabsleverandører (se bilag 11 i bilagsrapporten), der kan levere nyudviklede stinkskabe med tilhørende rumautomatik. I den forbindelse har BYGST udarbejdet en vejledning i, hvordan udbud af stinkskabe med tilhørende rumautomatik skal gennemføres (se bilag 11 i bilagsrapporten).

Bygningsstyrelsen har således siden 2010 været i gang med en genopretning/erstatning af laboratorier på universiteterne på baggrund af en samlet bevilling på 6 mia. kr., der løber frem til udgangen af 2016. Denne fornyelse omfatter også en udskiftning af samtlige stinkskabe til mere energiøkonomiske skabe, som er nyudviklet på foranledning af BYGST. Nedenstående

bemærkninger skal derfor ses ud fra, at selve det tekniske udstyr fornyes i disse år, inklusive den tilhørende rumautomatik, som i de kommende leverancer leveres sammen med stinkska-bene.

### **Behovsanalyse**

Det er ift. effektivisering af procesenergiforbruget til stinkska-bene centralt at vurdere, om et gi-vet laboratoriums bestyknings af stinkska-bene passer overens med brugerbehov og de arbejds-processer, der finder sted på laboratoriet.

Centralt i disse vurderinger står sikkerhedsforhold, idet der for eksempel i mange tilfælde ar-bejdes med kræftfremkaldende stoffer.

Det bør under alle omstændigheder sikres, at følgende overvejelser er gjort:

- Er de givne stinkska-bene af passende størrelse (bredde)?
- Kan lugeåbning reduceres ift. at minimere luftskifte mest muligt (med samtidig nedre-gulering af udsugning)?
- Er lufthastighed i lugeåbning lavest mulig ift. anvendelsesformål?
- Kan dele af brugerbehovene dækkes med mere energieffektive og samtidigt mere sikre metoder, fx handskebokse eller LAF-bænke

I og med driften af stinkska-bene har stor betydning for såvel el- som varmemeforbrug på laborato-rier vurderes det, at revurdering af brugerbehov og anlægsbestyknings inkl. renovering af bestående stinkska-bene kan rumme vigtige energibesparelsespotentialer. Det vil dog normalt ikke være rentabelt direkte at udskifte stinkska-bene alene for at opnå energibesparelser.

Der vurderes ligeledes at være et betydeligt energibesparelsespotentiale i at modernisere de automations-/CTS-løsninger, der anvendes til drift og overvågning af stinkska-bene. Der er på dette område – såvel som stinkska-bensområdet generelt – sket en betydelig udvikling af "best practice" og revurdering af automationsløsninger – dels for et samlet område, dels for enkelt-stående stinkska-bene - bør rumme store energibesparelsespotentialer.

Den varierende brug og anvendelse af stinkska-bene på universitetslaboratorier betyder dog, at problemstillingen teknisk set er kompleks.

Således har der i BYGST' pilotprojekt om "energibevidst projektering af procesenergi" ved etablering af nye laboratorier på RUC /4/ været mange diskussioner af, hvordan behovet for udsugning af luft fra stinkska-bene over året varierer.

På dette laboratorium er det dimensionerende luftskifte (behov for udsugning af luft fra stink-ska-bene) styret af, at laboratoriet gennem to korte eksamensperioder per år har fuld belægning af stinkska-bene og dermed stort behov for luftskifte i korte perioder.

Dette udgør "energisparemæssigt" to problemstillinger:

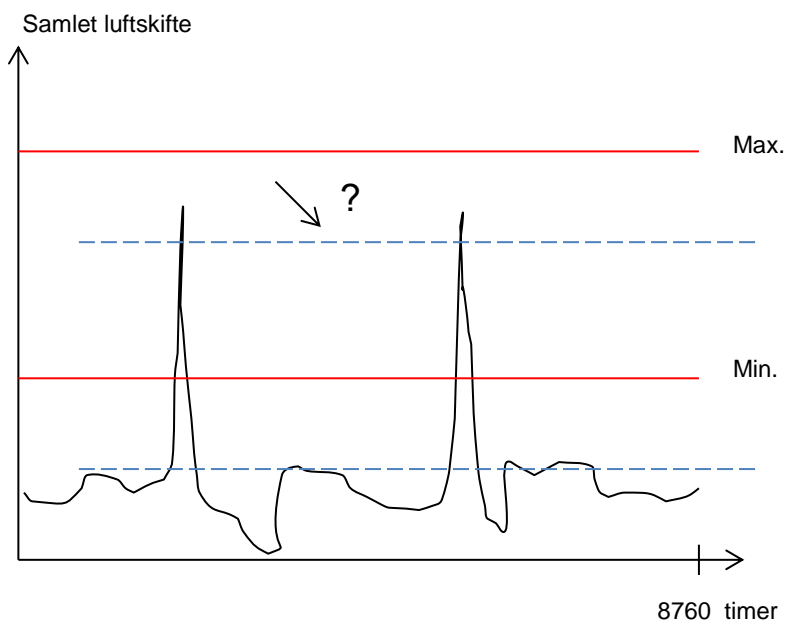
1. Hvordan udformes et automations- og overvågningssystem, der kan give alarmer, når luftskifte på laboratoriet er for højt?

Det vil være nødvendigt løbende at give brugerinput om aktuel drift til automationssys-temet for ikke at få fejlalarmer eller mangel på alarmer

## 2. Hvordan dimensioneres centrale HVAC-anlæg for laboratoriet med så varierende behov?

Problemstillingen er energimæssigt set, at HVAC-anlæg med højt luftskifte kun kan nedreguleres til en vis grænse – som i RUC-tilfældet ligger over basisbehovet for luftskifte størstedelen af året.

Sidstnævnte problemstilling er illustreret i figur 35 nedenfor.



Figur 35 Principseksempel for brugsmønster HVAC for universitetslaboratorium, RUC /27/

Figur 35 viser, at et typisk ventilationsanlæg kan regulere mellem en "max.-" og en "min."-grænse (markeret med rødt) og at sidstnævnte kan ligge betydeligt over normalbehovet for ventilation (nederste blå stiplede linie). Såfremt spidsbelastningen er meget høj ift. normalbehovet kan et givent ventilationsanlæg ikke drives energieffektivt.

Problemstillingen omkring energieffektiv drift af stinkske hænger således i betydeligt omfang sammen med indsatsen på HVAC-området, se afsnit nedenfor.

### Anbefalet indsats vedrørende stinkske på laboratorier

Der er allerede i dag et betydeligt fokus på at energieffektivisere stinkske. Det bør vurderes om specielt "behovsanalysen" beskrevet ovenfor, er relevant at gennemføre. Det vil sige, om antal og størrelser af stinkske bør revurderes på udvalgte laboratorier.

Sekundært skal styringer og automationsløsninger vurderes i det omfang dette ikke allerede sker – herunder nedregulering og stop af stinkske uden for brugsperioder. Nogle universiteter har arbejdet meget på området, mens andre ikke er nået så langt. Det må i mange tilfælde anses for afgørende, at der etableres målere og instrumentering sådan, at den praktiserede drift af stinkske kan overvåges og sådan at periodevis merforbrug af energi kan opda- ges/adfærd ændres.

En central del af disse analyser vil også være at vurdere, om centrale udsugnings-/ventilationsanlæg (HVAC) drives og er dimensioneret korrekt.

Det skal desuden bemærkes, at brug af stinkske kan udgøre et væsentligt element i ad-

*færdskampagner på laboratorier og bidrage til mere energibevidst drift af stinkske.*

*Det vurderes, at for stinkske og tilhørende ventilationsanlæg samlet set kan opnås besparelser af størrelsesordenen 20-30 % af det nuværende forbrug såfremt der gennemføres en gennemgribende renovering af eksisterende anlæg. Dette svarer til en besparelse af størrelsesordenen 10 % af det samlede elforbrug til laboratorier og 5-10 % af varmemeforbruget.*

I kategorien stinkske hører også "kemikalieske", som alle er forsynet med konstant separat udsugning til fællesanlæg. Dette område behøver dog ikke særligt energimæssigt fokus.

#### Stinkske – hospitaler

Stinkske er et relativt mindre indsatsområde på hospitaler end på laboratorier, og typisk er der tale om enkeltstående installationer snarere end et kompleks af en række stinkske i en bygning, som man ofte ser det på laboratorier. Den store mængde manuelle laboratoriearbejde er i modsætning til forskningslaboratorierne i dag overtaget af analyse-automater.

I kategorien stinkske hører også "medicinske", der typisk findes på de enkelte sengeafsnit på hospitaler. Disse er i lighed med kemikalieske forsynet med konstant separat udsugning til fællesanlæg.

De mest oplagte indsatsområder for stinkske på hospitaler er som beskrevet ovenfor udfordring af brugerkrav, renovering af stinkske og styringer og forbedret adfærd såvel som etablering af styring/overvågning for minimering af energiforbruget til stinkske.

#### Anbefalet indsats vedrørende stinkske på hospitaler

*Anbefalingerne for hospitaler er enslydende med anbefalingerne til universitetshospitaler. Dog er stinkske ofte et relativt meget mindre indsatsområde på hospitaler end på laboratorier og prioriteten af indsatsen bør sker med skelen til øvrige mulige indsatsområder.*

*Det vurderes at besparelspotentialet for stinksksområdet er relativt begrænset på hospitaler – efter alt at dømmes betydeligt mindre end 1 % af det nuværende energiforbrug.*

## **6.2 Ventilation**

Energiforbrug til ventilationsanlæg udgør som angivet ovenfor knap 40 % af energiforbruget på laboratorier og indsatsområdet er derfor helt centralt ift. at opnå energibesparelser.

På samme måde som stinkskebene indgår i laboratoriernes modernisering i disse år er der også for ventilationsanlæg fokus på energirenovering hos BYGST. Nedenstående bemærkninger skal derfor ses i forhold at der allerede pågår en betydelig indsats – på nogle universiteter er man nået meget langt mens andre kun lige er begyndt.

Generelt er det konstateret at mange ventilationsanlæg er af ældre dato (tilbage fra 1960'erne og 70'erne) med et betydeligt energirenoveringspotentiale. Som beskrevet i kapitel 6 er en væsentlig del af ventilationsbehovet på laboratorier procesrelateret snarere end bygningsrelateret.

Det er ift. det samlede energisparepotentiale på ventilationsområdet vigtigt at skelne imellem tre typer af indsatser ift. at opnå energibesparelser:

1. Anlæggets specifikke elforbrug (SEL-værdi) er udtryk for, hvor meget elektricitet der bruges per m<sup>3</sup> luft, der cirkuleres og skal være så lav som mulig.

SEL-værdien skal måles i det lovpligtige ventilationseftersyn (LVE – se bilag 13 i bilagsrapporten) og er centralt ift. at vurdere et givet anlægs tryktab, vedligeholdsstand m.m.

Måling af SEL-værdier bør prioriteres og LVE bør efterleves bedre på området.

2. Det realiserede luftskifte i ventilerede områder er centralt at vurdere ift., om der ventileres mere end nødvendigt, for eksempel ift. hvad der er krævet af myndigheder eller i foreskrifter.

En sådan vurdering er ikke en del af det lovpligtige ventilationseftersyn (LVE) men vurderes i mange sammenhænge til at kunne give store besparelser uden væsentlige investeringer.

En væsentlig indsats er derfor løbende at vurdere luftskifte.

3. Der skal så vidt muligt sikres en god varmegenvinding i mellem indblæst og udsuget luft, således at rumvarmeforbruget minimeres.

Ventilering forårsaget af processer øger i sidste ende rumvarmebehovet, da virkningsgraden ved varmegenvinding ofte er lav (50-60 %), specielt for ældre anlæg.

Det er desuden erfaringen, at den realiserede virkningsgrad for varmegenvindingsanlæg kan ligge lavere end forventet.

Der anbefales generelt, at man på laboratorier derfor har fokus på følgende indsatser:

- Vurdering af om ventilationsanlæg har en acceptabel SEL-værdi

Erfaringer fra lignende områder (fx farmaceutisk virksomhed) viser, at det ofte kan betale sig at gennemføre gennemgående energireoveringer på ventilationsanlæg på laboratorier, herunder:

- etablere nye ventilatoraggregater med høj totalvirkningsgrad
- udskifte ventilatorer til energieffektive modeller
- renovere/indregulere kanalsystemer for at minimere tryktab
- ændre setpunkter for klimatisering af luften (temperatur og fugt)
- øge båndbredder i regulering af temperatur og fugt
- fjerne overflødige komponenter (spjæld m.m.) der øger tryktab
- etablere bedre styringer/overvågning ift. at sikre energieffektiv drift
- skifte til filtre med lavere tryktab (fx lavere klasse, større areal, anden type)

- Vurdering af om vedligehold og service kan forbedres

Brug LVE-ordning eller tilsvarende eftersynsordning til at holde øje med anlæggenes tilstand, herunder:

- Altid få målt hoved-luftmængder, kanaltryk og optaget motoreffekt
- Vurder det aktuelle luftmængde-behov i forhold til anvendelsen



- Kontrollere/udskifte filtre oftere
  - Vurdere anlægs tæthed og om tæthed kan forbedres
  - Rengøre anlæg indvendigt
  - Kontrollere alle spjæld og ventilers funktion, mekanisk og elektrisk
  - Kontrollere alle setpunkter og aktuelt opnåede tilstande/værdier
  - Kontrollere varmegenvindingens tilstand og effektivitet (kører pumpe/rotor korrekt)
- Revurdering af luftmængder/ventilationsbehov
- Fremskaffelse og granskning af det oprindelige dimensioneringsgrundlag
  - Foretage ny behovsanalyse ud fra de tre grundlæggende forhold
    - Indeklimakrav for den pågældende aktivitet/funktion
    - Lovkrav (bygning, arbejdsmiljø, etc.), egne standarder og krav vedr. udstyr
    - Rumbelastning fra personer, udstyr og omgivelser
  - Vurdere om CAV skal ombygges til VAV
  - Vurdere om styring skal ændres eller udbygges så den automatisk tilpasses det til enhver tid gældende behov
- Optimeret varmegenvinding
- Findes der varmegenvinding til alle indgående luftstrømme, både fra udsugningsluft og eventuelle andre kilder med overskudsvarme, fx køleanlæg, tryklufsanlæg og procesudstyr? Hvis ikke skal mulighederne for etablering undersøges.
  - Er eksisterende varmegenvinding dimensioneret korrekt i forhold til nuværende drift af anlæg såvel som nuværende energipriser (inkl. afgifter)?
  - Er der anvendt den bedst mulige type varmegenvinding under hensyntagen til kontamineringsrisiko? – og virker varmegenvindingen som forventet?
  - Er der etableret fælles udsug med varmegenvinding fra stinkskabe?

Der vurderes således, at være betydelige energisparepotentialer på ventilationsområdet på laboratorier, hvoraf en del vil kunne afdækkes ved en systematisk og korrekt brug af LVE-ordningen, mens en yderligere del (besparelser ved reducerede luftskifter) vil kræve systematiske analyser af ventilationsbehov, stinkskabsdrift m.m. Det skal bemærkes, at der på laboratorier er meget forskellige erfaringer med LVE-ordningen, heraf mange negative.

**Anbefalet indsats vedrørende ventilation på laboratorier**

*Det anbefales først og fremmest, at det sikres, at LVE-ordningen bruges systematisk og korrekt og at afdækkede, rentable energibesparelser realiseres.*

*Der bør evt. udarbejdes et udvidet krav/specifikation for, hvilke vurderinger der ønsker gennemført, som led i LVE-gennemgange på laboratorier med separat prissætning (ved udbud) af ekstraydelser.*

*Dernæst bør der opstilles benchmarks og metoder for systematisk vurdering af luftskifter, da et sådant indsatsområde ikke er omfattet af LVE-ordningen. Dette er et kompliceret og metodisk vanskeligt område, men der er specielt inden for farmaceutisk industri mange erfaringer med, hvordan disse problemstillinger kan gribes an.*

*Besparelsespotentialiet for ventilation på laboratorier er indarbejdet i opgørelsen af besparelsespotentialiet for stinkskebe ovenfor.*

### Ventilation – hospitaler

Også på hospitaler er HVAC-området et helt centralt indsatsområde ift. at opnå energibesparelser – det er vurderet at elforbruget til ventilation på hospitaler er af størrelsesordenen 30 % af det samlede elforbrug. Flere regioner har da også betydeligt fokus på dette og har gennem LVE-ordningen iværksat renoveringsprojekter.

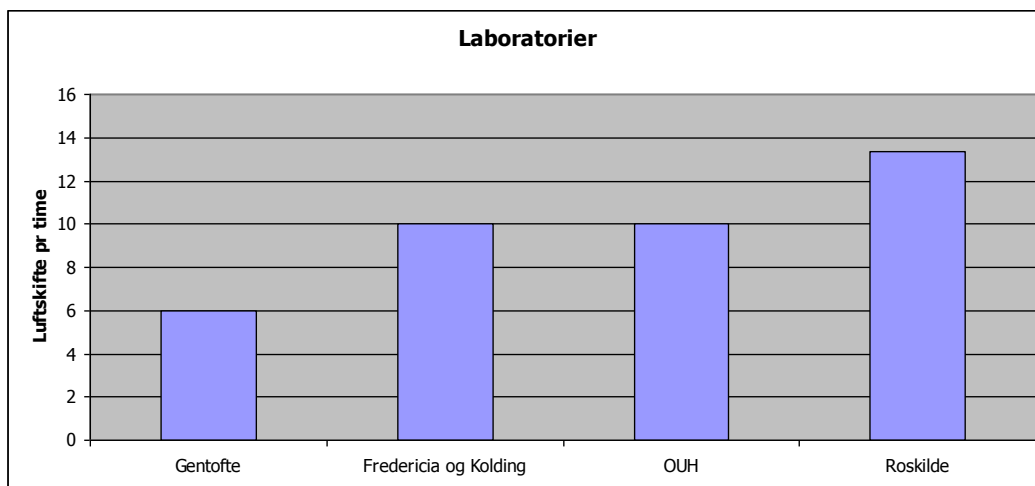
Som et godt eksempel kan nævnes Odense Universitets Hospital som i flere år har haft fokus på energibesparelser i ventilationsanlæg, ved bl.a. at indføre behovsstyring på detail-niveau ved hjælp af bevægelsesmeldere, samt ved udskiftning af ventilatorer og indførelse frekvensomformere.

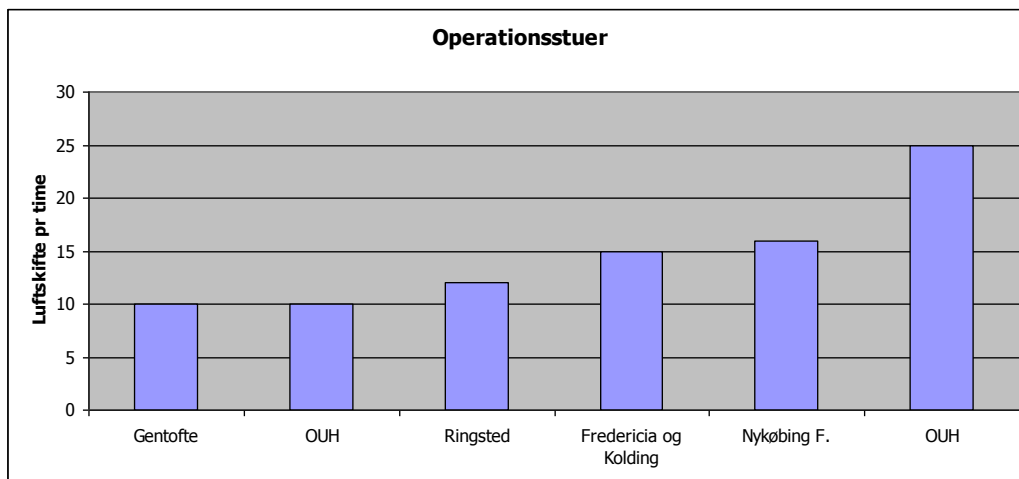
Desværre findes der ikke et samlet billede af, hvilke SEL-værdier, som er fremherskende for ventilationsanlæg på hospitalerne set i forhold til anvendelsen. De tal som er kortlagt indtil nu, viser en meget stor spredning, som kun bekræfter, at man de enkelte steder må kontrollere og tage beslutninger ud fra de fundne resultater.

Det skal også fremhæves, at der også ift. revurdering af luftskifter vurderes at være betydelige energibesparelsespotentialer.

Energistyrelsen har sat fokus på dette område /14/. Det er gennem dataindsamling og målinger erfaret, at mange ventilationsanlæg kører med luftskifter, der er betydeligt højere en krævet for de pågældende ventilerede områder.

Nedenfor er vist et udsnit af de registrerede forskelle mellem ventilationen på laboratorier og operationsstuer på tilfældigt udvalgte hospitaler. Det skal bemærkes, at der er tale om tal baseret på et begrænset datagrundlag, hvilket bl.a. skyldes at opdaterede målte luftmængder sat i forhold til de ventilerede rums størrelser ikke indgår i normale ventilationseftersyn. Ydermere er nogle data ikke målt, men baseret på de krav, som de enkelte hospitaler er bygget ud fra (krav som er forskellige fra sted til sted og hvor målinger ikke har verificeret om krav er opfyldt i dag).





Figur 36 Sammenligning af luftskifter på hospitaler

Konklusionen fra disse undersøgelser er, at der for ellers ens anvendelsesformål er stor forskel i luftskiftet fra et hospital til et andet – mere end faktor 2 i forskel.

Forskellene skyldes flere forhold:

- Der er skiftende meninger (selv blandt erfarne specialister og rådgivere) om hvilke guidelines, der skal følges ved design af ventilationsanlæg og hvilken "best practice" der er gældende – for eksempel for operationsstuer
- Mange anlæg og ventilerede områder er utætte med betydeligt behov for at "overventilere" for opretholdelse af et ønsket overtryk (minimering af kontamineringsrisici)
- Anlægsopbygninger for HVAC-anlæg på hospitaler er oftest meget kompleks, da de samme ventilationsanlæg dækker forskellige områder med vidt forskelligt driftsmønster og luftskiftebehov

Varmegenvinding på hospitalernes ventilationsanlæg er et område, som fortjener en ganske nøje undersøgelse. I mindst et tilfælde (Herlev Hospital) er der tale om for længst forladte konstruktionsprincipper, såkaldte "dobbelt-kanal" anlæg som ved højt tryk forsyner lokale blandedbokse med varm og kold luft. I nævnte tilfælde er der ikke etableret varmegenvinding, angiveligt fordi udsugning ikke sker samlet, og fordi etablering af et samlet udsugningsanlæg ikke er praktisk muligt. Det vides ikke med sikkerhed, om der findes flere af denne type anlæg.

#### Anbefalet indsats vedrørende ventilation på hospitaler

Det anbefales først og fremmest, at det sikres at LVE-ordningen bruges systematisk og korrekt og at afdækkede, rentable energibesparelser realiseres. Som anbefalet for laboratorier bør der udarbejdes et udvidet krav/specifikation for LVE-gennemgange med prissætning af ekstraydelser ud over den lovpligtige del.

Det er afgørende, at aktiviteter styret af den eksisterende LVE-ordning i hospitalssektoren suppleres med vurderinger af luftskifter (som skrevet ikke er omfattet af LVE-ordningen), da der her er meget væsentlige og ofte relativt "billige" forbedringspotentialer at realisere.

Sidstnævnte indsats er videnskæssigt kompliceret og tung at arbejde med, og der bør opstil-

les vejledninger i, hvordan et sådant arbejde gribes an, såvel udarbejdes benchmarks for, hvad der kan opnås.

Det vurderes at besparelspotentialet på ventilationsanlæg på hospitaler er betydeligt, måske af størrelsesordenen 20 % af det nuværende elforbrug til ventilation såfremt man renoverer med accept af tilbagebetalingstider op til 4 år. Dette svarer til 5-7 % af det samlede nuværende elforbrug på hospitaler. Hertil vil der kunne opnås betydelige varmebesparelser, både ved varmegenvinding og ved reduktion af luftskifter i udvalgte områder.

### 6.3 Forsyningsanlæg

Også disse anlæg på laboratorierne gennemgår i disse år en totalfornyelse, hvorfor nedenstående bemærkninger skal ses i forhold hertil.

Centrale forsyningsanlæg til køling, trykluft, vakuum m.m. vurderes samlet at stå for af størrelsesordenen 10 – 15 % af elforbruget på laboratorier.

Det er som beskrevet for ventilationsområdet ovenfor vigtigt, at der ift. energieffektivisering af laboratorier og hospitalers procesenergiforbrug er forståelse for at energispareindsatsen kan ske på to niveauer:

1. Man kan effektivisere forsyningsanlæggenes drift.

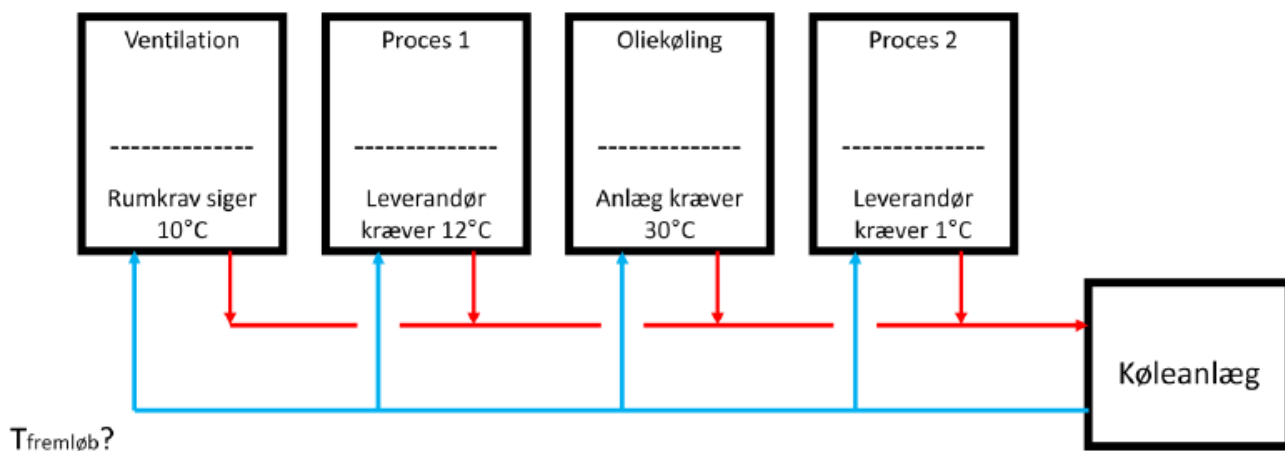
Man kan for eksempel sikre at et køleanlæg har en god kompressor med god regulering osv.

2. Man kan minimere behovet for at køre med forsyningsanlæggene

For eksempel kan et kølebehov reduceres eller dækkes på en anden og mere energieffektiv måde m.m.

Det er traditionelt den første type af indsats, der har været i fokus, og ift. effektivisering af forsyningsanlæg er det centralt, at der også kommer fokus på de brugerkrav og leverandørkrav, der er afgørende for hvor effektivt et givet forsyningsanlæg anvendes.

Et eksempel på et sådant forhold er illustreret i figur 37 nedenfor.



Figur 37 Eksempel på leverandørkrav til køleforsyning, RUC /4/ /27/

Eksemplet viser, hvordan leverandører af procesudstyr typisk vil have stor indflydelse på energiforbruget til et køleanlæg ved at stille krav om specifikke forsynings temperaturer.

Jo koldere en kølevandstemperatur der kræves, desto mere el bruger køleanlæggets kompressor (COP/virkningsgrad forringes), og det er erfaringen, at leverandørers krav til kølevandstemperatur ofte får lov til at stå udfordret i mange år efter etableringen af et kølesystem.

Specielt amerikanske leverandører af udstyr har tradition for at stille forsyningskrav, der ligger ud over, hvad der er normalt for en given type af udstyr.

I eksemplet i figur 37 vil "proces 2" således være årsag til at energiforbruget i køleanlægget øges med mere end 25 % end hvad andre formål kræver, og det bør være gængs praksis at udfordre leverandøren ift. om dette virkelig er nødvendigt.

I pilotprojektet hos RUC /4/ & /27/ er det tilsvarende erfaret, at der for et givet apparat blev stillet krav om at der skulle leveres trykluft ved 10 bar (overtryk), hvor det efter en afklaringsperiode dels blev afdækket at trykluft behovet var langt mindre end oprindeligt forventet, dels blev afdækket at designtrykket kunne reduceres til 6,2 bar. Herved blev der opnået en besparelse på elforbruget til trykluft på mindst 50 %.

Det anbefales på denne baggrund, at der for eksisterende laboratorier gennemføres vurderinger af i hvilket omfang gældende forsyningskrav er strengere end nødvendigt:

- Hvilke temperaturer anvendes til proceskøling – kan fremløbstemperatur øges og kan returtemperatur tilsvarende bringes så højt op at frikøling med fordel kan etableres/anvendes
- Hvad er tilsvarende muligt ift. rumkøling og evt. affugtning? – er det i perioder af året muligt at køre køleanlæg med betydeligt højere setpunkter end normalt og gennem dette øge kompressor anlæggets COP, eller i perioder overgå fri-køling?
- Hvilke vandkvaliteter anvendes til hvilke formål? – behøves der fx RO-vand og VFI-vand (osmose/destilleret) til alle formål, eller kan der med fordel etableres forsyning af mindre rent vand til visse/alle formål, evt. med en efterbehandling af vandet lokalt hvor særlige krav stilles? Man skal huske at lagring og distribution af RO-vand og VFI-vand medfører særlige temperatur- og rengøringskrav (CIP/SIP) som alle medfører ekstra energiforbrug.
- Hvilken kvalitet af trykluft anvendes? – skal det i alle tilfælde være særligt tør luft eller steril luft, eller kan man evt. efterbehandle luften lokalt hvor disse krav stilles? Især produktion af tør luft kan være ekstra energikrævende, og tørre-metoden skal i givet fald nøje udvælges.

Udover udfordring af bruger- og leverandørkrav vurderes det generelt, at der på laboratorier er flere muligheder for at effektivisere forsyningsanlæg, for eksempel:

- Er forsyningsanlæg i drift uden for arbejdstid? – og er det eventuelt muligt at slukke for anlæggene uden for arbejdstiden?

- Er forsyningsanlæg instrumenteret så vidt at energiforbruget til disse løbende kan følges og danne grundlag for opfølgning ved mér-forbrug?
- Vedligeholdes forsyningsanlæg systematisk ift. at nedbringe energiforbrug:
  - o Laves der lækagetjek i trykluftnet med henblik på at nedbringe unødige tab?
  - o Renses og udluftes kondensatorer/fordampere i køleanlæg jævnligt med henblik på at minimere/øge hhv. kondensatortryk og fordampetryk

Ovenstående fører frem til følgende anbefalinger relateret til forsyningsanlæg på laboratorier (i det det igen bemærkes at nogle laboratorier er langt på området mens andre kun lige er begyndt)

**Anbefalet indsats vedrørende forsyningsanlæg på laboratorier**

*Designgrundlag for de mest energikrævende forsyningsanlæg (køling, trykluft, vakuum, varme) bør gennemgås, og forudsætning for tryk, temperaturer m.m. bør revurderes ift. om enkelte typer af procesudstyr har bestemt driftsparametre. I disse tilfælde bør det vurderes om designforudsætninger kan udfordres og ændres sådan at driften af forsyningsanlæggene kan ændres til mere energieffektiv drift.*

*Det bør systematisk og på tværs af laboratorier, opsamles erfaringer med hvilke forsyningskrav trykluftanlæg, køleanlæg m.m. er dimensioneret ud fra og i hvilket omfang disse krav kan reduceres.*

*Der bør holdes møder med centrale leverandører af procesudstyr for at drøfte disses standardkrav til forsyninger og i hvilket omfang, de kan ændres.*

*Det vurderes at af størrelsesordenen 10-15 % af elforbruget til forsyningsanlæg kan spares, svarende til 1-2 % af det samlede elforbrug på laboratorier. Dette såfremt der accepteres tilbagebetalingstider for investeringerne på op til 4 år.*

**Forsyningsanlæg – hospitaler**

Ovenstående indsats vurderes i en vis udstrækning også at være relevante for hospitaler, idet der dog hér ofte er en rigtig god praksis for at drive og vedligeholde forsyningsanlæg energieffektivt. Det skyldes blandt andet, at der på hospitaler er tale om meget store enheder, hvor det i sig selv er en god forretning at effektivisere forsyningsanlæg.

**Anbefalet indsats vedrørende forsyningsanlæg universitetslaboratorier**

*Det vurderes, at hospitaler generelt har effektive centrale forsyningsanlæg, og at en eventuel videre indsats primært vil ligge i at revurdere og evt. ændre forsyningskrav i processer.*

*Derudover er der ved indkøb af nyt procesudstyr behov for systematiske procedurer ift. at udfordrer leverandørers krav til forsyning af køling, trykluft, luftskifter m.m.*

*Der vurderes på kort sigt kun at være begrænsede muligheder for at optimere energiforbruget i forsyningsanlæg yderligere – måske af størrelsesordenen 1-2 % af det nuværende samlede elforbrug såfremt tilbagebetalingstider op til 4 år accepteres.*

## 6.4 Teknologiprojekter

Der har i BYGST allerede være fokus på at gennemføre centrale aktiviteter ift. at understøtte energispareindsatsen på "driftstederne" – det sker for eksempel ift. stinkskebe og for ventilationsområdet.

Det vurderes, at lignende aktiviteter kan gennemføres for enkelte andre område, idet man på laboratorieområdet generelt har den udfordring, at der er tale om et meget stort antal forskelligartede apparater.

Relevante teknologiprojekter ift. energieffektivisering vurderes dog for eksempel at kunne gennemføres for:

- HPLC'ere (kemisk analyseudstyr), der anvendes i mange forskellige udformninger på et stort udsnit af laboratorier
- -80- og -150°C fryserne, der anvendes i stort antal mange steder. Der findes ingen energimærkning for denne type udstyr og erfaringer fra blandt andet Københavns Universitet bør anvendes af andre laboratorier ved indkøb af nye fryserne.
- Vakuumpumper anvendes i mange laboratorier og findes i mange forskellige størrelser. Det skal specielt sikres at der ikke anvendes ejectorer til at frembringe vakuum
- Rent-vandsanlæg (VFI) kan findes i udgaver med færre eller flere kolonner og deraf følgende forskelle i energiforbrug (jo flere jo bedre) – afhængigt af volumen og teknologi
- Klimaskabe – findes i mange afskygninger og typer afhængigt af formål
- Autoklaver – findes ligeledes i mange afskygninger og størrelser

Det er svært, at vurdere hvor mange områder og typer af udstyr/apparater en central teknologiindsats er relevant for og det bør alternativt overvejes, om der i stedet skal udarbejdes generelle "rammekrav" til procesudstyr med henblik på at sikre, at disse indkøbes energieffektivt.

### Anbefalet indsats vedrørende teknologiprojekter på laboratorier

Det anbefales, at kortlægge i større detaljer om der blandt ovenstående forslag er områder, hvor der er apparatyper og processer, der anvendes i et omfang, der berettiger en central koordineret indsats.

Der er ikke gennem analysearbejdet opnået tilstrækkelige data til at kunne vurdere et egentligt energisparepotentiale for konkrete typer af procesudstyr, men der kan erfaringsmæssigt være op til 30 % forskel i energiforbruget mellem "gode" og "dårlige" varianter af ellers ens typer af procesudstyr – for eksempel for -80°C-fryserne.

### Teknologiprojekter – hospitaler

Det vurderes, at en tilsvarende indsats samt erfaringsudveksling på tværs af hospitaler er relevant – visse apparatyper er noget mere energikrævende end laboratorieudstyr, hvilket berettiger en systematisk indsats:

- Scannere
- Rentvandsproduktion (VFI)
- Autoklaver og steriludstyr
- Vaskemaskiner
- Kuvøser
- Mange mindre energiforbrugere med stor anvendelse (elevationssenge m.m.).

Det er indtrykket at der i dag er en vis koordinering af større udbudsprojekter, men at samarbejdet om energieffektivisering imellem regionerne mest angår klimaskærm og ventilationsanlæg og ikke procesudstyr (dog er der fælles udbud på for eksempel scannerområdet).

***Anbefalet indsats vedrørende teknologiprojekter på hospitaler***

*Det anbefales at kortlægge i større detaljer, om der blandt ovenstående forslag er områder, der er apparattyper og processer, hvor BAT ift. energieffektivisering bør undersøges.*

*Der er ikke gennem analysearbejdet opnået tilstrækkelige data til at kunne vurdere et egentligt energisparepotentiale for konkrete typer af procesudstyr, men der kan erfaringsmæssigt være op til 30 % forskel i energiforbruget mellem "gode" og "dårlige" varianter af ellers ens typer af procesudstyr – for eksempel for procesanlæg til fremstilling af sterilvand (VFI).*

## **6.5 Drift og standbyforbrug**

Det er i tidligere undersøgelser /4/ /27/ og /35/ /38/ og senest ved fornyet kortlægning af energiforbrugsmønstret på KU Science, observeret, at energiforbruget på laboratorier uden for normal arbejdstid (nat, weekend og ferier) er betydeligt.

Det er således opgjort, at omkring 60 % af elforbruget på laboratorier ligger uden for normal arbejdstid, hvilket kan henføres til følgende tre forhold:

1. Drift af anlæg relateret til bygning (ventilation, natbelysning, CTS m.m.)
2. "Proces" der forløber 24/7 (frysere, analyseapparatur, forsøgsopstillinger m.m.)
3. Standby-drift af apparater, procesudstyr og hjælpeanlæg m.m., der ikke er slukket

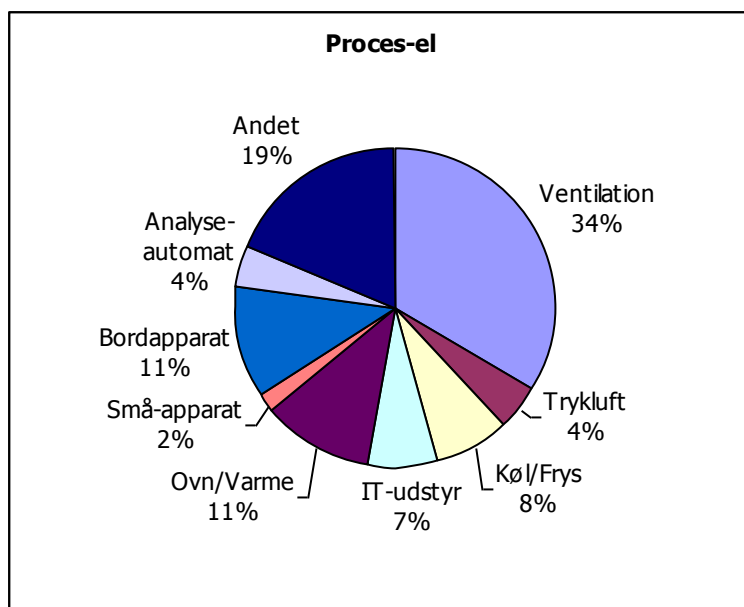
Fordelingen af elforbruget mellem disse tre forhold vil kunne variere fra laboratorium til laboratorium afhængigt af brugsmønstre og anvendelsesformål.

Ligeledes kan en stor del af forbruget skyldes processer der ikke kan stoppes eller sikkerhedsmæssige forhold, for eksempel at ventilationsanlæg holdes i gang for at bortventilere giftige dampe fra processer og forsøgsopstillinger.

Undersøgelser har dog vist /34/ /37/ at op mod en tredjedel af elforbruget uden for arbejdstid, kan skyldes drift af udstyr og apparater/processer, der burde kunne slukkes.



Tidligere nævnte kortlægning af procesudstyr hos KU Science, viser en elforbrugs-fordeling som kan kvantificere ovennævnte indsatsområder. Læg mærke til at poster som er fælles for hele bygningen, ventilation, trykluft og køl/frys er medregnet forholdstals-fordelt både pr kvadratmeter og for ventilationens vedkommende også i fordelt mellem det, der kan henføres til bygningsdrift (3 luftskifte pr time) og resten som procesrelateret (se figur 38).



Figur 38 Kortlagt elforbrug på KU Science /48/

På trods af at adfærd vurderes at rumme betydelige besparelspotentialer relateret til proces-energiforbrug, så er der væsentlige barrierer at overkomme ift. at opnå energibesparelser på dette område, for eksempel:

- Der er uklare instruktioner om, hvad der må slukkes og hvornår det kan gøres – både fra leverandører af udstyr og fra laboratorieansvarlige.

Forhold som rekalkibreringstid (genstartstid for udstyr der har været slukket) og øget risiko for at udstyr bryder sammen ved hyppig tænd/sluk-drift er nogle af de uklarheder, der er erfaret ved drøftelser af adfærdsmæssige besparelser på hospitalslaboratorier /35/

- Der mangler ofte indsigt i (eller interesse for), hvad de energi- og omkostningsmæssige konsekvenser er af at lade udstyr og apparater være tændt.
- Det er ofte uklart om forsyningsanlæg skal være tændt om natten – skal et trykluftsystem for eksempel holdes i drift uden for arbejdstid, eller kan man slukke for kompressor og dermed undgå det forbrug der (altid) er i form af lækager i trykluftnettet.

Det skal understreges, at adfærdsproblematikken på laboratorier er noget anderledes og langt mere kompleks end adfærdsproblematikken på for eksempel et kontor. Ofte bruges af universitetslaboratorier meget skiftende over året pga. ændringer i undervisningsbelastning, eksamensperioder, nye forsøg og opstillinger m.m.

Dette forhold kan betyde, at der løbende kan være uklarhed om, hvad der skal være i drift og hvornår, og at man løbende bør revurdere, hvilken adfærdsmæssig indsats der er nødvendig for at opnå et minimalt procesenergiforbrug.

Det anbefales, at adfærdsområdet generelt vurderes som led i indførelsen af en systematisk energiledelse på et laboratorium, se afsnit nedenfor.

Der henvises på adfærdsområdet generelt til Energistyrelsens vejledninger om standbyforbrug på laboratorier og hospitaler /30/.

Der henvises desuden til de øvrige afsnit nedenfor, og at der for eksempel i forbindelse med indkøbsprocedurer er fokus på at opnå klare instruktioner om tænd/sluk-muligheder.

#### Anbefalet indsats vedrørende drift og standbyforbrug på laboratorier

*Bygningsejeren bør måle og samle erfaringsdata om forbrug af el, varme og vand i og uden for arbejdstid, herunder anbefale laboratorier i installering af relevante målere.*

*Det skal anbefales de laboratorier, hvor energiforbruget uden for arbejdstid er betydeligt, at etableres permanente målere for udvalgte områder og gennemføres en "natrundering" for afdækning af, hvad der forårsager unødigt standbyforbrug. Der henvises til Energistyrelsens materialer på området (se bilag 10 i bilagsrapporten).*

*Det skal herefter afdækkes, hvilken adfærdsmæssig indsats der kan opnå energibesparelser og hvilke skridt, der skal tages for at opnå denne adfærdsændring (uddannelse, kampagne, løbende information om forbrug osv.).*

*Der skal med jævne mellemrum følges op på, om adfærdsforbedringer er opnået eller om grundlaget for at opnå disse har ændret sig.*

*Det vurderes at op til 10 % af det samlede elforbrug skyldes unødigt standby-drift af udstyr som kan slukkes, og at en vedvarende systematisk adfærdsindsats kan realisere et energisparepotentiale af denne størrelsesorden. Dette potentiale overlapper for en vis dels vedkommende med besparelspotentialet på stinkskabs/ventilationsområdet.*

#### Drift og standbyforbrug – hospitaler

Der har specielt i Energistyrelsens (tidligere Go' Energi) tidligere samarbejde med regionerne været en vis fokus på adfærdsmæssige energibesparelser relateret til procesenergiforbrug. Der er herunder foretaget elforbrugsmålinger på en lang række typer af udstyr (se bilag 10 i bilagsrapporten).

Således har mange typer af medicoteknisk udstyr et meget betydeligt energiforbrug uden for brugsperioder, og det har kunnet godtgøres, at det i mange tilfælde er op til 95-98 % af energiforbruget der skyldes standbydrift /30/. Dette gælder for eksempel MR-scannere, røntgenudstyr og CT/PET-scannere.

Det er i ovenstående afsnit således vurderet, at i alt op mod 60 % af elforbruget på hospitaler kan relateres til standbydrift af apparater og udstyr.

Den ovenfor beskrevne barriere om uklare driftsinstruktioner gør sig i særdeleshed gældende omkring hospitalsudstyr:

- Leverandører af udstyr har ofte ikke klart beskrevne instruktioner om nedlukningsprocedurer, recalibreringstider m.m.
- Ansvarlige klinikere har for at sikre tilstrækkelig behandlingskapacitet til traumebehandling m.m. under tiden givet instruktioner om at "bevare alt udstyr i drift"
- Medicotekniske afdelinger (der ofte står for indkøb af udstyr) har i indkøbsfasen ikke hidtil haft fokus på at indhente klare instruktioner om reduktion af standbyforbrug
- Der er ofte tale om teknisk kompliceret udstyr, hvoraf måske kun dele kan slukkes – og som generelt kræver involvering af leverandører og medicotekniske afdelinger at opnå afklaring om

Det er ift. disse barrierer helt afgørende, at der i hospitalssektoren er tale om mange hundrede typer af apparater af forskellig årgang og udformning, hvilket betyder, at der ofte må gennemføres individuelle og tidskrævende vurderinger af de enkelte apparater frem for "gruppevise" vurderinger.

Go' Energi har som angivet tidligere samlet en del erfaringer på området og indarbejdet dette i en vejledning såvel som i adfærdsmateriale målrettet hospitaler. Denne vejledning opdateres fremover af Energistyrelsen.

Desuden har der i specielt Region Sjælland /13/ /25/ været fokus på at gennemføre adfærdssaktiviteter og herunder opnået erfaringer med hvilke typer udstyr, der kan slukkes uden for normal arbejdstid på forskellige hospitalsafsnit. Disse erfaringer er blandt andet samlet i adfærdsmateriale fra Go' Energi (nu Energistyrelsen) /13/ (se bilag 10 i bilagsrapporten).

Anbefalet indsats vedrørende drift og standbyforbrug på hospitaler

*Adfærdsproblematikken er langt mere vidtrækkende på hospitaler end på laboratorier. Det bør derfor vurderes om, det er alle afdelingen eller visse, specielt energitunge områder, der skal være i fokus for adfærdskampagner, for eksempel en radiologisk afdeling.*

*Et hospital bør indledningsvist derfor så vidt muligt afdække, hvordan døgn- og weekendforbrug af el, vand og varme er på de forskellige hospitalsafsnit og om en indsats skal prioriteres for visse afsnit. Dette vil typisk være en arbejdsproces, der udover teknisk afdeling bør involvere klinikere og den pågældende regions medicoteknisk afdeling. Dette brede samarbejde er nødvendigt, da brugsmønstre og leverandørers specifikationer er væsentlige at tage med i betragtning ved vurdering af energisparepotentialer.*

*På baggrund heraf anbefales det, at de udvalgte afsnit sammen med medicoteknisk afdeling udarbejder "slukkelister" og instruktioner for, hvordan udstyr med højt standby energiforbrug skal anvendes.*

*Der henvises generelt til Energistyrelsens materiale om standbyforbrug på laboratorier og hospitaler såvel som det adfærdsmateriale disse parter har lavet.*

*Det anbefales generelt, at regionerne udveksler erfaringer på dette område.*

*Det vurderes at op til 5 % af det samlede elforbrug skyldes unødigt standby-drift af udstyr som kan slukkes, og at en vedvarende systematisk adfærdsindsats kan realisere et energisparepotentiale af denne størrelsesorden*

## 6.6 Indkøbsprocedurer

Det vurderes generelt, at der for mange typer af laboratorieudstyr er muligheder for at købe mere effektive typer af udgaver, for eksempel:

- -80 og -150°C fryserne kan erfaringsmæssigt købes i udgaver med store forskelle i energiforbrug /55/. Der findes ingen energimærkning på denne type fryserne.
- Sterilvandsanlæg kan købes med større og mindre antal kolonner som beskrevet ovenfor under "teknologiprojekter"
- M.m.

For en række øvrige typer af udstyr henvises til Energistyrelsens indkøbsvejledning /33/, det gælder for eksempel PC- og it-udstyr, elmotorer, pumper og ventilatorer m.m.

For mange mere specifikke typer udstyr er der dog begrænsede muligheder for at stille krav om energieffektive løsninger andet end, at det bør sikres at en række generelle aspekter af energieffektivitet af det pågældende udstyr er vurderet korrekt.

Disse generelle aspekter bør fastlægges i generelle indkøbsprocedurer omfattende:

1. Det skal altid sikres, at brugerkrav om dimensioner og kapacitet er udstyr er grundigt analyseret og udfordret, og at der ikke købes udstyr som i funktion og kvalitet af ydelse overstiger den anvendelse udstyret er tiltænkt.

Der er i pilotprojektet om energibevidst projektering af procesenergi hos RUC /4/ /27/ erfaret, at netop en sådan analyse har realiseret store besparelser.

2. Det bør altid sikres, at de forsyningskrav der gælder for det pågældende udstyr eller apparat udfordres og reduceres mest muligt.

Der tænkes her specifikt på forhold som for eksempel:

- Kølevandstemperaturer skal være så høje som muligt
- Tryklufttryk skal være så højt som muligt
- Luftkvalitet (trykluft) skal være så lav som muligt
- Vandkvaliteter skal være lavest muligt
- Dampbehov skal om muligt omlægges til varmt vand
- M.m.

Det bør i tilbudsfasen sikres, at der opnås præcise forbrugsdata til gavn for korrekt dimensionering af forsyningssystemer

3. Det skal sikres, at der med leverance af udstyr opnås præcise instruktioner om standbyforbrug, herunder muligheder (procedurer) for at tænde og slukke apparatur, konse-

kvenser ift. genstartstid/rekalibrering og eventuelle risici ved hyppige tænd/sluk-operationer

4. At der om nødvendigt leveres træning af operatører/brugere af udstyr i energieffektiv drift og vedligehold ved dettes leverance og indkøring.

Der er i regi af Energistyrelsen arbejdet en del med indkøb af medicoteknisk udstyr, hvilket i vid udstrækning minder om laboratorieudstyr. En kommende vejledning på området /32/ vurderes således på mange områder at være relevant for laboratorier.

#### Anbefalet indsats vedrørende indkøb på laboratorier

*Det anbefales at der ifm vurdering af teknologiprojekter afdækkes i hvilket omfang, der kan opstilles indkøbskrav for specifikke typer af procesudstyr og i hvilket omfang, der kan udarbejdes generelle indkøbskrav som listet ovenfor.*

*Der bør opnås flere erfaringer med energibevidst indkøb af laboratorieudstyr og på basis af dette anbefales det, at der udarbejdes materialer målrettet laboratorier. Dette vurderes at kunne ske ved tilpasning af allerede eksisterende materialer.*

*Det anbefales ligeledes, at man holder møder med udvalgte leverandører om energieffektivt indkøb for at høre om muligheder for at stille krav ved indkøb af procesudstyr – dels til selv udstyret, dels til driftsparametre for de forsyningsanlæg der leverer køling, trykluft m.m. til procesudstyr.*

*Det vurderes at besparelspotentialet ved "energieffektivt indkøb" er lille på kort sigt, da udskiftningstakten i udstyr og apparater er relativt lille. Indsatsen er dog helt afgørende ift. på sigt at reducere procesenergiforbruget mest muligt.*

#### Indkøbsprocedurer – hospitaler

Der har gennem Energistyrelsens samarbejde med regionerne som nævnt været fokus på energibevidst indkøb af medicoteknisk udstyr.

Det har omfattet gennemførelse af pilotprojekter på området, dialog med en lang række af de større internationale leverandører af medicoteknisk udstyr (General Electric, Siemens, Toshiba m.fl.) samt udarbejdelse af en indkøbsvejledning inkl. en excel-baseret "beregner" for vurdering af levetidsomkostninger for forskellige tilbud. Disse materialer /32/ vil være tilgængelige primo 2013.

Fokus i dette arbejde har været:

- At udfordre forsyningskrav som leverandører stiller ved leverance af anlæg
- At bede om klare instruktioner om muligheder for at slukke udstyr uden for arbejdstid
- At opnå garantier for at udstyr helt eller delvist kan slukkes uden risici

Materialerne er primært tænkt anvendt af de centrale medicotekniske afdelinger i regionerne. Energistyrelsen har således ikke arbejdet med de øvrige indkøbsområder relateret til hospitalsdrift, for eksempel indkøb af mindre energiforbrugende udstyr (elevationsenge osv.). Det bør afdækkes i hvilket omfang sådanne indkøb er dækket af generelle indkøbsvejledninger eller af ovenstående materialer.

#### *Anbefalet indsats vedrørende indkøb på hospitaler*

*Der bør opnås flere erfaringer med energibevidst indkøb af medicoteknisk udstyr og den kommende vejledning bør måske justeres på basis af disse erfaringer. Regionerne bør samarbejde om dette.*

*Det bør desuden kortlægges, hvordan øvrige indkøb i regionerne typisk er organiseret og i hvilket omfang, de omfatter udstyr med væsentlige energiforbrug. Også dette område bør bearbejdes af regionerne i fællesskab.*

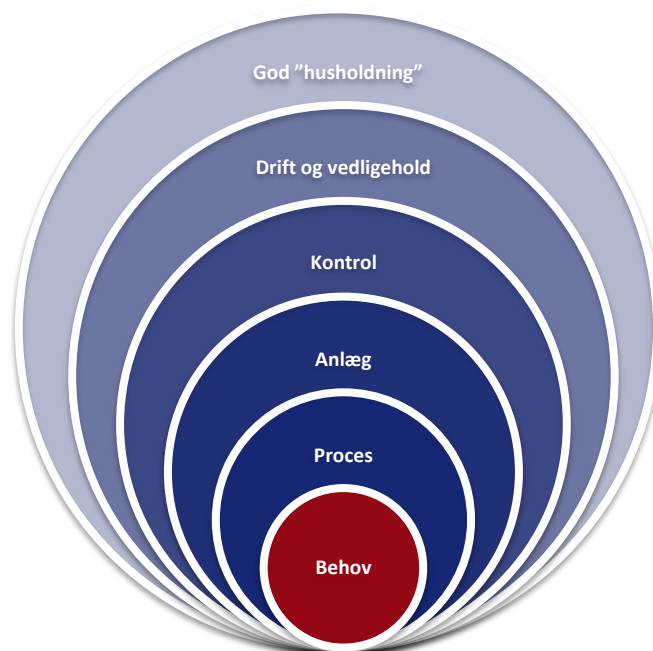
*Det vurderes at besparelspotentialet ved "energieffektivt indkøb" er lille på kort sigt, da udskiftningstakten i udstyr og apparater er relativt lille. Indsatsen er dog helt afgørende ift. på sigt at reducere procesenergiforbruget mest muligt.*

### **6.7 Energibevidst projektering**

Anvendelse af "energibevidst projektering" angår nyanlæg af laboratorier og hospitaler og er en bredere metodemæssig indsats, der går på tværs af ovenstående anbefalinger. Indsatsområder medtages i denne rapport, da der i regi af BYGST er opnået betydelige erfaringer med at projektere procesudstyr energibevidst i forbindelse med RUCs planlægning af nye laboratorier i Roskilde /4/ /27/.

Generelt skal det fremhæves at der er mange forskellige universiteter i Danmark med meget forskellige erfaringer på energiområdet og anbefalingerne nedenfor skal derfor tilpasses de enkelte organisationer og de metoder man dér anvender i projekterne.

Det er centralt i de metoder, der anvendes på området /54/ at procesenergiforbrug udfordres ved brug af "løgdiagrammet", se figur 39 nedenfor.



Figur 39 Metode ved energibevidst projektering i procesanlæg /4/ /27/

Løgdiagrammet har specielt fokus på udfordring af "brugerkrav" og "leverandørkrav", som omtalt flere steder ovenfor – altså om selve behovet for at bruge energi i en proces overhovedet er nødvendigt eller om der kan ske en reduktion af behovet.

Dette kan for eksempel være om et ønsket luftskifte i HVAC anlæg kan reduceres, om en auto-klaveringsproces kan undgås, om en ønsket vandkvalitet er finere (og mere energikrævende) end nødvendig eller om alle processer og anlæg skal forsynes med samme luftkvalitet fra et trykluftanlæg osv.

Det vil føre for vidt at gennemgå løgdiagrammet i detaljer i denne sammenhæng – der henvises i stedet til Energigranskning af procesenergi i nyt RUC laboratorium /27/ og FRIs ramme-program /54/.

Det skal dog understreges, at der specielt i projektet hos BYGST/RUC er introduceret et nyt metodemæssigt nyt fokusområde i form af "commissioning af energiforhold" i forbindelse med etablering, indkøring og idriftsætning af de nye laboratorier.

En væsentlig metodemæssig erfaring fra pilotprojektet hos RUC er, at der ift. laboratoriebyggeri er uklare roller og ansvarsforhold i projekteringsteamet angående bæredygtigheds-spørgsmål på procesenergiområdet.

Således er både brugergruppe, bygningsejer og bygningslejer involveret i problemstillinger omkring fastlæggelse af brugerkrav, designplatform osv., hvilket i en vis grad minder om "ejer/lejer-problematikken" i andre sektorer.

Ligeledes er der ift. procesenergiforbrug observeret væsentlige uklarheder om kompetencer i projekteringsteamet, hvilket vurderes at være et helt særskilt indsatsområde ift. at effektivisere procesenergiforbruget på laboratorier, se afsnit 8.8 nedenfor.

#### Anbefalet indsats vedrørende energibevidst projektering på laboratorier

Det anbefales at der udarbejdes kortfattede, generelle retningslinier for energibevidst projektering af procesudstyr på laboratorier inklusive:

- Beskrivelse af energigranskningsrolle
- Beskrivelse af roller og ansvarsforhold i et typisk projekt
- Beskrivelse af fasemæssig indsats hvad angår energigranskning
- Beskrivelse af energimæssig commissioning som selvstændigt indsatsområde
- M.m.

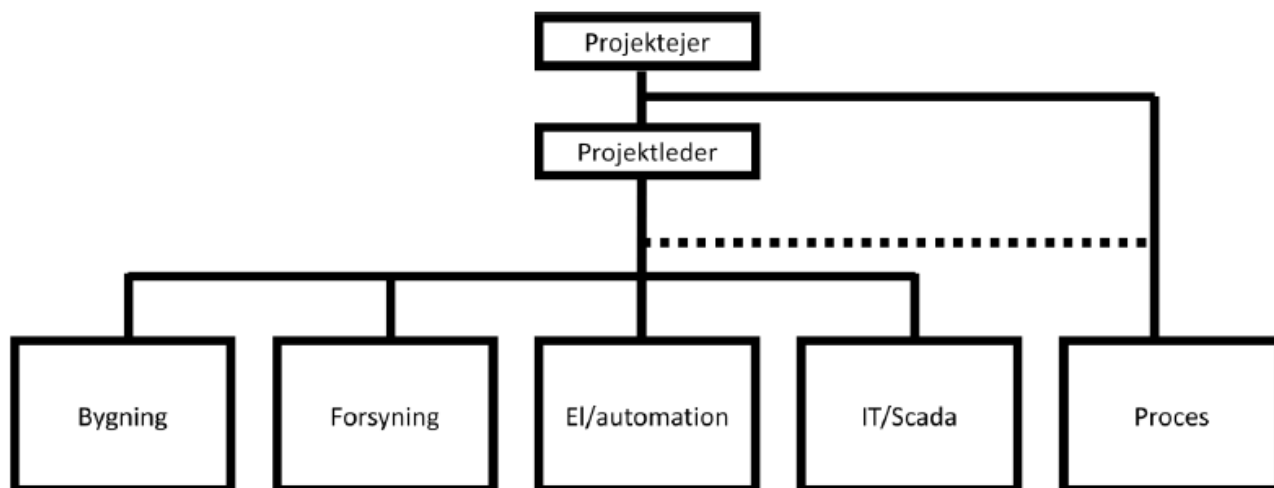
Der bør i laboratoriebyggeri og renoveringer indføres en fast sparringspartner for projekteringsteamet i spørgsmålet om procesenergi. En sådan sparringspartner bør have væsentlig erfaring med procesenergi såvel som erfaring med at deltage i byggeprojekter.

#### Energibevidst projektering – hospitaler

Der er i alle regioner en betydelig fokus på at projektere de kommende "supersygehuse" med størst mulig fokus på bæredygtige løsninger. Samme fokus er til steder hos myndighederne, der har bevilliget specielle lånerammer ift. at bygge sygehuse, der lever op til fremtidige krav. Det har hidtil først og fremmest været det bygningsrelaterede energiforbrug, der har været i fokus, og det er ikke afklaret, hvilken fokus der skal være på procesenergiforbruget.

Det er derfor anbefalingen, at man på hospitalsområdet dels gør en aktiv indsats ift. at opnå erfaringer med de indkøbsmaterialer Energistyrelsen har udarbejdet om medicoteknisk udstyr og vil lancere primo 2013, dels skeler til de erfaringer der er opnået i pilotprojektet hos BYGST/RUC.

Det er således indtrykket, at projekteringsorganisationen ved planlægningen af de kommende sygehus er en relativ traditionel projektorganisation som illustreret i figur 40 nedenfor.



Figur 40 Forsimplet organisering af fagområder i byggeprojekter /4/ /27/

Figuren illustrerer, at projekterne typisk er organiseret ved, at de rådgivende virksomheder leverer de traditionelle bygningsmæssige ydelser i projekterne, mens planlægning og indkøb af "processer" typisk sker via projektejers egne medarbejdere, altså de medicotekniske afdelinger. En sådan organisering rummer set med "bæredygtighedsøjne" betydelige udfordringer, da forsyningsanlæg typisk projekteres lang tid før leverandør- og brugerkrav fastlægges og projekteringssteamet derfor ingen dialog har med leverandører af udstyr. Der er således risiko for at bæredygtighedsspørgsmålet ender med alene at angå bygningsmæssige konstruktioner og ikke procesenergi.

#### Anbefalet indsats vedrørende energibevidst projektering på hospitaler

Det anbefales, at der i relation til de forestående/igangværende kvalitetsfondsbyggerier testes om energigranskningsrollen beskrevet i dette afsnit kan sikre mere energirigtige procesenergiløsninger.

### 6.8 Energiledelse (og energistyring)

Statens institutioner er via Cirkulære om energieffektivisering i statens institutioner (se bilag 12 i bilagsrapporten) underlagt en vis form for energiledelse. Således skal alle ministerier med tilhørende institutioner m.v., årligt indberette institutionens samlede energi- og vandforbrug opgjort i faktiske forbrugsmængder til en central database, som varetages af Energistyrelsen. I cirkulæret står også, at institutionerne skal møde kravene i energimærkerne, ligesom der stilles krav til synliggørelse af institutionernes indsats.

Energiledelsesrutiner skal skaleres ift. forbrugsstørrelse, og typisk er laboratorier ikke så energitunge at større og certificerede energiledelsessystemer berettiges.



Den nye globale energiledelsesstandard ISO50001 vurderes således at være for omfattende til brug på laboratorier, men standarden rummer dog mange gode elementer omkring driftskontrol og opfølgning på energiforbrug, hvilket vurderes at være meget relevant ift. adfærd og brug af energinøgletal.

Således er det centralt, + at der i energispareindsatsen "bygges bro" mellem teknikere og laboratorieansvarlige – det er mange steder i for eksempel erhvervslivet opfattelsen at energibesparelser alene angår forsyningsanlæg (som jo bruger energien) og ikke de proceskrav/brugerkrav, som er afgørende for energiforbrugets størrelse.

Den rette organisering af energispareindsatsen er således særdeles vigtig – man skal dels fokusere på at minimere behovet for energi (brugerdelen), dels fokusere på at levere den nødvendige energi (damp, køling, trykluft, ventilationsluft m.m.) mest muligt effektivt.

Følgende hovedhjørnesten bør indgå i den systematiske energispareindsats på laboratorier:

- Etablering af målere for væsentlige forbrugsområder så vidt at energinøgletal kan overvåges og afsløre u hensigtsmæssigheder i driften
- Etablering af procedurer og ansvar for opfølgning på energinøgletal
- Jævnlig drøftelse af forestående apparatindkøb og aktiviteter i laboratoriet ift. at vurdere indflydelse på energiforbrug
- Etablering af procedurer for energibevidst indkøb af nyt udstyr
- Udarbejdelse og løbende opdatering af handlingsplan for reduktion af energiforbrug, herunder gennemførelse af energispareprojekter, adfærdskampagner m.v.

Der bør etableres en mindre energigruppe med repræsentanter fra såvel teknisk stab, laboratoriets ledelse samt fra operatører/brugere af laboratoriets udstyr og anlæg. Ift. energinøgletal er det vigtigt at der foretages en systematisk vurdering af hvilke forhold der skal måles (målere koster penge og de skal tjenes hjem igen), det vil sige:

- Det skal vurderes hvilke energimæssige tab der kan forekomme i laboratoriedriften
- Det skal vurderes hvorledes disse tab kan ses i nøgletal
- Der skal om nødvendigt etableres nye målere for at opnå nødvendige nøgletal
- Der skal for hvert nøgletal være et klart ejerskab i organisationen inkl. procedurer

Det skal bemærkes, at Energistyrelsen og Go' Energis vejledning om energiledelse på hospitaler /31/ i en vis udstrækning kan tjene som inspiration ift. at etablere de første simple energiledelsesprocedurer på et laboratorium.

Anbefalet indsats vedrørende energiledelse på laboratorier

*Der bør igangsættes indsamling af relevante erfaringer på "best practice" ift. energiledelse og formidle disse til de universiteter og laboratorier, der har begrænset erfaring på energispareområdet.*

*Energistyrelsens vejledning om energiledelse på hospitaler bør formidles til laboratorier, eventuelt i en version tilpasset laboratorier.*

Energiledelse – hospitaler

Forholdene omkring etablering af energiledelse på hospitaler minder i vid udstrækning om problemstillingerne beskrevet for laboratorier ovenfor, idet organisation dog er betydeligt større og flere parter kan have indflydelse på om procesenergi anvendes effektivt:

- Teknisk afdeling er normalt ansvarlige for forsyningsanlæg m.m.
- Medicotekniske afdelinger er typisk ansvarlige for indkøb af medicoteknisk udstyr
- Klinikere er typisk ansvarlige for at fastlægges medicoteknisk udstyrs drift
- Osv.

Det er indtrykket at flere hospitaler er i gang med at etablere bredere forankrede energiledelsystemer, hvor energispareindsatsen ellers traditionel har været forankret i teknisk afdeling.

Anbefalet indsats vedrørende energiledelse på hospitaler

*Energistyrelsens vejledning om energiledelse bør formidles til hospitalerne og det anbefales at etablere erfa-møder på tværs af disse for at udveksle praktiske erfaringer om en bredere organisering af energispareindsatsen.*

## **6.9 Netværksaktiviteter**

Der er pga. store forskelle med energieffektivisering på laboratorier i Danmark behov for at udveksle erfaringer på tværs af disse.

En sådan erfaringsudveksling kan dels angå tekniske indsatsområder:

- Ventilation
- Stinkskabe
- Køleanlæg m.m.

Erfaringsudvekslingen kan også angå mere metodemæssige spørgsmål, for eksempel:

- Hvordan gennemføres energispareindsats (egenindsats, rådgivere, energiselskaber)
- Energibevidst projektering og indkøb
- Energiledelse
- Energistyring og energimåling.

For at opnå succes med sådanne arrangementer er det centralt at temaer behandles grundigt centralt og erfaringsudvekslingen i en vis udstrækning styres frem mod en form for "best prac-

tice". Dette er en oplagt rolle at spille for BYGST – også ift. at indhente inspiration til nye indsatsområder.

Det kan også overvejes at etablere en form for netværkssamarbejder med udvalgte leverandører om indkøbskrav og energirigtige løsninger for procesudstyr – mange leverandører har begyndende bevidsthed om disse forhold og der kan gennem en sådan dialog også "høstes" inspiration til fremtidige indsatsområder på laboratorierne i Danmark.

Anbefalet indsats vedrørende netværker på laboratorier

*De allerede etablerede erfa-grupper bør fortsat udnyttes og evt. udvides til energispareindsatser. Det anbefales at overveje at udvide erfa-grupperne til også at omfatte deltagere fra indkøbssiden fremfor udelukkende driftsfolk.*

Netværksaktiviteter - Hospitaler

Der er allerede god tradition for at drøfte indsatsområder på tværs af regionerne i Danmark, men denne erfaringsudveksling har som beskrevet ovenfor hidtil været koncentreret om klimaskærm, ventilation og bredere drøftelse af grønne regnskaber/Agenda 21-problematikker.

Procesenergi har haft en vis bevågenhed, men det er fortsat et relativt nyt indsatsområde som bør bearbejdes mere systematisk ift. at udveksle erfaringer – både teknisk og metodemæssigt.

Anbefalet indsats vedrørende netværker på hospitalerne

*Det anbefales, at hospitalerne tilsvarende iværksætter en erfa-gruppe for udveksling af erfaringer på procesenergiområdet – dels teknisk, dels metodemæssigt.*

## 6.10 Kompetenceopbygning

Det er centralt for problemstillingen vedr. effektivisering af "procesenergi" på laboratorier, at mulighederne ofte er af procesteknisk/"maskinmæssig" karakter, og at det i vid udstrækning er arkitekter og ingeniører med en "bygningmæssig" baggrund, der forestår planlægning og projektering af anlæg og installationer.

Dermed sagt, at der i en typisk projektorganisation omkring planlægning og projektering af et nyt laboratorium er risiko for, at der ikke er tilstrækkelige kompetencer ift.:

- At effektivisere forsyningsanlæg for køling, trykluft, sterilluft, rent vand m.m. ift. de krav der stilles fra brugere og leverandører m.m.
- At udfordre designkriterier fra brugergruppen og leverandører hvad angår procesudstyr baseret på løgdiagrammet beskrevet i dette kapitel

Denne kompetencemangel kan også angå de rådgivere der varetager planlægningen af nybygninger og renoveringer – projekterne vil typisk være forankret i en "byggeafdeling" uden sikkerhed for at der er procesmæssige kompetencer til rådighed ift. at udfordre bruger- og leverandørkrav i byggeprocessen.

Dette punkt hænger tæt sammen med problemstillingerne vedr. energibevidst projektering.

Anbefalet indsats vedrørende kompetencer ift. laboratorier

Det anbefales, at der gennemføres kurser om energibevidst planlægning og projektering af procesudstyr for de parter, der typisk er involveret i planlægningen og renoveringen af laboratoriebyggeri – både på universiteterne og i rådgiverkredsen.

Kompetenceopbygning – hospitaler

Problemstillingen er nogenlunde den samme for hospitalssektoren, idet projekterne kompetencemæssigt dog typisk er bredere organiseret og har mulighed for en særlig indsats på procesenergiområdet.

Anbefalet indsats vedrørende kompetencer ift. hospitaler

Der bør gennemføres kurser om procesenergi for de parter, der typisk er involveret i kvalitetsfundsbyggerier – både fra hospitalerne og fra rådgiverkredse.

## 7 Konklusion

Det kan på baggrund af det gennemførte analysearbejde konkluderes, at procesenergi udgør en særdeles væsentlig del af energiforbruget på laboratorier og hospitaler:

- 71 % af elforbruget på et gennemsnitslaboratorium er forårsaget af procesudstyr og af størrelsesordenen 26 % af varmekonsumet er forårsaget af procesudstyr
- 60 % af elforbruget på et gennemsnitshospital er forårsaget af procesudstyr og af størrelsesordenen 30 % varmekonsumet er forårsaget af procesudstyr

Det er på denne baggrund væsentligt, at der iværksættes indsatser ift. at nedbringe energiforbruget til procesudstyr og tilhørende forsyningsanlæg – og flere indsatser er da også allerede i gang:

- Specielt ventilationsområdet vurderes at rumme store energisparepotentialer, og det må anbefales, at der for laboratorierne fortsættes et betydeligt fokus på at udbrede "best practices" på dette område, specielt ift. indsatsen på stinkskabsområdet

Også for hospitalerne er dette område særdeles væsentligt og det bør sikres, at de igangværende LVE-arbejde gennemføres med bedst mulige resultater, herunder med inddragelse af de besparelspotentialer der er ved optimering af luftskifter.

Som det er skrevet flere steder i analyserapporten er ventilationsområdet kompetencemæssigt et vanskeligt indsatsområde, hvilket der bør tages højde for i planlægningen af den fremtidige indsats for både laboratorier og hospitaler.

Hvad angår øvrige anbefalede energispareindsatser relateret til procesenergiområdet er det vigtigt at understrege at en stor del af potentialet vurderes at være relativt simpelt at bearbejde:

- Standby-forbrug udgør et betydeligt energiforbrug for både laboratorier og hospitaler og der vurderes at være mange nemme energibesparelser at hente ved at gennemføre adfærdskampagner.

Dette forudsætter dog at klinikere/laboratorieansvarlige/medicoteknikere deltager i afklaring af hvilke apparater m.m. der kan slukkes uden for brugstid

- Indkøb og projektering af nye apparater og procesudstyr rummer gode muligheder for at vælge mere effektive komponenter såvel som at sikre, at apparater/procesudstyrs krav til forsyningsanlæg (køling, trykluft, vand, gasser m.m.) ikke resulterer i ekstraordinært høje energiforbrug i disse anlæg

Der bør udarbejdes simple procedurer og indkøbskrav af mere generisk art, idet enkelte udstyrstyper dog kan undersøges nøjere ift. at afdække mere effektive udgaver, for eksempel -80°C-frysere

- Gennemgang af eksisterende forsyningsanlæg (køling, trykluft, vakuum, vand, gasser m.m.) rummer muligheder for dels at justere driftsparametre til mere energieffektiv drift, dels at sikre at udstyret ikke er i standbydrift over længere perioder.

En sådan indsats vil i et vist omfang kræve involvering af leverandører og apparatteknikere, da forsyningskrav for de enkelte apparater ofte er svære at afdække.

Det skal understreges, at fastholdelse af energieffektivitet på laboratorier og hospitaler grundet disse skiftende driftsforhold er en stor udfordring. Opnåelse af vedvarende energibesparelser på ovennævnte områder fordrer således, at der etableres ledelsesrutiner (energiledelse, ISO50001), der løbende evaluerer udviklingen i energiforbrug.

Det anbefales specielt for hospitalerne at iværksætte en ERFA-gruppe på procesenergiområdet, idet der er gode muligheder for at udveksle erfaringer fra tidligere indsatser (under Energistyrelsen) såvel som at iværksætte fælles indsatser fremadrettet.

Det anbefales desuden, at der fra centralt hold iværksættes visse indsatser ift. kompetenceopbygning:

- Ventilationsområdet kræver en særlig indsats ift. at sikre at LVE-ordningen anvendes korrekt og at for eksempel luftskiftekrav analyseres korrekt som en integreret del af sådanne analyser
- Mere generiske indsatsområder som adfærd, indkøb og projektering bør gennemgås for et bredt udvalg af de parter der er involveret i renoverings- og nybygningsprojekter indenfor laboratorier og hospitaler
- Et nyt indsatsområde "energimæssig coimmissioning" bør videreudvikles ift. at bygge bro mellem bæredygtigsarbejde i projekteringsfasen ved renoveringer/nybygning og driftsfasen og de udfordringer der ligger ift. energiledelse

Ift. opgørelse af energisparepotentialer ved ovennævnte indsatser henvises der til de respektive afsnit i kapitlet om indsatsområder.

## 8 Referencer

### Rapporter:

- /1/ *Analyse af energiforbrug på anvendelsesområder – Frederikssund Hospital*, august 2011, rapport fra COWI, Region Hovedstaden
- /2/ *Analyse af energiforbrug på anvendelsesområder – Frederiksberg Hospital*, august 2011, rapport fra COWI, Region Hovedstaden
- /3/ *UBST Funktionelle basiskrav, laboratoriebyggeri*, juli 2010, COWI m.v.
- /4/ *Energibevidst projektering af nye laboratorier på RUC*, november 2012, projektrapport, Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe
- /5/ *Regionernes Energiforbrug, 2012*, Niras-rapport, Energistyrelsen
- /6/ *Energirigtig retrofitting af laboratorier*, Lars Hallgren, Forskerparken CAT

### Slides:

- /7/ *Energiledelse på DTU Miljø*, slides af Anders Torp Gundersen, DTU Miljø, Danmarks Tekniske Universitet
- /8/ *Bedre økonomi i energirenovering af bygninger*, slides af Tomas Refslund Poulsen, Grøn Campus, Københavns Universitet
- /9/ *Energi, vand og klima – kortlægning og forbedringsmuligheder*, 9. juni 2009, workshop i Region Hovedstaden, COWI
- /10/ *Commissioning*, 9. oktober 2012, Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe
- /11/ *Sygehusbyggeri som bygningsklasse 2020*, 19. november 2012, slides fra seminar i Danske Regioner, Energistyrelsen
- /12/ *Lånepulje til energiinvesteringer i kvalitetsfondsstøttet sygehusbyggeri*, 19. november 2012, slides fra seminar i Danske Regioner, Energistyrelsen
- /13/ *Adfærdskampagne i Region Sjælland*, januar 2012, Energistyrelsen (tidligere Go´ Energi)
- /14/ *Det medicotekniske område & ventilation*, Energistyrelsen (tidligere Go´ Energi)
- /15/ *Energirenovering*, Panum

### Vejledninger:

- /16/ *Energibesparelser på hospitaler, en praktisk vejledning*, Luc de Visme, Schneider Electric
- /17/ *Guide til analyse af energiforbrug på anvendelsesområder på hospitaler*, august 2011, COWI
- /18/ *Guide til energikortlægning af hospitaler (bilag)*, august 2011, COWI
- /19/ *Guide til analyse af energiforbrug på anvendelsesområder på hospitaler (bilag)*, august 2011, COWI

### Notater:

- /20/ *Baggrundsnotat, Natrundering Køge Sygehus*, aug. 2011, Viegand Maagøe for Go´ Energi
- /21/ *Elbesparelser i særlige områder*, oktober 2009, Simon Juul Nielsen, Viegand Maagøe
- /22/ *Elbesparelser i særlige områder (internt notat)*, oktober 2009, Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe
- /23/ *Energibesparelser i ventilation*, case om Odense Universitetshospital, december 2009, Simon Juul Nielsen, Viegand Maagøe
- /24/ *Adfærdsprojekt på Nykøbing Falster og Køge sygehuse*, august 2011, Niels Kristensen, SEAS-NVE
- /25/ *Ideer fra energimøder/workshops afholdt på sygehusene i januar 2012*, Region Sjælland
- /26/ *Energy Efficiency in Hospitals and Laboratories*, Anders Hjort Jensen, Spareenergi.dk & Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe
- /27/ *Energigranskning af procesenergi i nyt RUC laboratorium*, marts 2012, Peter Maagøe Petersen, Viegand Maagøe
- /28/ *Benchmark ventilation i hospitaler*, 5. september 2012, Go´ Energi

#### Pjecer:

- /29/ *Det gode medicinrum, Sygehus Nordsjælland*
- /30/ *Standbyforbrug i laboratoriet og på hospitalet – her kan I effektivisere, Go´ Energi*
- /31/ *Kom let i gang med Energiledelse – Hospitalet, september 2011, Go´ Energi*
- /32/ *Indkøb af medicoudstyr, december 2012, Energistyrelsen*
- /33/ *Indkøbsvejledning, 2011, Energistyrelsen (Center for Energibesparelser)*

#### Data:

- /34/ *Opgørelse af el-forbrug på sygehuse, dataskema Næstved Sygehus, december 2007, Lyngkilde a/s*
- /35/ *Nøgletal på Odense Universitetshospital, 2005, Lars Mølgaard, Odense Universitetshospital*
- /36/ *Nøgletal på Køge Sygehus, 2010 & 2011, SEAS NV*
- /37/ *Nøgletal på Køge Sygehus, 2010 & 2011, Viegand Maagøe*
- /38/ *Energiopgørelse 2008, Odense Hospital*
- /39/ *Nøgletal for ventilation, Sygehus Vendsyssel*

#### Web:

- /40/ [http://klima.ku.dk/groen\\_campus/sladretavlen/](http://klima.ku.dk/groen_campus/sladretavlen/)
- /41/ <https://intra.ruc.dk/administration/a-aa/fit/groen-ruc/>

#### Grønne regnskaber eller miljøredegørelser fra regionerne:

/42/ Region Hovedstaden  
Grønt regnskab 2011

/43/ Region Sjælland  
Klimaregnskab 2009-2011

/44/ Region Syddanmark  
Energi- og miljøredegørelse 2011

/45/ Region Nordjylland  
Klimaregnskab 2007-2011

/46/ Region Midtjylland  
Grønt regnskab 2011

#### Grønne regnskaber m.m. fra universiteterne:

/47/ Grønt Regnskab 2007, DTU Miljø

#### Data fra kortlægninger januar 2013

- /48/ Data fra KU Science
- /49/ Data fra Vejle Sygehus

#### Øvrige

- /50/ Database fra Bygningsstyrelsen, Alaedin Seyedi
- /51/ *Energihåndbogen 2002*
- /52/ *Udbygning af Panum, projektforslag, april 2012, Panum/KU*
- /53/ *Tilstandsvurdering af laboratorier ved universiteterne under SES ordningen inkl. sektorforskningsinstitutionerne, rev. Juli 2009, rådgivere COWI a/s, RH arkitekter, NNE Pharmaplan, DALUX aps.*
- /54/ *FRI's rammeprogram, 2000*
- /55/ Mail vedr. – 80 & -150 graders fryser, marts 2012, Tomas Refslund Poulsen, Grøn Campus, KU